க.பொ.த. (உயர் தரம்)
இரசாயனவியல்

வளநூல்

தரம் 12

பொது மற்றும் அசேதன இரசாயனவியல்

விஞ்ஞானத் திணைக்களம்
விஞ்ஞானம் மற்றும் தொழினுட்ப பீடம்
தேசிய கல்வி நிறுவகம்
www.nie.lk

க.பொ.த (உயர் தரம்)
இரசாயனவியல்
தரம் 12

வளநூல்

பொது மற்றும் அசேதன இரசாயனவியல்

அலகு 1	:	அணுக் கட்டமைப்பு
அலகு 2	:	பிணைப்பும் கட்டமைப்பும்
அலகு 3	:	இரசாயனக் கணிப்புக்கள்
அலகு 6	:	s, p, d தொகுப்பு மூலகங்களின் இரசாயனம்.

விஞ்ஞானத் துறை
விஞ்ஞான தொழினுட்பப் பீடம்
தேசிய கல்வி நிறுவகம்
www.nie.lk

இரசாயனவியல்

வள நூல்

தரம் 12

© தேசிய கல்வி நிறுவகம்

முதலாம் பதிப்பு - 2019

இரண்டாம் பதிப்பு - 2023

விஞ்ஞானத் துறை

விஞ்ஞான தொழினுட்பப் பீடம்

தேசிய கல்வி நிறுவகம்

இலங்கை.

அச்சுப்பதிப்பு: நிம்தரா அச்சகம்

இல: 30/1, விகாரை வீதி, பட்டிவில,

கோனவல, களனி,

இலங்கை.

பணிப்பாளர் நாயகம் அவர்களின் செய்தி

தேசிய கல்வி நிறுவகத்தினால் காலத்திற்குக் காலம் தரமான கல்வியின் விருத்திக்காக படிமுறையான சந்தர்ப்பங்களை எடுத்துக் கொண்டு வருகின்றது. இந்த வரிசையில் தொடங்கு நிலையாக மேலதிக வளநூல் தயாரிப்பு இதனை மேற்கோள் காட்டியுள்ளது.

தேசிய கல்வி நிறுவகத்தின் கலைத்திட்ட விருத்திக் குழுவினர் தேசிய பல்கலைக்கழகங்களின் பாட நிபுணத்துவக் குழுவினர் மற்றும் அனுபவமிக்க பாடசாலை ஆசிரியர் குழாமும் ஆகியோர் அடங்கிய குழாமினால் இவ் மேலதிக வளநூல் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் இவ்வளநூ ல்கள் 2017இல் அமுல்படுத்தப்பட்ட புதிய பாடத் திட்டத்தின் எல்லையினுள் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மாணவர்கள் இவ்வாறான நூல்களை மீட்டுவதன் மூலம் பாடவிடயங்கள் தொடர்பாக அகன்ற தெளிவான விளக்கத்தைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியும். அதேவேளை ஆசிரியர்கள் இதனை வாசிப்பதன் மூலம் கூடிய வினைத்திறனான கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகளைப் பெறுவதற்காக தங்களின் திட்டங்களை இலகுவாக ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்ள முடியும்.

இவ்வாறான வளநூல்கள் உங்கள் கைகளுக்கு கிடைக்கச் செய்வதற்கு உதவிய தேசிய கல்வி நிறுவக அலுவலர் குழாம் மற்றும் கல்விப்புல பங்களிப்பை நல்கிய வெளிவாரி பாடநிபுணத்துவக் குழாமிற்கும் எனது வாழ்த்துக்களையும் மனமார்ந்த பாராட்டுக்களையும் தெரிவித்துக் கொள்கின்றேன்.

கலாநிதி.(திருமதி) ரி. ஏ. ஆர். ஜ. குணசேகர
பணிப்பாளர் நாயகம்
தேசிய கல்வி நிறுவகம்
மகரகம.

பணிப்பாளர் அவர்களின் செய்தி

2017 முதல் இலங்கையின் பொதுக் கல்வித் தொகுதியில் க.பொ.த. (உயர்தரம்) இல் முன்னரான பாடத்திட்டத்தின் இற்றைப்படுத்தப்பட்ட பதிப்பாக சீரமைக்கப்பட்ட கலைத்திட்டம் விளைவாக நடைமுறையில் உள்ளது. இந்த புதிய கலைத்திட்ட வட்டத்தில், பாட உள்ளடக்கம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. க.பொ.த. (உயர்தர) இல் பௌதிகவியல், இரசாயனவியல் மற்றும் உயரியல் பாடங்களுக்கான பாடத்திட்ட திரவியங்கள் வழங்கப்பட்டுள்ளன. முன்னைய ஆசிரியர் அறிவுரைப்பு வழிகாட்டிக்குப் பதிலாக புதிய ஆசிரியர் வழிகாட்டி அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் விளைவாக கற்றல் - கற்பித்தல் முறையியலில், மதிப்பீடு மற்றும் கணிப்பீட்டில் குறிப்பிடத் தக்க மாற்றம் எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. புதிதாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ள ஆசிரியருக்கான வழிகாட்டியில் கற்றற் பேறுகள், ஆசிரியர்களுக்கு கற்றல் வழிகாட்டல், கணிப்பீடுகள் மற்றும் மதிப்பீடுகள் என்பனவற்றை வழங்கியுள்ளன.

முன்னைய கலைத்திட்டம் அமுலாக்கப்படுகையில், உயர்தர விஞ்ஞானப் பாடங்களுக்கு சர்வதேச ரீதியில் அங்கீகரிக்கப்பட்டதுமான ஆங்கில மொழிப் பாடப் புத்தகங்கள் துணைநூல்களாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டிருந்தன. வேறுபட்ட பாடநூல்கள் இடையே பாட விடயங்கள் தொடர்பாக முரண்பாடுகள் காணப்பட்டமையாலும் உள்ளூர் கலைத்திட்டத்தில் உள்ளடக்கத்தை உள்ளடங்க வேண்டிய எல்லைப்படுத்தல் வேண்டி இருந்தமையால் மேற்படிப் புத்தகங்களின் பயன்பாடு ஆசிரியர்களுக்கும் மாணவர்களுக்கும் பொருத்தமானதாக அமையவில்லை. மேற்படி பிரச்சினைகளை நீங்கள் வெற்றி கொள்வதற்கு இந்த வளநூல் கொண்டு வரப்பட்டுள்ளது.

இந்த வளநூல்கள் சிங்களம், தமிழ், ஆங்கிலம் ஆகிய மொழிகளில் கிடைக்கப் பெறுகின்றது. மாணவர்கள் பாட உள்ளடக்கங்களை தமது தெரிவிற்கு அமைய ஆங்கிலமொழியில், தாய் மொழியில் விளங்கிக் கற்பதற்கு வாய்ப்பளிக்கின்றது. அத்துடன் உள்ளூர் கலைத் திட்டத்திற்கு எல்லைப்படுத்தப்பட்டிருத்தல். இதன் இன்னோர் சிறப்பியல்பாகும். கலைத்திட்டத்தில் எதிர்பார்க்கப் படுகின்ற மற்றும் பல்வேறுபட்ட வளங்களில் இருந்து திரட்டப்பட்ட பல்தர வகைப் பொருத்தமான தகவல்களை மாணவர்களும் ஆசிரியர்களும் பெற்றுக் கொள்ள வாய்ப்பளிக்கின்றது.

இந்த வளநூல் பல்கலைக்கழகத்தின் பாடநிபுணத்துவம் கொண்டவர்களாலும் அனுபவிக்க பாட ஆசிரியர்களின் அளப்பரிய பங்களிப்புடன் எழுதப்பட்டு, தேசிய கல்வி நிறுவகத்தின் கல்வி அலுவலகர் சபையினதும் பேரவையினதும் அனுமதி பெற்று வருவதனால் இவை உயர்தரம் கொண்டவை என அங்கீகாரம் பெறுகின்றது.

கலாநிதி. **A. D. A.** டி சில்வா
பணிப்பாளர்,
விஞ்ஞானத்துறை,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

கலைத்திட்டக் குழு

வழிகாட்டல்:
கலாநிதி. (திருமதி). ரி. ஏ. ஆர். ஜே. குணசேர,
பணிப்பாளர் நாயகம்,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

மேற்பார்வை:
கலாநிதி. **A. D. A.** டி சில்வா,
பணிப்பாளர், விஞ்ஞானத்துறை,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

திரு. **R. S. J. P.** உடுப்பொறுவ,
முன்னால் பணிப்பாளர், விஞ்ஞானத்துறை,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

பாடத் தலைமைத்துவம்:
திருமதி. **M. S.** விக்கிரமசிங்க,
உதவி விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

உள்ளகப் பதிப்புக் குழு:
திரு.**L. K.** வடுகே,
சிரேஷ்ட விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை.

திரு. **V.** இராஜுதேவன்,
உதவி விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை.

திருமதி. **G. G.P. S.** பெரேரா
உதவி விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை.

எழுத்தாளர் குழு:
கலாநிதி. ரூசல் **C. L.** டி சில்வா - சிரேஷ்ட விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை, களனிக் பல்கலைக்கழகம் (அலகு - 1)
கலாநிதி. **M. A. B.** பிரசாந்த - சிரேஷ்ட விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை, ஸ்ரீ ஜயவர்த்தனபுரப் பல்கலைக்கழகம் (அலகு - 2)
கலாநிதி. **M. N.** கௌமால் - சிரேஷ்ட விரிவுரையாளர், விஞ்ஞானத்துறை, கொழும்புப் பல்கலைக்கழகம் (அலகுகள் - 3,6)

வெளியகப் பதிப்புக் குழு:
பேராசிரியர். **S. P.** தெரணியகல - சிரேஷ்ட பேராசிரியர், இரசாயனத்துறை, ஸ்ரீ ஜயவர்த்தனபுரப் பல்கலைக்கழகம்.
பேராசிரியர். **M. D. P.** டி கொஸ்தா - சிரேஷ்ட பேராசிரியர், இரசாயனத்துறை, கொழும்புப் பல்கலைக்கழகம்.
பேராசிரியர். **H. M. D. N.** பிரியந்த - சிரேஷ்ட பேராசிரியர், இரசாயனத்துறை, பேராதனைப் பல்கலைக்கழகம்.
பேராசிரியர். சுதந்தா லியனகே - பீடாதிபதி, பிரயோக விஞ்ஞான பீடம், ஸ்ரீ ஜயவர்த்தனபுரப் பல்கலைக்கழகம்.

திரு. **K. D.** பந்துல குமார	- உதவி ஆணையாளர், கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம், கல்வி அமைச்சு.
திருமதி. தீபிகா நெத்சிங்ஹ	- ஆசிரிய ஆலோசகர் (ஓய்வு), பெண்கள் கல்லூரி, கொழும்பு - 07.
திருமதி. முடித அத்துகோரள	- சிரேஷ்ட ஆசிரியர், பிரஜாபதி மகளிர் வித்தியாலயம், ஹொரண.
திரு. **S.** தில்லைநாதன்	- சிரேஷ்ட ஆசிரியர், இந்து மகளிர் கல்லூரி, கொழும்பு.
செல்வி. **S.** வேலுப்பிள்ளை	- சிரேஷ்ட ஆசிரியர் (ஓய்வு), இந்து மகளிர் கல்லூரி, கொழும்பு.
திருமதி. **N.** திருநாவுக்கரசு	- சிரேஷ்ட ஆசிரியர் (ஓய்வு), இந்துக் கல்லூரி, கொழும்பு.
செல்வி. **S.** இராஜதுரை	- சிரேஷ்ட ஆசிரியர் (ஓய்வு), புனித பீற்றேர்ஸ் கல்லூரி, கொழும்பு.
செல்வி. **C. A. N.** பெரேரா	- சிரேஷ்ட ஆசிரியர், இளவரசர் சாள்ஸ் கல்லூரி, மொரட்டுவ.
திருமதி. **W.K.W.D**. சாலிகா மாதவி	- சிரேஷ்ட ஆசிரியர், முஸ்லிம் மகளிர் கல்லூரி, கொழும்பு.
திருமதி. **H.M.D.D.** தீபிகா மெனிகே	- சிரேஷ்ட ஆசிரியர், விகாரமகாதேவி மகளிர் வித்தியாலயம், கிரிபத்கொட.

மொழிச் செம்மையாக்கம்:

திரு. த. முத்துக்குமாரசாமி,
கல்வி அலுவல்கள் சபை, தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

முன்அட்டையும் கணணியாக்கமும்:

செல்வி. கமலவேணி கந்தையா,
தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

அனுசரணை:

திருமதி. பத்மா வீரவர்த்தன
திரு. மங்கள வெல்பிட்டிய
திரு. றஞ்சித் தயவன்ச

உள்ளடக்கம்

பக்கம்

பணிப்பாளர் நாயகத்தின் செய்தி
iii
பணிப்பாளரின் செய்தி iv
கலைத்திட்டக் குழு v - vi
உள்ளடக்கம் vii - ix

1.0 அணுக் கட்டமைப்பு 1 - 44

1.1 சடத்தின் அணுக்கொள்கை
1.1.1 கதோட்டுக் கதிர்களின் இயல்புகள் (பரிசோதனை அவதானங்கள்)
1.1.2 அணுவின் கரு
1.1.3 நேர்க் கதிர்களின் இயல்புகள் (பரிசோதனை அவதானங்கள்)
1.1.4 இரதபோர்ட்டின் பொற்தகட்டு சோதனை
1.1.5 அணுவெண், சமதானிகள் மற்றும் திணிவெண்
1.1.6 அணுத்திணிவலகு
1.1.7 ஒரு மூலகத்தின் சராசரி அணுத்திணிவு மற்றும் தொடர்பாக திணிவு
1.1.8 அயன்கள்

1.2 மின்காந்த கதிர்வீசல் மற்றும் சடத்தின் அலையொத்த இயல்புகள்
1.2.1 சக்திச்சொட்டாக்கம்

1.3 அணுக்களின் இலத்திரன் சக்தி மட்டங்கள்
1.3.1 ஐதரசன் நிறமாலை
1.3.2 ஓபிற்றல்களின் வடிவங்கள்
1.3.3 ஓபிற்றல்களும் சக்திச் சொட்டெண்களும்

1.4 இலத்திரனிலையமைப்பு
1.4.1 அபாவு தத்துவம் (கட்டியெழுப்பற் கோட்பாடு)
1.4.2 பௌலி தவிர்க்கைக் கோட்பாடு
1.4.3 ஹுண்டின் விதி
1.4.4 சுருக்கப்பட்ட இலத்திரனிலையமைப்பு

1.5 ஆவர்த்தன அட்டவணையைக் கட்டியெழுப்பல்

1.6 ***s*** மற்றும் ***sp*** தொகுப்பு மூலகங்களின் ஆவர்த்தன போக்குகள்
1.6.1 அணுக்கள் மற்றும் அயன்களின் பருமன்கள்
1.6.2 அயனாக்கற் சக்தி
1.6.3 இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தி

1.6.4 இலத்திரனாட்டம்

2.0 கட்டமைப்பும் பிணைப்பும் 45 - 95

2.1 பங்கீட்டுப் பிணைப்புகள்

2.1.1 லூயியின் புள்ளி வடிவங்கள் மற்றும் லூயியின் புள்ளிக்கோட்டுக் கட்டமைப்புக்கள்

2.2 ஈதற் பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்புகள்

2.3 வலுவளவு ஓட்டு இலத்திரன் சோடித் தள்ளுகைக் கொள்கை (**VSEPR** - கொள்கை)

2.3.1 அணு ஓபிற்றல்களின் கலப்பாக்கம்

2.3.2 இரட்டை மற்றும் மும்மைப் பிணைப்பு உருவாதல்.

2.3.3 பரிவுக் கட்டமைப்புக்கள்

2.3.4 மூலக்கூறுகளின் முனைவுத் தன்மையில் மின்னெதிர் தன்மையினதும் கேத்திர கணித ஒழுங்கமைப்பினதும் தாக்கம்

2.3.5 இருமுனைவுத் திருப்புத்திறன்

2.3.6 மின்னெதிர்த் தன்மையின் பருமனில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும் காரணிகள்

2.4 அயன் பிணைப்பு / அயன் இடைத்தாக்கம்

2.5 உலோகப் பிணைப்புக்கள்

2.6 துணை / வழி / இரண்டாம் நிலை இடைத் தாக்கங்கள் / கவர்ச்சிகள்

3.0 இரசாயனக் கணிப்புகள் 96 - 136

3.1 ஒட்சியேற்ற எண்

3.1.1 மூலக்கூறு ஒன்றில் அல்லது பல்லணு அயன் ஒன்றில் அல்லது சேர்வை ஒன்றில் உள்ள அணுவொன்றின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் துணிவதற்கு பிரயோகிக்கக் கூடிய அடிப்படை வசதிகள்.

3.1.2 ஒரு தாழ்த்தேற்றுத் தாக்கத்தில் இலத்திரன் இடமாற்றப் பாதையைக் காண்பதற்கு, அணுக்களின் ஒட்சியேற்ற நிலைகளைப் பயன்படுத்தல்.

3.2 அசேதனச் சேர்வைகளின் பெயர்கள்

3.2.1 ஓரணு அயன்களால் உருவாக்கப்பட்ட அயன் சேர்வைகளின் பெயரீடு.

3.2.2 வெவ்வேறு ஏற்றங்களுடைய இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கற்றயன்களை உருவாக்கும் மூலகத்தை உடைய அயன் சேர்வைகளின் பெயர்கள்.

3.2.3 எளிய பங்கீட்டுச் சேர்வைகளின் பெயர்கள்

3.2.4 பல்லணு அயன்கள்

3.2.5 அசேதன அமிலங்கள்

3.3 அணுத்திணிவு, மூல் மற்றும் அவகாதரோ மாறிலி

3.3.1 அணுத்திணிவலகு, மூல் மற்றும் அவகாதரோவின் மாறிலி என்பனவற்றுக்கு இடையிலான இணைப்பு.

3.3.2 மூலகத்தின் சராசரி அணுத்திணிவைக் கணித்தல்.

3.3.3 மூல்

3.3.4 மூலர் திணிவு

3.4 இரசாயனச் சூத்திரங்களின் வகைகள்

3.4.1 இரசாயனச் சூத்திரத்திலிருந்து திணிவுச் சதவீதம்.

3.4.2 சேர்வைகளின் சூத்திரத்தைத் துணிதல். (மூலக்கூற்று / அனுபவ)

3.4.3 அனுபவச் சூத்திரத்திணிவு மற்றும் மூலக்கூற்றுத்திணிவு என்பனவற்றைப் பயன்படுத்தி மூலக்கூற்றுச் சூத்திரத்தைத் துணிதல்.

3.5 கலவையில் கூறு ஒன்றின் அமைப்பு

3.5.1 பின்னத்தில் தரப்படும் அமைப்பு

3.5.2 ஒரு கரைசலில் சதவீத அமைப்பு (ஏகவினக் கலவை)

3.5.3 மூலற்றிறன்

3.5.4 மூலர்த்திறன்

3.6 இரசாயனத் தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தல்.

3.6.1 செவ்வைபார்த்தல் / சரிபார்த்தல் முறையில் இரசாயனத் தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தல்.

3.6.2 ஒரு தாழ்த்தேற்று முறையின் தாக்கச் சமன்பாடுகளைச் சமப்படுத்துதல் / ஈடுசெய்தல்.

3.6.3 எளிய கருத்தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தல்.

3.7 கரைசல்களைத் தயாரித்தல்

3.8 இரசாயனத் தாக்கங்களை அடிப்படையாக உடைய கணித்தல்கள்

4.0	***s, p, d*** தொகுப்பு மூலகங்களின் இரசாயனம்......................................	137-192
	s தொகுப்பு மூலகங்கள்	
4.1	கூட்டம் 1 மூலகங்கள்..	137
4.1.1	கூட்டப்போக்குகள்	
4.1.2	கூட்டம் 1 மூலகங்களின் தாக்கங்கள்	
4.1.3	உப்புகளின் வெப்பவுறுதித் தன்மை	
4.1.4	கூட்டம் 1 உப்புகளின் கரைதிறன்	
4.1.5	சுவாலைப் பரிசோதனை	
4.2	கூட்டம் 2 மூலகங்கள்..	143
4.2.1	கூட்டப் போக்குகள்	
4.2.2	காரமண் கூட்ட 2 மூலகங்களின் தாக்கங்கள்	
4.2.3	உப்புகளின் வெப்பவுறுதித்தன்மை	
4.2.4	கூட்டம் 2 உப்புகளின் கரைதிறன்	
4.2.5	சுவாலைப் பரிசோதனை	
	p தொகுப்பு மூலகங்கள்	
4.3	கூட்டம் 13 மூலகங்கள்...	147
4.3.1	கூட்டப் போக்குகள்	
4.3.2	அலுமினியம்	
4.4	கூட்டம் 14 மூலகங்கள்...	149
4.4.1	கூட்டப்போக்குகள்	
4.4.2	வைரமும், காரீயமும்	
4.4.3	காபன் ஓரோட்சைட்டு, காபன் ஈரொட்சைட்டு	
4.4.4	காபனின் ஒட்சோ அமிலம்	
4.5	கூட்டம் 15 மூலகங்கள்...	152
4.5.1	கூட்டப்போக்குகள்	
4.5.2	நைதரசனின் இரசாயனம்	
4.5.3	நைதரசனின் ஒட்சோ அமிலங்கள்	
4.5.4	அமோனியாவும், அமோனியம் உப்புகளும்	
4.6	கூட்டம் 16 மூலகங்கள்...	158
4.6.1	கூட்டப்போக்குகள்	
4.6.2	கூட்டம் 16 இன் ஐதரைட்டுக்கள்	
4.6.3	ஒட்சிசன்	
4.6.4	கந்தகம்	
4.6.5	ஒட்சிசனைக் கொண்டிருக்கும் சேர்வைகள்	
4.6.6	ஐதரசன்பெரொக்சைட்டு	
4.6.7	கந்தகத்தைக் கொண்டிருக்கும் சேர்வைகள்	
4.6.8	கந்தகத்தின் ஒட்சி அமிலங்கள்	

4.7 கூட்டம் 17 மூலகங்கள்.. 164
4.7.1 கூட்டப்போக்குகள்
4.7.2 கூட்டம் 17 இன் எளிய சேர்வைகள்
4.7.3 குளோரினின் தாக்கங்கள்

4.8 கூட்டம் 18 மூலகங்கள்.. 169
4.8.1 கூட்டப்போக்குகள்
4.8.2 கூட்டம் 18 மூலகங்களின் எளிய சேர்வைகள்

4.9 s, p தொகுப்பு மூலகங்களினால் காட்டப்படும் ஆவர்த்தனப் போக்குகள்... 170
4.9.1 வலுவளவோட்டு இலத்திரனிலையமைப்பு
4.9.2 உலோக இயல்பு
4.9.3 நீர், அமிலங்கள், மூலங்கள் என்பவற்றுடன் மூன்றாம் ஆவர்த்தன ஒட்சைட்டுகளின் தாக்கங்கள்
4.9.4 ஐதரொட்சைட்டுகள் மற்றும் ஐதரைட்டுகள் என்பவற்றின் அமில, மூல ஈரியல்பு நடத்தைகள்
4.9.5 மூன்றாம் அவர்த்தனத்தின் குறுக்கே ஏலைட்டுகளின் இயல்பு

d தொகுப்பு மூலகங்கள்.. 174
4.10 தாண்டல் மூலகங்கள்
4.10.1 இருக்கை
4.10.2 நான்காம் ஆவர்த்தன d தொகுப்பு மூலகங்களின் இயல்புகள்
4.10.3 d தொகுப்பு மூலகங்களின் ஒட்சைட்டுக்கள்
4.10.4 தெரிவு செய்யப்பட்ட சில d தொகுப்பு ஒட்சைட்டுக்களின் இரசாயனம்
4.10.5 தாண்டல் உலோக அயன்களின் இணைப்புச் சேர்வைகள்
4.10.6 எளிய, சிக்கல் அயன்கள், சேர்வைகள் என்பவற்றின் பெயரீடு
4.10.7 சிக்கல்களின் நிறங்களைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
4.10.8 d தொகுப்பு மூலகங்களின் முக்கியத்துவம்.
4.10.9 தெரிவு செய்யப்பட்ட d தொகுப்பு மூலகங்களின் கற்றயன்களிற்கான இனங்காணும் பரிசோதனைகள்

1. அணுக்கட்டமைப்பு

உள்ளடக்கம்

1.1 சடத்தின் அணுக்கொள்கை
- 1.1.1 கதோட்டுக் கதிர்களின் இயல்புகள் (பரிசோதனை அவதானங்கள்)
- 1.1.2 அணுவின் கரு
- 1.1.3 நேர்க் கதிர்களின் இயல்புகள் (பரிசோதனை அவதானங்கள்)
- 1.1.4 இரதபோர்ட்டின் பொற்தகட்டு சோதனை
- 1.1.5 அணுவெண், சமதானிகள் மற்றும் திணிவெண்
- 1.1.6 அணுத்திணிவலகு
- 1.1.7 ஒரு மூலகத்தின் சராசரி அணுத்திணிவு மற்றும் தொடர்பாக திணிவு
- 1.1.8 அயன்கள்

1.2 மின்காந்த கதிர்வீசல் மற்றும் சடத்தின் அலையொத்த இயல்புகள்
- மின்காந்த கதிர்வீசல் இயல்புகள் [கதி(c), அலைநீளம் (λ), அதிர்வெண் (ν), சக்தி (E)]
- 1.2.1 சக்திச்சொட்டாக்கம்
  - மின்காந்த நிறமாலை
  - $c=\nu\lambda$ மற்றும் $E=h\nu$
  - $E=h\nu$, $\lambda=\dfrac{h}{mv}$
  - சடத்தில் அலை - துணிக்கைத் துவித இயல்பு

1.3 அணுக்களின் இலத்திரன் சக்தி மட்டங்கள்
- மூலகங்களின் தொடர் அயனாக்கசக்தி மாற்றங்கள்
- 1.3.1 ஐதரசன் நிறமாலை
  - சக்திமட்டங்களின் இலத்திரன்கள் காணப்படல்
- 1.3.2 ஓபிற்றல்களின் வடிவங்கள்
- 1.3.3 ஓபிற்றல்களும் சக்திச் சொட்டெண்களும்
  - பிரதான சக்திச் சொட்டெண் (n)
  - கோண உந்தச் சக்திச்சொட்டெண்(l)
  - காந்தச் சக்திச் சொட்டெண் (m_l)
  - கறங்கற் சக்திச்சொட்டெண் (m_s)

1.4 இலத்திரனிலையமைப்பு
- 1.4.1 அபாவு தத்துவம் (கட்டியெழுப்பற் கோட்பாடு)
- 1.4.2 பௌலி தவிர்க்கைக் கோட்பாடு
- 1.4.3 ஹுண்டின் விதி
- 1.4.4 சுருக்கப்பட்ட இலத்திரனிலையமைப்பு

1.5 ஆவர்த்தன அட்டவணையைக் கட்டியெழுப்பல்
- ஆவர்த்தன அட்டவணையின் நீண்ட வடிவம்

1.6 ***s*** மற்றும் ***sp*** தொகுப்பு மூலகங்களின் ஆவர்த்தன போக்குகள்
- 1.6.1 அணுக்கள் மற்றும் அயன்களின் பருமன்கள்
  - வந்தர்வாலுசு ஆரை
  - பங்கீட்டு ஆரை
  - உலோக ஆரை
  - அணுவாரையின் ஆவர்த்தனப் போக்குகள்
  - அயன்களின் இலத்திரனிலை யமைப்புகள்
  - அயனாரையில் ஆவர்த்தனப் போக்ககள்
- 1.6.2 அயனாக்கற் சக்தி
  - முதலாம் அயனாக்க சக்திகளில் ஆவர்த்தனப் போக்குகள்
- 1.6.3 இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தி
- 1.6.4 இலத்திரனாட்டம்

சடத்தின் இயல்புகள், நடத்தை தொடர்பான கற்கையே இரசாயனம் ஆகும். பிரபஞ்சத்தின் பௌதிக பதார்த்தம் சடமாகும். இது வெளியை அடைப்பதும் திணிவு உடையதுமான எதுவாகவும் அமையலாம். எமது உலகிலுள்ள பதார்த்தங்கள் தமது இயல்புகளில் பெருமளவு வேறுபட்டு இருந்தபோதும், இரசாயனரீதியாக வேறுபட்ட சுமார் 100 மூலகங்களிலிருந்து மட்டும் ஆக்கப்பட்டன, ஆகவே இரசாயன ரீதியாக வேறுபட்ட சுமார் 100 வரை அணுக்களிலிருந்து உருவானவை ஆகும். (118 மூலகங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால் பாரம் கூடிய அணுக்கள் குறுகிய வாழ்வுடையன, அத்துடன் இயற்கையில் காணப்படுவதும் இல்லை)

1.1 சடத்தின் அணுக்கொள்கை

உலகம் உருவாக்கப்பட்ட அடிப்படைக் கூறுகளின் இயல்பு பற்றி முற்காலத் தத்துவவியலாளர்களால் நோக்கப்பட்டது. எம்பிடோக்லஸ் (Empedocles) (கி.மு. 440) இனால் மண் (நிலம்), நெருப்பு, வளி, நீர் என்பவற்றால் எல்லாப் பொருட்களும் ஆக்கப்பட்டன என நம்பப்பட்டது. அத்துடன் இந்துக்களால் மேற்கூறப்பட்ட நான்கு மூலகங்களுடன் வெளியாலும் (ஆகாயம்) ஆனது என நம்பப்பட்டது. எவ்வாறு இருப்பினும் திமோகிறீற்றஸ் (கி.மு. 460-370) அத்துடன் வேறு கிரேக்க தத்துவவியலாளர்களும் ''பிரிக்க முடியாதது" அல்லது ''வெட்டப்படமுடியாதது" என்று கருத்துப்பட அமைந்த அற்றமோஸ் (atomos) அணு எனப்பட்ட பிரிக்கமுடியாத, மிகச்சிறிய துணிக்கைகளால் உலகப் பதார்த்தங்கள் ஆக்கப்பட்டன என விபரித்தனர்.

இருந்தபோதும், பின்னர், பிளேட்டோவும் அரிஸ்டோட்டிலும் வகுத்த முற்றிலும் பிரிக்க முடியாத துணிக்கைகள் இருக்கமுடியாது எனும் அரிஸ்டோட்டிலின் தத்துவம் முதன்மை பெற்று பல நூற்றாண்டுகளாக மேலைக் கலாச்சாரத்தின் அணு என்ற பார்வை நலிவடைந்தது.

1808 இல் ஆங்கில விஞ்ஞானியும் பாடசாலை ஆசிரியருமான ஜோன் தாற்றன் (John Dalton 1766-1844) என்பவர் நாம் அணுக்கள் என அழைக்கின்ற சடத்தின் மேலும் பிரிக்க முடியாத கட்டிடத்துண்டுகளிற்கு ஏற்றுக் கொள்ளத்தகு வரைவிலக்கணம் ஒன்றினை வகுத்தார்.

தாற்றனின் அணுக்கொள்கை நான்கு விடயங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

1. அணுக்கள் என அழைக்கப்படும் மிகவும் சிறிதான மேலும் பிரிக்கமுடியாத துணிக்கைகளால் மூலகங்கள் ஆக்கப்பட்டன.
2. தரப்பட்ட ஒரு மூலகத்தின் எல்லா அணுக்களும் (திணிவு, பருமன்) ஒத்தன. ஆனால் ஒரு மூலகத்தின் அணுக்கள் மற்ற எல்லா மூலக அணுக்களிலும் வேறுபட்டன.
3. தரப்பட்ட ஒரு மூலகத்தின் அணுக்கள் வேறொரு மூலகத்தின் அணுக்களாக இரசாயன ரீதியில் மாற்றப்பட முடியாது. இரசாயனத் தாக்கங்கள் மூலம் அணுக்களை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது.
4. வெவ்வேறு மூலகங்களின் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட அணுக்களால் எளிய முழுவெண் விகிதத்தால் ஆக்கப்பட்ட சேர்மானமே சேர்வைகள் ஆகும்.

தாற்றனின் அணுமாதிரியானது ''கோல்ப் பந்து மாதிரி'' (Golf ball model) என அழைக்கப்படுகின்றது.

(a)

(b)

உரு 1.1**(a)** ஜோன் தாற்றன் உரு 1.1**(b)** கோல்ப் பந்து மாதிரி

ஜோன்ஸ்ரன் ஜி. ஸ்ரோனி (Johnstone G. Stoney 1826-1911) என்பவர் 1891 இல் மின்னைக் காவும் அடிப்படை அலகை ''இலத்திரன்'' எனப் பெயரிட்டார். ஆனாலும் இருப்பினைக் காட்ட எவ்வொரு பரிசோதனைச் சான்றும் இருக்கவில்லை. 1800 களின் நடுப்பகுதியிலிருந்து ஏறக்குறைய வெற்றிடமாக வளியகற்றப்பட்ட கண்ணாடிக் குழாய்களில் மின்னிறக்கம் தொடர்பான கற்கைகளை ஆரம்பித்தனர். இவ்வமைப்பினைப் பிரித்தானிய இரசாயனவியலாளரும் பௌதிக வியலாளருமாகிய சேர் வில்லியம் குருக்ஸ் (Sir William Crookes 1832-1919) கண்டுபிடித்ததுடன் இது குருக்ஸ் குழாய் அல்லது கதோட்டுக்குழாய் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது.

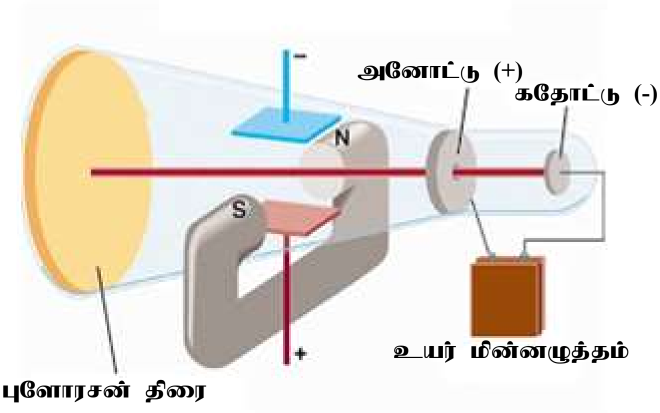
உரு 1.2 ஒரு கதோட்டுக் கதிர்குழாய்

உயர் மின்னழுத்த முதலுடன் இரு மின்வாய்கள் இணைக்கப்பட்டபோது கதோட்டு என அழைக்கப்படும் வெப்பமாக்கப்பட்ட மறைஏற்றப்பட்ட தகடானது கண்ணுக்கு புலப்படாத, பிரிக்க முடியாத கதிர்வீசல் கற்றைகளை உருவாக்கும். இக்கதிர்களைப் பார்க்முடியாதாயினும் இக்கதிர்கள் தாழமுக்கத்தில் உள்ள வாயுவொன்றின் ஒளிர்வுக்குக் காரணமாகக்கூடியது. அத்துடன் ஒளிவீசும் மற்றைய பதார்த்தங்களையும் ஆக்கக்கூடியது. கதோட்டிலிருந்து வீசப்பட்ட கதிர்ப்புகள் ஆதலால் இது ''கதோட் கதிர்கள்'' எனப் பெயர் வழங்கப்பட்டது.

பின்பு இக்கதிர்கள் காந்தப்புலத்தில் விலகலுக்கு உள்ளாக்கப்பட முடியும் எனவும் மறைஏற்றத்தைக் காவுகின்றது எனவும் அறியப்பட்டது. சில விஞ்ஞானிகள் இக்கதிர்களை அலைகள் எனவும் வேறு சிலர் இவை துணிக்கைகள் எனவும் கருதினர்.

பிரித்தானிய விஞ்ஞானp (British Scientist) ஜெ. ஜெ. தொம்சன் (J. J. Thomson) (1856-1940) என்பவர் இக்கதோட்டுக் கதிர்கள் கதோட்டுப் பதார்த்தத்தில் தங்கியுள்ளனவல்ல என அவதானித்ததுடன் 1897 இல் இக்கதோட்டுத் துணிக்கைகள் மறைஏற்றமுடைய துணிக்கைகள்

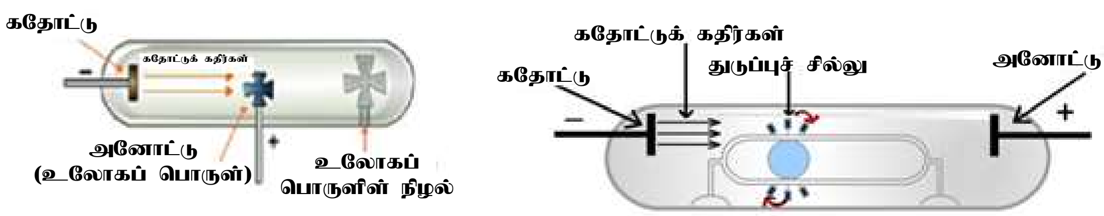
எனவும் விபரித்தார். இவர் துளையுள்ள ஒரு அனோட்டையுடைய கதோட்டுக் குழாய் ஒன்றைப் பயன்படுத்தினார். பரிசோதனை அளவீடுகளின்படி இலத்திரன்களின் மின்னேற்றத்திற்கும் அதன் திணிவிற்கும் இடையிலான விகிதம்; 1.76×10^8 கூலோம் கிராம்$^{-1}$ (Cg^{-1}) எனப் பின்னர் இவர் கணித்தார்.



உரு 1.3 தொம்சனின் கதோட்டுக்குழாய்

1.1.1 கதோட்டுக் கதிர்களின் இயல்புகள் (பரிசோதனை அவதானங்கள்)

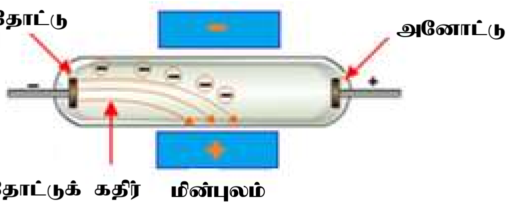
- கதோட்டுக்கதிர்கள் நேர்கோட்டில் செல்கின்றன. ஒரு ஒளிபுகவிடாப் பொருள், உலோகச் சிலுவை போன்றதொன்று ஒரு மின்னிறக்கக்குழாய் ஒன்றில் கதோட்டுக்கதிர் பாதையில் வைக்கப்பட்டபோது கதோட்டுக்கு எதிர்ப்புற முடிவிடத்தில் உலோகச் சிலுவையின் ஒரு நிழல் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. இந்த நிழல் ஏற்படுத்தப்படல் இக்கதிர்கள் நேர்கோட்டில் செல்வதற்குச் சான்றாகும்.



உரு 1.4 கதோட்டுக்கதிரின் இயல்புகள்

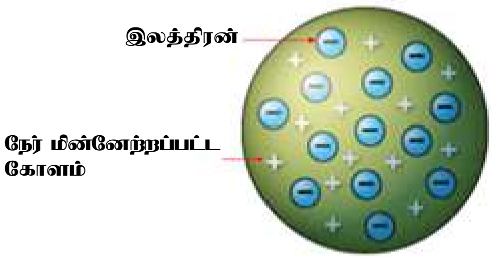
- திணிவும் இயக்கசக்தியும் கொண்ட துணிக்கைகளின் கற்றைகளே கதோட்டுக்கதிர்களாகும். ஒரு மின்னிறக்கக்குழாயில் கதோட்டுக் கதிர்களின் பாதையில் இலேசான துடுப்புச் சில்லு வைக்கப்பட்டபோது துடுப்புச்சில்லின் தகடுகள் சுழலும். இது இலத்திரன்கள் (கதோட்டுக்கதிர்கள்) உந்தத்தைக் கொண்டிருப்பதற்கு ஒரு சான்றாகக் கருதலாம். (எவ்வாறிருப்பினும் இம்முடிவில் ஒரு சந்தேகம் உண்டு. இங்கு குழாய் வெப்பமடைவதாலும் துடுப்புச் சில்லு சுழல முடியும் என்பதே அது)

- கதோட்டுக்குழாயின் பாதையில் பிரயோகிக்கப்படும் ஒரு மின்புலத்தில் இவை நேர்ஏற்றமுள்ள தகட்டை நோக்கி தனதுபாதையில் விலகல் அடைவதால் கதோட்டுக் கதிர்கள் மறைஏற்றமுடைய துணிக்கைகள். இவை காந்தப் புலத்தினால் பாதிக்கப்பட்டு காந்தப்புலத்திற்குச் செங்குத்தாக தனதுபாதையில் எந்வொரு மறையேற்றமுள்ள துணிக்கைகள் காட்டும் விலகலை ஒத்ததாக விலகல் அடையும். ஆகவே இலத்திரன்கள் மறைஏற்றமுடையன எனும் முடிவுக்கு இதுவும் ஒரு சான்றாகும்.



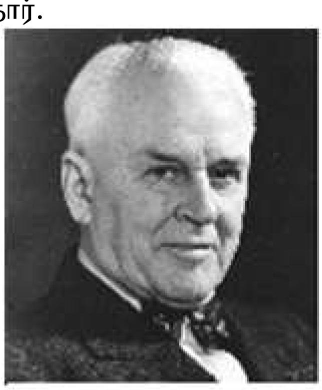
உரு 1.5 புறத்திலுள்ள மின்புலமொன்றுடன் கதோட்டுக்கதிரின் இடைத்தாக்கம்

- கதோட்டுக் கதிர்களின் இயல்பானது மின்னிறக்கக்குழாயில் எடுக்கப்பட்ட வாயுவிலோ அல்லது கதோட்டுப் பதார்த்தத்திலோ தங்கியிருப்பதில்லை.
- வெவ்வேறு வாயுக்களிலிருந்து பெறப்படும் கதோட்டுத் துணிக்கைகளின் ஏற்றத்திற்கும் திணிவிற்கும் இடையிலான விகிதம் (e/m விகிதம்) திருத்தமாக ஒரே அளவாகும்.



உரு 1.6 **J. J.** தொம்சனும் அவரின் மாதிரியும் (காட்டுரு)

1899 இல் ஜெ. ஜெ. தொம்சன் என்பவர் தனது கண்டுபிடிப்புகளிலிருந்து "பிளம் புடிங;" அணுக் கட்டமைப்புக் கொள்கையைக் கொடுத்தார். 1909 இல் நெய்த்துளி சோதனையிலிருந்து றொபேட் மில்லிக்கன் (Robert Milikan, 1868 - 1953) ஒரு இலத்திரனின் ஏற்றம் 1.602×10^{-19}C எனக் கணிப்பதில் வெற்றி பெற்றார். பின்பு தனது பரிசோதனைப் பெறுமானத்தையும் தொம்சனின், ஏற்றத்திற்கும் - திணிவிற்குமிடையிலான விகிதத்தையும் பயன்படுத்தி இலத்திரனின் திணிவைக் கணித்தார்.



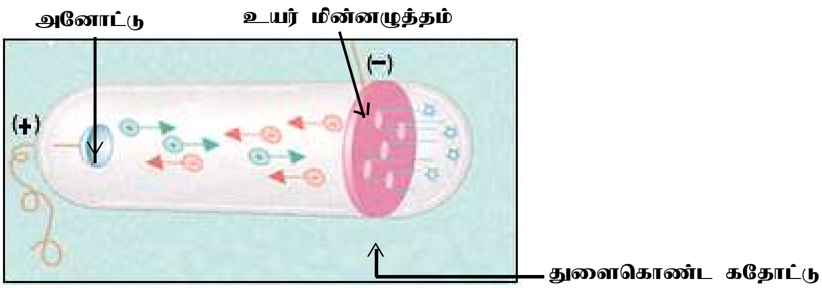
இலத்திரனின் திணிவு $= \dfrac{1.602\times10^{-19}C}{1.76\times10^{8}C/g} = 9.10\times10^{-28}g$

உரு 1.7 றொபேர்ட் மில்லிக்கன் மற்றும் ஓர் இலத்திரனின் திணிவும்

இத்திணிவானது ஒரு ஐதரசன் அணுவின் (மிகவும் இலேசான திணிவுடைய அணு) சுமார் $\frac{1}{1837}$ பங்காகும். ஒரு இலத்திரனின் சார்ஏற்றம் -1 ஆகும்.

1.1.2 ஓர் அணுவின் கரு

ஜேர்மன் பௌதிகவியலாளர் யூஜின் கோல்ட் ஸ்ரீன் (Eugen Goldstein) என்பவர் சடத்தில் நேர் ஏற்றமுள்ள துணிக்கைகளின் இருக்கையைப் பரிசோதனைரீதியாக நிருபித்தார். இவரின் பரிசோதனை தாழமுக்கத்தில் வளி அடைக்கப்பட்ட மின்னிறக்கக்குழாயில் துவாரமிடப்பட்ட கதோட்டுப் பயன்படுத்தப்பட்டது. சுமார் 10,000 வோற்று உயர் அழுத்தம் கதோட்டில் பிரயோகிக்கப் பட்டபோது துவாரமுள்ள கதோட்டின் பின்னால் வெளிறிய சிவப்பு ஒளிர்வு அவதானிக்கப்பட்டது. உயர் அழுத்தம் குழாயில் பயன்படுத்தப்பட்டபோது வாயுக்களில் பிரகாசமாகவுள்ள சிறிய எண்ணிக்கையான அயன்கள் மின்புலத்தால் வேகவளர்ச்சிக்குள்ளாக்கப்படுகின்றன. இவை வாயுக்களின் அணுக்களை மோதும்போது அவற்றிலிருந்து இலத்திரன்களை வெளியகற்றி மேலும் கூடிய நேரயன்களை உருவாக்குகின்றன. இவ்வயன்களும் இலத்திரன்களும் மீளவும் மேன்மேலும் அணுக்களை மோதி மேலும் நேரயன்களை உருவாக்குகின்றன. இந்நேர்த்துணிக்கைகள் யாவும் மறைக் கதோட்டினால் கவரப்படுவதுடன் சிலசில கதோட்டிலுள்ள துளைகளின் மூலம் வெளியேறுகின்றன. இவை கதோட்டின் துளைகள் அல்லது கால்வாய்களில் உருவாக்கப்படுவதனால் இந்நேர்க்கதிர்கள் "கால்வாய் கதிர்கள்" என கோல்ட் ஸ்ரீன் அழைத்தார். இவை திட்டமாக நேர்மின்வாய் அல்லது அனோட்டிலிருந்து உருவாக்கப்படாதவையாயினும் இக்கதிர்கள் நேர்மின்வாய் அல்லது அனோட்டின் அருகே உருவாக்கப்படுவதால் இவை நேர்க்கதிர்கள் எனவும் அறியப்பட்டன.



உரு 1.8 துவாரமுடைய கதோட்டை உடைய கதோட்டுக்குழாய்

1.1.3 நேர்க்கதிர்களின் இயல்புகள் (பரிசோதனை அவதானங்கள்)

- இவை நேர்கோட்டில் செல்வதுடன் தனது பாதையில் வைக்கப்பட்ட பொருளின் நிழலையும் கொடுக்கின்றன.
- தமது பாதையில் வைக்கப்பட்ட பற்சில்லை இவற்றால் அசைக்கமுடியும்.
- கால்வாய் கதிர்கள் நேர்ஏற்றப்பட்டவை என்பதுடன் அனோட்டுக் கதிர்களின் பாதையில் ஒரு மின்புலத்தைப் பிரயோகிக்கும்போது அவை மறைஏற்றத் தகட்டை நோக்கி விலக்கப்பட்டன.

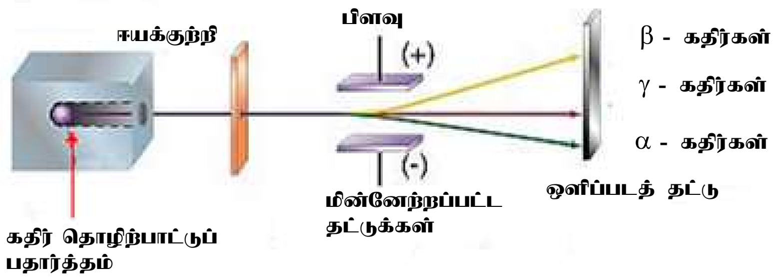
- அனோட்டுக் கதிர்களின் இயல்புகள் மின்னிறக்கக்குழாயில் எடுக்கப்பட்ட வாயுவில் தங்கியுள்ளது. வெவ்வேறு வாயுக்கள் தருகின்ற வெவ்வேறு நேர்க்கதிர்கள் வேறுபட்ட திணிவு-களும் வேறுபட்ட ஏற்றங்களையும் கொண்டவையாகும். ஆகவே வேறுபட்ட வாயுக்களிலிருந்து பெறப்படும் நேர்க்கதிர்களின் e/m விகிதம் ஒரு மாறிலியன்று.

1907 இல் காந்தப்புலத்தில் எவ்வாறு விலகலுக்குள்ளாக்கப்ப'டுகின்றன என்பது தொடர்பான கற்கையிலிருந்து இங்கு உருவாக்கப்பட்ட துணிக்கைகள் ஒரே திணிவுடையன அல்ல என அறியப்பட்டன. சிறிது ஐதரசன் வாயு உள்ள குழாயில் உருவாக்கப்பட்ட மிகக்குறைந்த திறனுடைய துணிக்கையானது இலத்திரனின் திணிவைப்போல் ஏறக்குறைய 1840 மடங்குடையது. இவை புரோத்தன்கள் ஆகும். புரோத்தனின் சார்புத் திணிவு 1 amu ஆகும். ஒரு புரோத்தனின் திணிவு **1.672×10^{-24} g** அல்லது **1.007276 amu** (அணுத்திணிவுஅலகு) அல்லது **Da (Dalton).**

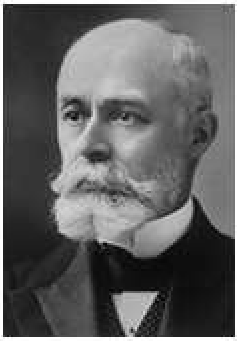
புரோத்தனின் ஏற்றமானது இலத்திரனின் ஏற்றத்திற்குச் சமமும் எதிரானதுமாகும். ஆகவே புரோத்தனின் தனியான நேர்ஏற்றம் 1.6×10^{-19} ஆக நேர்ஏற்றத்தில் அமையும். இதுவே எந்தத் துணிக்கையும் காவுகின்ற ஆகச் சிறிய நேர்ஏற்றம், இது ஒரு அலகு நேர்ஏற்றம் எனக் கொள்ளப்படும். புரோத்தனின் சார்பு ஏற்றம் **+1** ஆகும்.

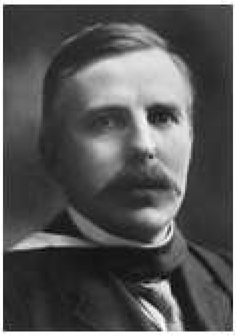
பிரான்ஸ் விஞ்ஞானி ஹென்றி பெக்ரல் (Hentry Bequeral 1852 - 1906) என்பவரால் 1896 இல் கதிர்வீசல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையைத் தொடர்ந்து, பிரித்தானிய பௌதிகவியலாளர் பிரபு ஏர்னஸ்ட் இரதபோட் (Lord Ernest Rutherford 1871 - 1909) என்பவரால் கதிரியக்கப் பதார்த்தங்களால் அல்பா (α), பீற்றா (β), காமா (γ) என்னும் மூன்று வகை கதிர்ப்புகளின் α, β,γ வெளிவீசல் காட்டப்பட்டது. α, β கதிர்ப்புகளின் பாதை மின்புலத்தால் வளைக்கப்படும்.

அல்பா (α) கதிர்கள் நேர்ஏற்றமுள்ள துணிக்கைகளைக் கொண்டிருப்பதனால் α- துணிக்கைகள் என அழைக்கப்பட்டதுடன் நேர்ஏற்றப்பட்ட தகட்டால் விலகலுக்கு உள்ளாக்கப்படுகின்றன. பீற்றா β கதிர்கள் அல்லது β - துணிக்கைகள் இலத்திரன்கள், அவை மறைஏற்றத் தகட்டால் விலகலுக்கு உள்ளாக்கப்படுவன. மூன்றாவது வகை கதிர்ப்பாக அமையும் கதிர்வீசல் உயர்சக்திக்குரிய கதிர்ப்புகள் இவை காமா (γ) கதிர்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. காமா (γ) கதிர்கள் ஏற்றமற்றன. ஆதலால் X- கதிர்களை ஒத்தன, அத்துடன் புறத்திலுள்ள மின் அல்லது காந்தப் புலங்களினால் பாதிப்புறாதன.



உரு 1.9 ஒரு மின்புலத்தில் அல்பா (α), பீற்றா (β), காமா (γ) கதிர்ப்புகளின் நடத்தை

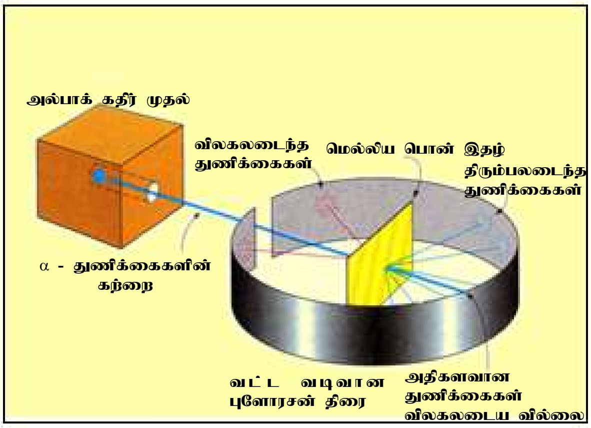


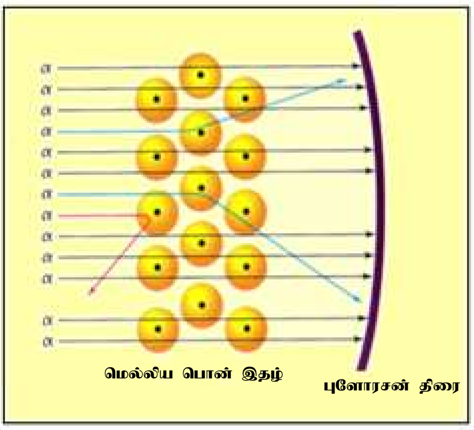


உரு 1.10 ஹென்றி பெக்ரல் **Hentry Bequeral** ஏர்னஸ்ட் இரதபோட் பிரபு **Lord Ernest Rutherford**

1.1.4 இரதபோட்டின் பொன் இதழ் பரிசோதனை

1908 - 09 இல் அவருடன் இணைந்து ஜோகானெஸ் ஹான்ஸ் வில்கெம் கெய்கர் (Johannes Hans Wilhem Geiger 1882 - 1945) என்ற ஜேர்மானிய பௌதிகவியலாளர் இவர்களுடன் பட்டநெறி பயிலும் ஏர்னெஸ் மார்ஸ்டென் (Ernest Marsden) உம் மேற்கொண்ட ஒரு தொடர் பரிசோதனைகளில் பொன் அல்லது வேறு உலோகங்களின் மிக மெல்லிய தகடுகளை (இதழ்களை) கதிர்வீசல் முதல் ஒன்றிலிருந்து உருவாக்கப்படும் α- துணிக்கைகளின் இலக்காகப் பயன்படுத்தினார்.

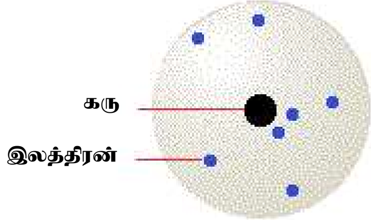




உரு 1.11 இரதபோட்டின் பொன் இதழ் பரிசோதனை

பெரும்பான்மையான துணிக்கைகள் விலகல் எதுவுமின்றி அல்லது ஒரு சிறிய விலகலுடன் மட்டும் அவ் இதழ்களினூடு ஊடுருவியமையை அவதானித்தனர். அத்துடன் சில α- துணிக்கைகள் பெரிய கோணங்களில் சிதறப்பட்டன. (அல்லது விலகலுக்குள்ளாக்கப்பட்டன.) மிகச் சிறிய α-துணிக்ககைகள் அனைத்தும் தாம் வந்த வழியே பின்னடைந்தன. இப்பரிசோதனை முடிவுகளை விளக்கும்போது, இரதபோட் ஒரு புதிய அணு மாதிரியை முன்வைத்ததுடன் அணுவின் பெரும்பகுதி வெற்றிடமாக அமையும் எனவும் குறிப்பிட்டார். இக்கட்டமைப்பே α-துணிக்கைகள் சிறிய அல்லது விலகலின்றிய பொன்இதழ்களுக்குச் செல்ல அனுமதிக்கின்றது. ஆகவே இரதபோட்டின் முன்மொழிவின்படி ஒரு அணுவின் நேர்ஏற்றங்கள் யாவும் கருவில் செறிவாக்கப்பட்டிருந்ததுடன், அணுவில் ஒரு அடர்த்தி கூடிய சிறியதொரு மைய அகனிப் பகுதியும் (core) உண்டெனக் காட்டப்பட்டது. இருந்தபோதும் இச்சிதறல் பரிசோதனையில் ஒரு α- துணிக்கையானது கருவிற்கு அண்மையில் வந்தபோது அது கூடிய தள்ளுகை விசையை

அனுபவித்தமையால் கூடியளவு விலகலுக்குள்ளாக்கப்பட்டது. மேலும் கருவை நோக்கி நேரடியாகச் செல்லும் ஒரு α- துணிக்கை யானது கூடியளவு தள்ளுகையை அனுபவித்தமையால் இயங்கும் துணிக்கையின் திசைக்கு எதிராக முற்றாகத் திரும்பியது.

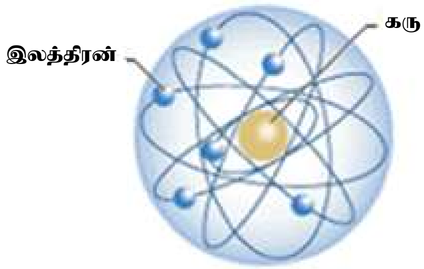


உரு 1.12 இரதபோட்டின் மாதிரி (1911)

பிரதானமாகத் திணிவு நிறமாலையினை அடிப்படையாகக் கொண்டு அணுக்களின் திணிவுகள் அவற்றிலுள்ள புரோத்தன்கள், இலத்திரன்களின் திணிவுகளிலிருந்து பெருமளவு கூடுதலாகக் காணப்படுவதாக அறிந்தமையைத் தொடர்ந்து கற்கைகளினால் 1932 இல் சேர் ஜேம்ஸ் சாட்விக் (Sir James Chadwick 1891 - 1972) எனும் பிரித்தானிய விஞ்ஞானி நியூத்திரனைக் கண்டு பிடித்தார். நியூத்திரன் ஒன்றின் ஏற்றம் 0 (பூச்சியம்) உம் திணிவு 1.6749×10^{-24}g அல்லது 1.008665 amu ஆகவும் உண்டு.

உரு 1.13 ஜேம்ஸ் சாட்விக் நீல்ஷ் போர்

இரதபோட்டின் காலத்திலிருந்து அணுக்கருக்கள் தொடர்பாகப் பௌதிகவியலாளர்கள் மேன்மேலும் கற்கைகளைத் தொடர்ந்தார்கள். 1913 இல் நீல் ஹென்றிக் டேவிட் போர் (Niels Hentrick David Bohr 1885 - 1962) எனும் பௌதிகவியலாளர், அக்காலத்தில் பெறப்பட்ட சிந்தனைகளை இணைத்துச் சூரியனைச் சூழக் கிரகங்கள் சுற்றி வருவது போலக் கருவைச் சூழ இலத்திரன்கள் ஒழுக்குகளில் அமையும் என முடிவு செய்தார்.



உரு 1.14 போரின் மாதிரியுரு

இலத்திரன்கள் ஒழுக்குகளில் வரிசைப்படுத்து வதற்குக் கருவிற்கும் இலத்திரனிற்கும் இடையேயான நிலைமின் கவர்ச்சிகள் மையநாட்ட விசைக்குச் சமமாக அமைந்து இருத்தல் அவசியம் என அவர் முடிவு செய்தார். வேறுவகையில் கூறுவதானால் இலத்திரன்கள் கருவைச் சுற்றி ஒரு மாறாவேகத்தில் மாறா இடைத்தூரத்தினை பேணியவண்ணம் பயணிக்கின்றன. அவர் அறிமுகப்படுத்திய மாதிரியானது இரதபோட் - போர் மாதிரி அல்லது போரின் மாதிரி எனப்படும். கருவில் காணப்படும் துணிக்கைகள் நியூக்கிளியோன்கள் எனப்படும். ஆகவே இவை புரோத்தன்களையும் நியூத்திரன்களையும் உள்ளடக்கியவை ஆகும். ஒரு நியூக்கிளைட் (Nuclide) என்பது ஒத்த எண்ணிக்கையான புரோத்திரன்களையும் நியூத்திரன்களையும் கொண்ட ஒரு அணுவின் கருவாகும். ஆகவே நியூக்கிளைட்டுகள், நியூக்கிளியோன் துணிக்கைகளால் அமைந்தனவாகும்.

1.1.5 அணுவெண், சமதானிகள் இவற்றுடன் திணிவு எண்

இரதபோட்டுடன் இணைந்து செயற்பட்ட ஒரு ஆங்கிலப் பௌதிகவியலாளர் ஹென்றி ஜவின் ஜெப்ரி மோஸ்லி (Henry Gwymn Jeffery Moseley 1887 - 1915) என்பவர், அணுக்களில் கருவிலுள்ள நேர்ஏற்றங்கள் தனி இலத்திரன் அலகுகளால் அதிகரிக்கின்றன எனக் கண்டார். ஒவ்வொரு மூலகங்களின் அணுக்களும் அவற்றுக்கேயுரிய புரோத்தன் எண்ணிக்கையை உடையன. குறித்த எந்தவொரு மூலகத்தினதும் அணுவொன்றிலுமுள்ள புரோத்தன் எண்ணிக்கையானது அம்மூலகத்தின் அணுவெண் என அழைக்கப்படுகின்றது.

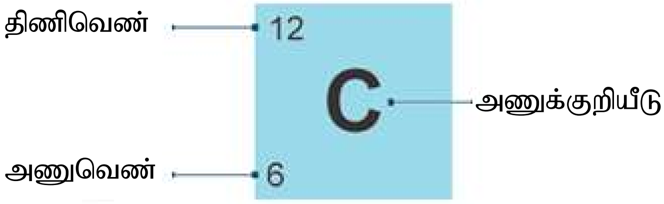
அணுவெண்(**Z**) = புரோத்தன் எண்ணிக்கை = ஒரு அணுவிலுள்ள இலத்திரன் எண்ணிக்கை

ஒரு அணு தேறிய மின்னேற்றம் அற்றது. ஏனெனில் அணு கொண்டுள்ள புரோத்தன் எண்ணிக்கைக்கு இலத்திரன் எண்ணிக்கை சமமாகும். உதாரணமாகக் காபனின் எல்லா அணுக்களும் ஆறு புரோத்தன்கள், ஆறு இலத்திரன்கள் கொண்டவை. அதேசமயம் ஒட்சிசனின் எல்லா அணுக்களும் எட்டுப் புரோத்தன்கள், எட்டு இலத்திரன்கள் கொண்டவை. ஆகவே காபனின் அணுவெண் 6 உம், ஒட்சிசனின் அணுவெண் 8 உம் ஆகும்.

பிரித்தானிய விஞ்ஞானிகளான J. J. தொம்சன், பிரான்சிஸ் வில்லியம்ஸ் அஸ்ரன் (Francis William Aston 1877 - 1945) ஆகியவர்களால் தயார்ப்படுத்தப்பட்ட "திணிவு நிறமாலை வரைபு" இனைப் பயன்படுத்தி 1912 - 13 இல் முதலாவது சமதானி (நேயனின்) கண்டறியப்பட்டது. தரப்பட்ட மூலகமொன்றின் அணுக்கள், தாம் கொண்டுள்ள நியூத்திரன் எண்ணிக்கையில் வேறுபடமுடியும். எனவே அவற்றின் திணிவுகளும் வேறுபடலாம். ஒரு அணுவிலுள்ள புரோத்தன் எண்ணிக்கையும் , நியூத்திரன் எண்ணிக்கையும் சேர்ந்து (நியூக்கிளியோன்) திணிவெண் என அழைக்கப்படும்.

திணிவு எண் (**A**) = புரோத்தன் எண்ணிக்கை (**Z**) + நியூத்திரன் எண்ணிக்கை.

ஒரு குறித்த அணுவைக் குறிப்பதற்கு அணுக்குறியீடுகளைப் பயன்படுத்தும்போது இடதுபக்கத்தின் மேல் திணிவு எண்ணும் இடதுபக்கத்தின் கீழ் அணுவெண்ணும் தரப்படும். எவ்வாறு இருப்பினும் குறியீடும் அதே தகவினைத் தருவதால் அணுவெண் குறிக்கப்படாதும் இருக்கலாம்.



உரு 1.15 காபனின் அணுக் குறியீடு

உதாரணம் 1.1: ^{197}**Au** இலுள்ள புரோத்தன், நியூத்திரன், இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை யாது?

விடை: மேலே குறிக்கப்படுவது திணிவுவெண் (புரோத்தன் + நியூத்திரன்கள்) ஆவர்த்தன அட்டணையிலிருந்து பொன்னின் அணுவெண் 79 ஆகும். ஆகவே ^{197}Au அணுவானது 79 புரோத்தன்கள் மற்றும் 79 இலத்திரன்கள் உடையதாகையால் 197 - 79 = 118 நியூத்திரன்களும் உடையது.

ஒரே அணுவெண்ணும் வேறுபட்ட திணிவெண்ணும் உடைய (அதாவது ஒரே அணுவெண் ஆனால் வேறுபட்ட திணிவு எண்) அணுக்கள் ஒன்று மற்றையதின் சமதானி (Isotope) எனப்படும்.

உதாரணமாகப் பெருமளவு காபன் அணுக்கள் ஆறு நியூத்திரன்களும் சில அதனிலும் கூடவும் உடையன. ஆறு புரோத்தன்களும் ஆறு நியூத்திரன்களும் உடைய திணிவு எண் 12 உடையன ^{12}C ஆகவும் ஆறு புரோத்திரன்களும் ஏழு நியூத்திரன்களுடன் திணிவுஎண் 13 உம் உடையன ^{13}C எனவும் ஆறு இலத்திரன்கள், எட்டு நியூத்திரன்களுடன் திணிவு எண் 14 உம் உடையன ^{14}C எனவும் குறிக்கப்படும். ஒரு மூலகத்தின் , இயற்கையிலுள்ள சமதானிகளில் உறுதியா-னவை, உறுதியான சமதானிகள் எனப்படுவதுடன் உறுதியற்றன கதிரியக்கச் சமதானிகள் எனவும் அழைக்கப்படும்.

1.1.6 அணுத்திணிவலகு

சடத்தின் மிகச் சிறிய துண்டுகள் அணுக்கள் ஆதலால் அவை திணிவுடையன. எவ்வாறிருப்பினும் இவற்றின் திணிவுகள் ஆகவும் சிறியனவாதலால் வசதிக்காக ஒன்றிணைந்த அணுத்திணிவு அலகு பயன்படும். இங்கு,

1u அல்லது 1Da (முன்பு amu) = $\frac{12g}{6.02214} \times \frac{1}{12} = 1.66054 \times 10^{-24}$ g

1 u = 1.66054×10^{-24}g உம் 1g = 6.02214×10^{23} u அல்லது Da

உம் ஆகும்.

இரசாயன ரீதியாகச் சேர்ந்தமையாத காபனின் ^{12}C திணிவின் திருத்தமாக $\frac{1}{12}$ பங்கானது ஒன்றிணைந்த அணுத்திணிவலகு என வரையறுக்கப்படும். இவ்வலகுகளில் ^{1}H அணுவுடைய திணிவு 1.0078 u அல்லது Da உம் ^{16}O அணுவின் திணிவு 15.9949 u அல்லது Da உம் ஆகும்.

1.1.7 ஒரு மூலகத்தின் சராசரி அணுத் திணிவு மற்றும் தொடர்பணுத்திணிவுகள்

இயற்கையிலுள்ள பல மூலகங்கள் சமதானிகளின் கலவையாகும். ஒரு மூலகத்தின் சராசரி அணுத்திணிவு, வழமையான அம்மூலகத்தின் அணுத்திணிவு என அழைக்கப்படுவது, சமதானிகளில் சார்வளன் பெறுமானத்தினால் (சமதானிகள் வளத்தின் பின்னத்தினால் fractional abundance) அவற்றின் திணிவுகளைப் பெருக்கிப் பெறப்படும் கூட்டுத்தொகையாகும்.

அணுத்திணிவு = Σ (சமதானியின் திணிவு × சமதானிகளின் வளப்பின்னம்)

உதாரணம் 1.2: இயற்கையில் காணப்படும் காபன் ஆனது 98.93% ^{12}C, 1.07% ^{13}C. அத்துடன் புறக்கணிக்கத்தக்களவு ^{14}C ஆலும் அமையும். இச்சமதானிகளின் தொடர்பணுத்திணிவுகள் முறையே 12u, (திருத்தமாக) 13.00335u, ஆகும். எனின் காபனின் சராசரி தொடர்பணுத்திணிவைத் துணிக.

விடை: காபனின் அணுத்திணிவு $= \mathbf{(0.9893 \times 12u) + (0.0107 \times 13.0033u)}$

$= \mathbf{12.01\ u\ or\ Da\ (amu)}$

தொடர்பணுத்திணிவு $= \mathbf{12.01}$

அணுத்திணிவானது ஒரு மூல் அணுக்களின் திணிவாகத் தரப்படும்போது ($g\ mol^{-1}$ அலகில்) அது ஒரு மூலகத்தின் அல்லது அணுவின் மூலர்த்திணிவு எனப்படும்.

$1g = 6.02214 \times 10^{23} amu$ அல்லது 1mol அணுக்கள் $= 6.02214 \times 10^{23}$ அணுக்கள்

ஆகவே, காபனின் மூலர்த்திணிவு $12.01\ g\ mol^{-1}$ ஆகும்.

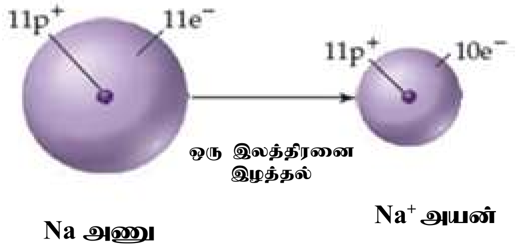
தொடர்பணுத்திணிவு **(Ar)** என்பது ஒரு அலகுகள் அற்ற பௌதிகக் கணியம். அத்துடன் ஒரு மூலகத்தின் அணுக்களில் சராசரித் திணிவினைக் காபன் -12 ஆயின் திணிவின் 1/12 இன் (ஒரு அணுத்திணிவலகு) விகிதமாகக் குறிப்பிடுவது ஆகும். ஆகவே காபனின் தொடர்பணுத்திணிவு 12.01 ஆகும்.

ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஒரு மூலகத்தின் தொடர்பணுத்திணிவானது அம்மூலகத்தின் குறியீட்டின் கீழ் குறிக்கப்படும்.

1.1.8 அயன்கள்

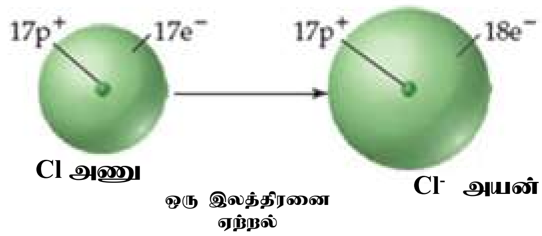
இரசாயனச் செயற்பாடுகளின்போது ஒரு அணுவின் கருவில் மாற்றம் அமையாது. ஆனால் சில அணுக்கள் இலத்திரன்களைப் பெற அல்லது இழக்க முடியும். ஒரு அணுவுடன் இலத்திரன்கள் சேர்க்கப்பட அல்லது அதிலிருந்து அகற்றப்பட உருவாக்கப்படும் ஏற்றமுள்ள துணிக்கை அயன் என அழைக்கப்படும். நேர்ஏற்றமுள்ள ஒரு அயன் கற்றயன் எனவும் மறைஏற்றமுள்ள அயன் அனயன் எனவும் அழைக்கப்படும்.

உதாரணம்: 11 புரோத்தன்களும் 11 இலத்திரன்களும் உடையதான சோடியம் அணு இலகுவாக ஓர் இலத்திரனை இழக்கிறது. விளைவுக் கற்றயனில் 11 புரோத்தன்களும் 10 இலத்திரன்களும் அமைவதன் விளைவாக அது தேறிய ஏற்றம் +1 உடையது. நேர்ஏற்றமுள்ள அயன் கற்றயனும் **(cation)** மறைஏற்றமுள்ள அயன் அனயனும் ஆகும்.



உரு 1.16 சோடியம் அணுவின் அயனாக்கம்

உதாரணம்: 17 புரோத்திரன்களும் 17 இலத்திரன்களும் அமைகின்ற ஒரு குளோரின் தாக்கங்களில் ஓர் இலத்திரனைப் பெற்று Cl^- அயனை உருவாக்க முடியும்.



உரு 1.17 குளோரின் அணுவின் அயனாக்கம்

ஒரு அயனின் தேறிய ஏற்றமானது அணுக்குறியீட்டில் வலதுபக்க மேல்மூலையில் குறிக்கப்படும். ஆகவே உதாரணமாக ஒரு பெரிக் அயனின் குறியீடு (3 இலத்திரனை இழக்கின்ற இரும்பின் அணு) ஆக அமைவது,

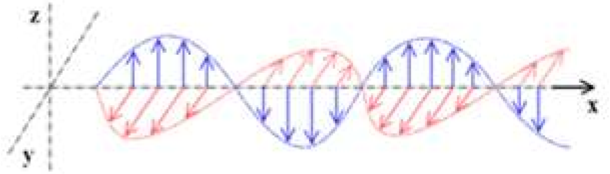
$$_{26}^{58}Fe^{3+}$$

இதற்கு மேலாக Na^+, Cl^-, போன்றன எளிய அயன்களாகும். ஒரு மூலக்கூறில் அணுக்களாக இணைந்திருப்பினும் NH_4^+ (அமோனியம் அயன்) SO_4^{2-} (சல்பேற்று அயன்) போன்ற பல்லணு அயன்கள் தேறிய நேர் அல்லது மறை ஏற்றமுடையன.

1.2 சடத்தின் மின் காந்தக் கதிர்வீசலும் அலைகள் போன்ற சடப்பொருள் இயல்புகளும்

தற்போது நாங்கள் விளங்கிக்கொள்கின்ற ஒரு அணுவின் இலத்திரன் நிலையமைப்பானது பதார்த்தங்கள் வெளிவீசுகின்ற அல்லது உறிஞ்சுகின்ற ஒளியில் பகுப்பினால் அறியப்பட்டன ஆகும்.

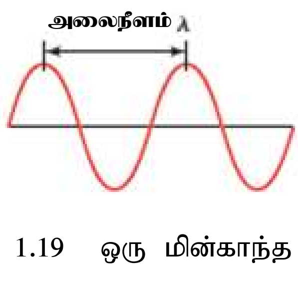
மின்காந்தக் கதிர்வீசல் (EMR) மின்காந்த அலைவுகளைக் கொண்டது. இவை மின், காந்தப்புலங்களின் ஒருங்கிணைந்த அலைவுகளால் ஒளியின் கதியுடன் வெற்றிடத்தில் விருத்தியாக்கலுக்குட்படுவனவாகும். ஒன்றிற்கொன்று செங்குத்தான இரு புலங்களின் இவ் வலைவுகள் விருத்தியாக்கப்படும் அலைவுகளினது திசைக்குச் செங்குத்தானதாகும்.



உரு 1.18 மின்காந்தக் கதிர்வீசல்

எமது கண்ணால் பார்க்கப்படும் ஒளி, கட்புலன் ஒளி ஒரு மின்காந்தக் கதிர்வீசலாகும். எல்லாவகை மின்காந்தக் கதிர்வீசல்களும் வெற்றிடத்தில் 2.998×10^8 ms^{-1} கதியுடையன. ஒளியின் கதி (c), அலையியல்புடையன. அலைகள் ஆவர்த்தனத்திற்குரியன. இதன் கருத்தானது இவற்றின் உச்சிகளும் தாழிகளும் ஒரு ஒழுங்கான இடைவேளைகளில் மீளக்கூடியன. அடுத்துள்ள இரு உச்சிகளின் இடைத்தூரம் (அல்லது அடுத்துள்ள இரு தாழிகளின் இடைத்தூரம்) அதன் அலைநீளம் (λ) எனப்படும். ஒரு புள்ளியை ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் கடந்து செல்கின்ற பூரண அலைநீளங்கள் அல்லது சக்கரங்களின் எண்ணிக்கையானது அவ்வலையின் அதிர்வெண் (ν) (மீடிறன்) ஆகும். ஒரு செக்கனில் ஏற்படும் சக்கரங்கள் எனபதனால் அதிர்வெண் அலகானது s^{-1} (persecond) அல்லது s^{-1} என்பதாக அல்லது **hertz** (Hz) அலகாக வெளிப்படுத்தப்படும்.

ஆகவே $c = \lambda\nu$



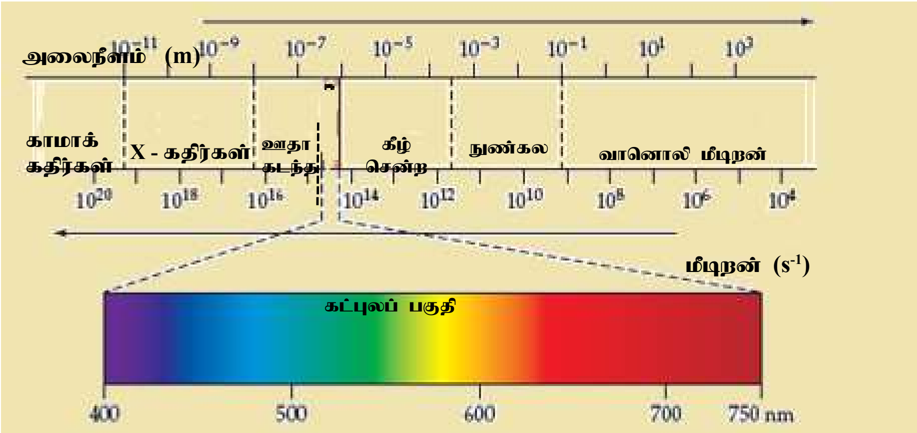
உரு 1.19 ஒரு மின்காந்த அலை

உதாரணம் 1.3: பொது இடங்களில் வெளிச்சமூட்டப் பயன்படும் சோடியம் ஆவி விளக்கினால் வழங்கப்படும் மஞ்சள் அலைநீளம் 589nm. இக்கதிர்ப்பின் அதிர்வெண்ணைக் கணிக்குக.

விடை:

$$v = \frac{c}{\lambda} = \left[\frac{3.00 \times 108 m/s}{589 nm}\right]\left[\frac{1 nm}{10^{-9} m}\right] = 5.09 \times 10^{14}\ s^{-1}$$

மின்காந்தக் கதிர்வீசலின் வெவ்வேறு வகைகள் அவற்றினது வெவ்வேறு அலைநீளங்களிலிருந்து வெவ்வேறுவகை இயல்புகளைக் கொண்டுள்ளன. மின்காந்த அலைகளை அவற்றின் அலைநீள ஏறுவரிசையில் ஒழுங்கமைத்துப் பெறப்படுவது மின்காந்த நிறமாலை ஆகும்.



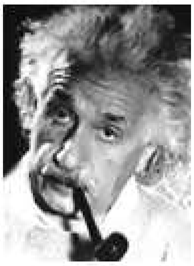
உரு 1.20 மின்காந்த நிறமாலை

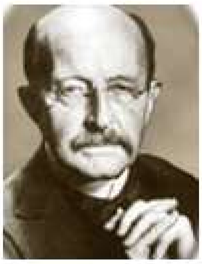
1.2.1 சக்திச் சொட்டாக்கம்

1900 இல் மக்ஸ் பிளாங் (1858 - 1947) என்ற ஒரு ஜேர்மானிய பௌதிகவியலாளர், சக்தியானது சொட்டாக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது அணுக்களால் சக்தியானது வெளிப்படுத்தப்படும்போதும் உறிஞ்சப்படும் போதும் தொடர்ச்சியற்ற சிறிய அளவுகளாக வெளிவிடப்படும் எனப் பிரேரித்தார். மின்காந்த அலையால் உறிஞ்சப்படும் அல்லது காலப்படும் மிகச் சிறிய சக்தியின் அளவானது சக்திச் சொட்டு ("திட்டமான அளவு" எனப் பொருள்படும்) எனப் பிளாங் பெயரிட்டார். ஒரு தனிச் சொட்டின் சக்தி, E ஆனது கதிர்வீசலின் அதிர்வெண்ணின் ஒரு மாறிலியின் மடங்காக அமையும் எனப் பிரேரித்தார்.

$$E = h\nu$$

மாறிலி h ஆனது பிளாங்கின் மாறிலி (Plank's constant) என அழைக்கப்படுவதுடன் அதன் பெறுமானம் 6.626×10^{-34} J s ஆகவும் அமையும்.





உரு 1.21 அல்பேட் ஐன்ஸரீன் **(Albert Einstein)** மக்ஸ் பிளாங் **(Max Plank)**

1905 இல் அல்பேட் ஐன்ஸ்ரீன் (1879 - 1955) பிளாங்கின் சக்திச் சொட்டுக் கொள்கையை விரிவாக்கியபோது, உலோக மேற்பரப்பிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்ப்புகள் மிகச்சிறிய சக்திப் பொதிகள் கற்றைகள் ஆகுமென உய்த்தறிந்தார். ஒவ்வொரு பொதியும் சக்தியின் துணிக்கைகள் போல் (particle of energy) அமைவதால் அவை போட்டோன்கள் என அழைக்கப்பட்டன. அத்துடன் ஒவ்வொரு போட்டோனும் (Photon) ஒளியின் அதிர்வெண்ணின் பிளாங்கின் மா-றிலியின் பெறுமான மடங்குகளாக அமையும்.

போட்டோனின் சக்தி = $E = h\nu$

உதாரணம் 1.4: 589nm அலைநீளமுள்ள ஒரு மஞ்சள் ஒளியின் ஒரு போட்டோனின் சக்தியைக் கணிக்குக.

விடை:

$$\nu = \frac{c}{l} = 5.09 \times 10^{14}\ s^{-1}$$

$$E = (6.626 \times 10^{-34}\ Js)\ (5.09 \times 10^{4} s^{-1}) = 3.37\ 10^{-19} J$$

ஒரு போட்டோன் வழங்கும் கதிர்ப்புச்சக்தி 3.37×10^{-19}J,

ஆகவே நாங்கள் ஒரு மூல் போட்டோனின் சக்தியைக் கணிப்பின்

$(6.02 \times 10^{23}$ photons/mol) $(3.37 \times 10^{-19}$ J/photon)

$= 2.03 \times 10^{5}$ J/mol சக்தி

ஐதரசன் அணுவிற்கான போரின் மாதிரியின் மேம்படுத்தலைத் தொடர்ந்து வந்த வருடங்களில், பரிசோதனைச் சூழ்நிலைகளில் தோற்றுகின்ற கதிர்ப்பானது அலை ஒத்த அல்லது துணிக்கை ஒத்த போட்டோன் இயல்புடையது என நிறுவப்பட்டது.

லூயிஸ் டி புரோக்லி (1892-1987) என்பார் தமது கருத்தை விருத்தியாக்கும்போது கதிர்ப்புச் சக்தியானது பொருத்தமான நிபந்தனைகளின் கீழ் துணிக்கைகளின் கற்றைகளாக நடப்பினும் சடமானது பொருத்தமான நிபந்தனைகளின் கீழ் அலையின் இயல்பைக் காட்டக்கூடியது. டி புரோக்லியின் பரிந்துரைப்பின்படி ஒரு அணுவின் கருவைச் சுற்றி அசையும் இலத்திரன் அலையின் நடத்தையை ஒத்திருப்பதுடன் ஒரு அலைநீளத்தையும் கொண்டுள்ளது. அவரது

பிரேரிப்பின்படி ஒரு இலத்திரன் அல்லது ஏதாவது ஒரு துணிக்கையின் அலைநீளமானது அதன் திணிவு m, மற்றும் அதன் வேகம் V என்பவற்றில் தங்கியுள்ளது.

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

இங்கு h பிளாங்கின் மாறிலி. எந்தவொரு பொருளின் mv எனும் கணியமானது அதன் உந்தம் (***p***) எனப்படும்.

டி புரோக்லியின் கருதுகோள்கள் எல்லாச் சடத்துக்கும் பொருத்தமாக அமைவதால், திணிவு m உம், வேகம் V உம் உடைய எந்தவொரு பொருளும் சடத்திற்கு அலைச் சிறப்பியல்பைக் கொடுக்கின்றது. எவ்வாறு இருப்பினும் சாதாரண அளவுடைய ஒரு பொருள், கோல்ப் பந்தைப் போன்ற ஒன்றிற்கு அதனுடன் இணைந்த அலைநீளமானது மிகவும் சிறிதாகையால் முற்றாக அவதானிக்கப்பட முடியாததும் ஆகும். இது ஒரு இலத்திரனிற்குப் பொருந்தாது ஏனெனில் அதன் திணிவு மிகச் சிறியது.

1.3 அணுக்களின் இலத்திரன் சக்தி மட்டங்கள்

தரைநிலையிலுள்ள தனியாக்கப்பட்ட வாயுநிலை அணு அல்லது அயனிலிருந்து ஓர் இலத்திரனை அகற்றத் தேவையான ஆகக்குறைந்த சக்தியானது அவ்வணு அல்லது அயனின் அயனாக்க சக்தி எனப்படும். அயனாக்க சக்தியின் அளவிலிருந்து எமக்குக் கூறப்படுவது யாதெனில் ஒரு இலத்திரனை அகற்ற எவ்வளவு சக்தி தேவைப்படுகிறது; அயனாக்க சக்தி கூடியது எனின் ஒரு இலத்திரனை அகற்றல் மிகக் கடினம் என்பதாகும்.

தரப்பட்ட மூலகத்தில் அடுத்தடுத்த இலத்திரன்கள் அகற்றப்படும்போது அயனாக்க சக்திகள் அதிகரிக்கின்றன. இப்போக்கு ஏனெனில் ஒவ்வொரு அடுத்தடுத்த அகற்றலின்போதும் அதிகரித்துச் செல்லும் நேரயனின் ஏற்றத்துடன், ஒரு இலத்திரனை வெளியகற்றும்போது அதிகரித்துச் செல்கின்ற, கூடிய சக்தி தேவைப்படுகின்றமை ஆகும்.

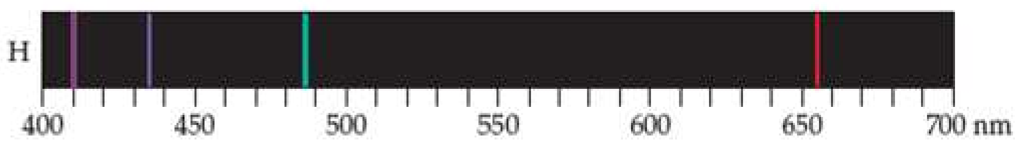
ஒரு அக-ஓட்டு இலத்திரன் அகற்றப்படும் போது அயனாக்க சக்தியில் ஏற்படுகின்ற ஒரு தெளிவான அதிகரிப்பானது இலத்திரன்கள் தொடர்ச்சியற்ற சக்தி மட்டங்களில் அமைவதற்குச் சான்றாகும். கருவிற்கு அருகே செல்லும்போது (அக ஓபிற்றல்கள்) ஒரு இலத்திரனை அகற்றுவதற்குத் தேவையான சக்தி உயர்வாகும்.

அட்டவணை 1.1 சோடியத்திலிருந்து ஆகன் வரையிலான அடுத்தடுத்த அயனாக்க சக்திப் பெறுமானங்கள். (kJ mol^{-1})

…………	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
Na	496	4562					
Mg	738	1451	7733		(உள்ளோட்டு இலத்திரன்கள்)		
Al	578	1817	2745	11577			
Si	786	1577	3232	4356	16091		
P	1012	1907	2914	4964	6274	21267	
S	1000	2252	3357	4556	7004	8496	27107
Cl	1251	2298	3822	5159	6542	9362	11018
Ar	1521	2666	3931	5771	7238	8781	11995

1.3.1 ஐதரசன் நிறமாலை

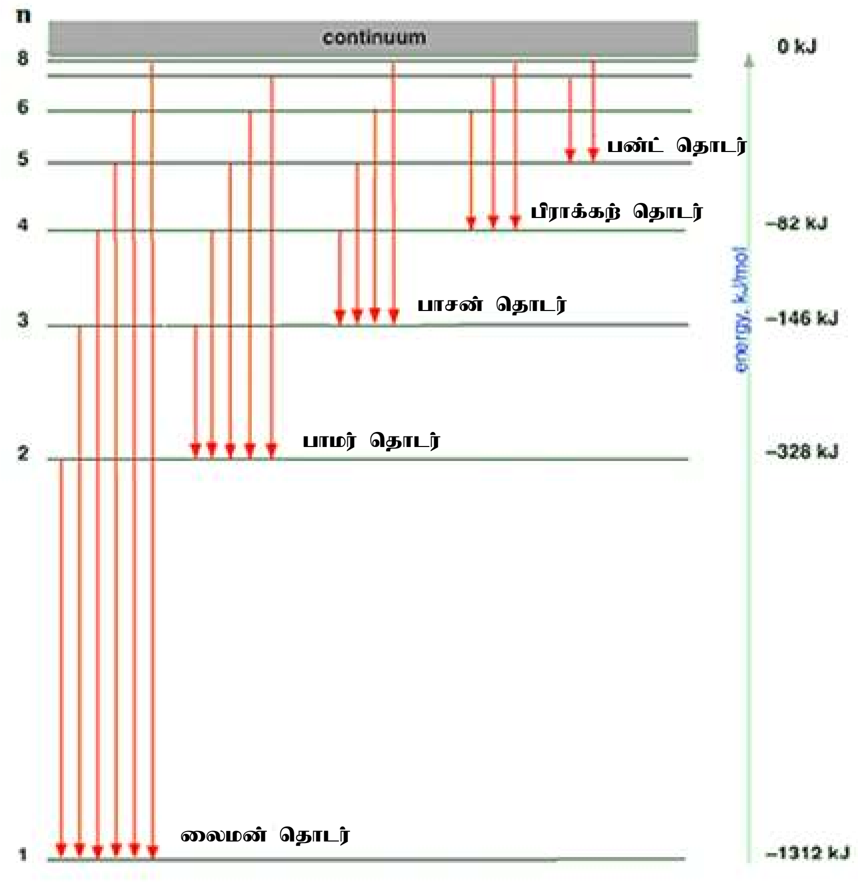
வெளிச்சக் குமிழ்கள், நட்சத்திரங்கள் உள்ளடங்கலான பெருமளவு பொதுவான கதிர்வீசல் மூலகங்கள், உருவாக்கும் கதிர்ப்புகள் பல வெவ்வேறு அலைநீளங்களைக் கொண்டிருக்கும். மேற்படி முதல்களிலிருந்தான கதிர்வீசல் கூறுகளின் அலைநீளங்கள் அடிப்படையில் பிரிக்கப்பட்டபோது ஒரு திருசியம் (நிறமாலை) உருவாக்கப்படுகின்றது. எல்லாக் அலைநீளங்களிலும் ஒளியைக் கொண்ட இந்நிறங்களின் வீச்சானது தொடர் நிறமாலை எனப்படும். எல்லாக் கதிர்வீசல் முதல்களும் தொடர் நிறமாலையைக் கொடுப்பதில்லை. தாழ் அமுக்கத்தில் வெவ்வேறு வாயுக்களைக் கொண்ட குழாய்களினூடு உயர் அழுத்தம் பிரயோகிக்கப்பட்டபோது, வாயுக்கள் வெவ்வேறு நிறங்களைக் காலல் செய்கின்றன. உதாரணத்திற்கு நியோன் வாயுவால் ஒளி காலப்படும்போது பரிச்சயமான சிவப்பு - செம்மஞ்சள் ஒளிர்வைத் தரும் “நியோன்” ஒளி பெறப்படுகின்றது. மேற்படி குழாய்கள் வெளிப்படுத்தும் ஒளி ஒரு அரியத்தினூடு செலுத்தப்படும் போது, விளைவாகப் பெறப்படும் நிறமாலையில் சில அலைநீளங்கள் மட்டும் அமைகின்றன. குறித்த அலைநீளங்களை மட்டும் கொண்ட ஒரு நிறமாலையானது கோட்டு நிறமாலை எனப்படும்.



உரு 1.22 ஐதரசன் கோட்டு நிறமாலை

1800 களின் நடுப்பகுதிகளில் விஞ்ஞானிகள் ஐதரசன் கோட்டு நிறமாலை பற்றிய தெளிவான கற்றல்களை அறிந்தனர். இக்காலகட்டத்தில் நான்கு கோடுகள் 410nm (ஊதா), 434nm (நீலம்), 486nm (நீல-பச்சை) அத்துடன் 656nm சிவப்பு மட்டும் நிறமாலையில் அவதானிக்கப்பட்டது.

ஐதரசனின் கோட்டு நிறமாலையை விளக்கச் சக்திச் சொட்டாக்கல் பற்றிய பிளாங்கின் கருத்துகளும் போரின் அணுமாதிரியுருவும் இணைந்து பொருத்தப்பாடாக அமைந்தன.

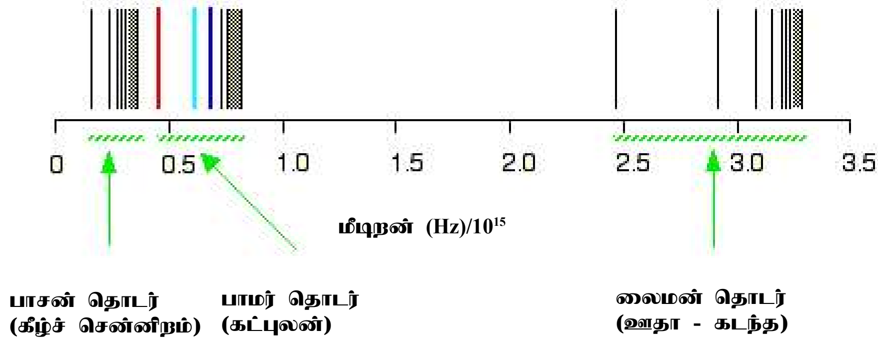


உரு 1.23 ஐதரசனின் சாத்தியமான இலத்திரன் வெளிப்பாடுகள்

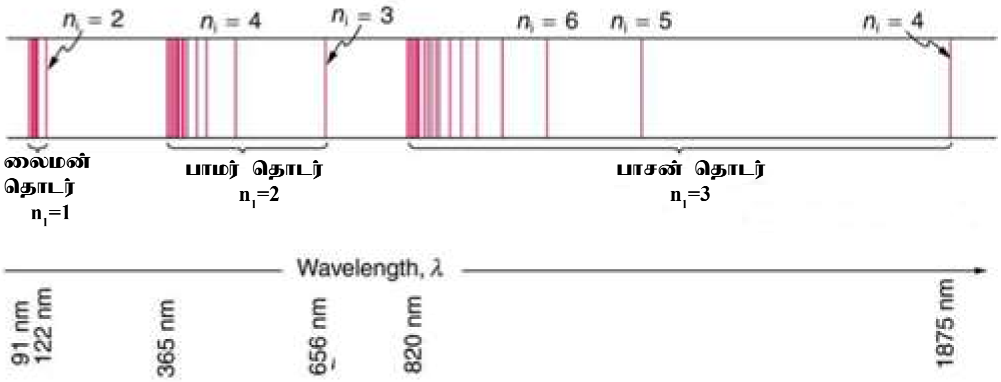
அணுவைச் சுற்றி அனுமதிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு ஒழுக்கும் n இன் வெவ்வேறு பெறுமானங்களுடன் தொடர்புடையது. (சமன்பாட்டிலுள்ள முழுவெண்) மேலும் முதலாவது அனுமதிக்கப்பட்ட ஒழுக்கின் (கருவுக்கு மிக அண்மையிலுள்ள ஒன்று) $n = 1$, இரண்டாவதான $n = 2$ உம் இவ்வாறே மேலும் அமையும் வெளிப்படுத்தலின் விளைவு கோட்டு நிறமாலை, ஆகவே இத்தாண்டல்களுக்கு

$$E_{போட்டோன்} = h\nu = hc/\lambda = -\Delta E = -(E_f - E_i)$$

n_f ஆனது n_i இலும் குறைவு, இலத்திரன் கூடிய சக்தி ஒழுக்கிலிருந்து குறைந்த சக்தி ஒழுக்கிற்கு விழுவதனால் ΔE ஆனது மறையானதாகும். சாத்தியமான வெளிப்பாடுகளின் விளைவை ஐதரசன் கோட்டு நிறமாலையில் அவதானிக்கலாம்.



உரு 1.24**(a)** ஐதரசன் கோட்டு நிறமாலை

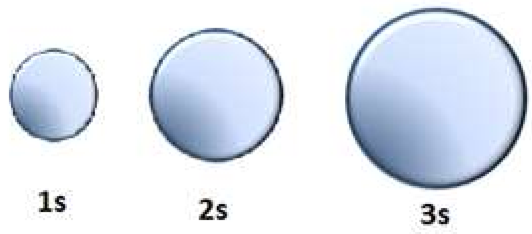


உரு 1.24**(b)** ஐதரசன் காலல் நிறமாலை

லைமன் தொடரில் சக்தி இடைவெளிகளின் ஒப்பீட்டு அளவில் பெரிதாவதால் கோடுகளின் அலைநீளங்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்கிச் செல்லும். பாமர் தொடரில் சார்பளவில் குறைந்த சக்திக்குரியனவாதலால் கோடுகள் தூர விலகிச் செல்லும்.

1.3.2 ஓபிற்றல்களின் வடிவங்கள்

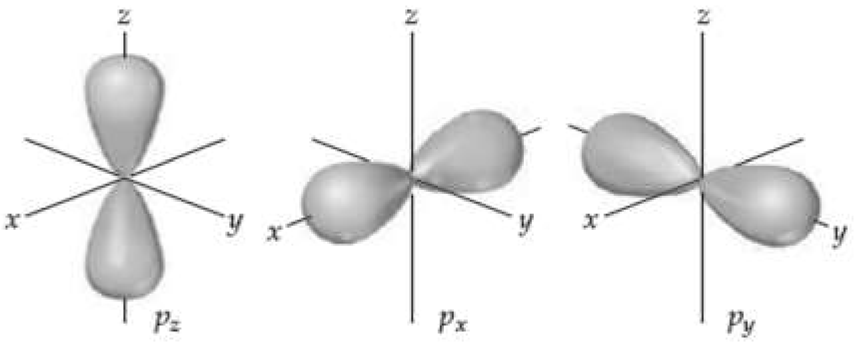
அணுவைச் சூழவுள்ள வெளியில் இலத்திரன்களின் சாத்தியமான நிலையானது (ஓபிற்றலின் வடிவங்கள்) எவ்வாறு கருவைச் சூழ இலத்திரன் அடர்த்தி பரம்பியுள்ளது என எமக்குக் காட்டுகிறது. ஓர் s- ஓபிற்றலுக்குரிய இலத்திரன் அடர்த்தியானது ஒழுங்கான கோள வடிவில் கருவை மையப்படுத்தியதாக அல்லது வேறு சொற்களில் கூறுவதாயின் s ஓபிற்றல்கள் கோள வடிவமானவை எனலாம்.



உரு 1.25 **s** ஓபிற்றல் வடிவங்கள்

ஒவ்வொரு *p* உபசக்திமட்டமும் மூன்று ஓபிற்றல்கள், m_l: -1, 0, 1 என்ற மூன்று அனுமதிக்கப்பட்ட பெறுமானங்களுடன் தொடர்புடையனவாகும். இலத்திரனடர்த்தி s Xபிற்றலின் கோளவடிவ பரம்பல் போன்று அமையாது. பதிலாக, கருவின் இருபுறமும் இருபிரதேசங்களில் செறிவாக்கப்பட்டு, கருவிற்கு அண்மையிலுள்ள ஒரு கணுவினால் வேறாக்கப்படும். இவ் ''டம்பெல்'' வடிவ (dumbbell வடிவம்-இருமுனைவுருக்கருவி போன்றது) ஓபிற்றலானது இருகோளப்பகுதிகளைக் (two lobes) கொண்டதாகும்.

ஒவ்வொரு *n* இன் பெறுமானத்திற்கும், மூன்று *p* ஓபிற்றல்களும் ஒரே பருமன், வடிவம் உடையன ஆயினும் ஒன்று மற்றதிலிருந்து வேறான வெளிசார்ந்த நிலைக்குரியனவாகும் (spatial orientation). இவற்றை வசதிக்காக p_x, p_y, p_z ஓபிற்றல் எனப் பெயரிடப்படுகிறது. இங்கு கீழ்க்குறிகள் (subscripts) ஓபிற்றல்கள். தெக்காட்டின் அச்சுகள் (Cartesian axis) வழியே திசைப் படுத்தப்பட்டு அமைவதனைக் குறிக்கும்.



உரு **1.26 p** ஓபிற்றல்களின் வடிவங்கள்

ஒரு தரப்பட்ட ஓட்டிலுள்ள வெவ்வேறு *d*-ஓபிற்றல்கள் வேறுபட்ட வடிவங்களும் வெளியில் திசைப்படுத்தலும் கொண்டன. *f*-ஓபிற்றல்களின் வடிவங்கள; *d*-ஓபிற்றல்களை விட மேலும் சிக்கலானவையாகும்.

1.3.3 ஓபிற்றல்களும் (மண்டிலம்) சக்திச் சொட்டெண்களும்

போரின் மாதிரியானது ஒரு ஒழுக்கினை விபரிப்பதோடு ஒரு தனியான சக்திச் சொட்டெண், n இனை அறிமுகப்படுத்தியது. சொட்டு பொறிமுறை மாதிரி, மூன்று சொட்டெண்கள் n, ℓ, m_eஐ பயன்படுத்துகிறது. இவை ஒரு அணுவில் அமைந்துள்ள இலத்திரன்களின் ஒரு ஓபிற்றலை விபரிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட கணித முடிவாகும். அத்துடன் m_s ஆனது இலத்திரனின் கறங்கலை விபரிப்பதாகும்.

1. முதன்மைச் சக்திச் சொட்டெண், n, 1, 2, 3----- போன்ற நேர்முழுவெண் பெறுமானங்களைக் கொண்டிருக்க முடியும். அணுவில் இலத்திரன் அமையும் பிரதான சக்திச் சொட்டெண் (இலத்திரன் ஓடு) என இச்சக்திச் சொட்டெண்களை வரையறுக்கலாம். n அதிகரிக்கின்றபோது ஓபிற்றல் பெரிதாக வருவதுடன் மேலும் கருவிலிருந்து இலத்திரன் கூடிய நேரத்தைக் கழிப்பதாகவும் அமையும்.

2. கோணஉந்த (அல்லது திசைவிற்) சக்திச்சொட்டெண், 1, என்பது ஒவ்வொரு n இன் பெறுமானத்திற்கும் 0 முதல் $(n - 1)$ வரை முழுவெண் பெறுமானங்களைக் கொண்டமைய முடியும். இச் சக்திச் சொட்டெண்ணானது ஓபிற்றலின் வடிவத்தை வரையறுக்கும். ஒரு குறித்த ஓபிற்றலுக்குரிய l இன் பெறுமானங்கள் s, p, d மற்றும் f ஆகிய எழுத்துக்கள் பொதுவாக l இன் பெறுமானங்கள் முறையே 0, 1, 2 மற்றும் 3 ஆகியவற்றிற்குக் குறித் தொதுக்கப்படும் (நியமிக்கப்படும்).

ஒரே n மற்றும் l இன் பெறுமானங்கட்கு உரிய ஓபிற்றல் தொடையானது உபஓடு என அழைக்கப்படும். ஒவ்வொரு உபஓடும் ஒரு எண்ணினாலும் (n இன் பெறுமானம்) மற்றும் ஒரு எழுத்தினாலும் (s, p, d அல்லது f என்ற l இன் பெறுமானத்துடன் தொடர்புபட்டதாக) குறித்தொதுக்கப்பட்டதாக அமையும். உதாரணமாக $n = 3$ உம் $l = 2$ உடைய ஓபிற்றல்கள் (நியமிக்கப்பட்டதாக) $3d$ உபஓட்டிலுள்ள $3d$ ஓபிற்றல்கள் என அழைக்கப்படும்.

3. காந்தச் சக்திச்சொட்டெண், m_l, பூச்சியத்தை உள்ளடக்கிய $-l$ முதல் $+l$ வரையிலான முழுவெண் பெறுமானங்களைக் கொண்டமைய முடியும். இச்சக்திச் சொட்டெண் ஆனது வெளியில; (space) ஒரு ஓபிற்றலின் சார் நிலையை (orientation) விபரிப்பதுடன் ஒரு உபஓட்டிலுள்ள lக்கு சாத்தியமான ஓபிற்றல்களின் எண்ணிக்கையையும் குறிக்கும். உதாரணமாக $l = 2$, இற்குச் சாத்தியமான d உபஓடானது 2, 1, 0, -1, -2 ஆகியவற்றால் குறிக்கப்படும் ஐந்து ஓபிற்றல்களை உடையது.

4. கறங்கற் காந்தச் சக்திச்சொட்டெண், m_s. m_sக்கு + ½ , - ½ ஆகிய இரு சாத்தியமான பெறுமானங்கள் ஒதுக்கப்படும். இவை இரு, எதிர்த்திசைகளில் இலத்திரன் கறங்கமுடியும் என காட்டும். ஒரு கறங்கும் ஏற்றமானது காந்தப்புலமொன்றினை உருவாக்கும். இரு எதிர்த்திசைகளிலான கறங்கலாதலால் எதிர்த்திசைகளில் இரு காந்தப்புலங்களை உருவாக்கும்.

அட்டவணை 1.2: *n, l, m* இடையேயான தொடர்பு

n	*l* இற்குப் பொருத்தமான பெறுமானங்கள்	உபஓட்டின் குறியீடு	*m, l* இற்குப் பொருத்தமான பெறுமானங்கள்	உபஓட்டில் உள்ள ஓபிற்றல்களின் எண்ணிக்கை	ஓட்டில் உள்ள ஓபிற்றல்களின் எண்ணிக்கை
1	0	1*s*	0	1	1
2	0	2*s*	0	1	4
	1	2*p*	-1, 0, 1	3	
3	0	3*s*	0	1	9
	1	3*p*	-1, 0, 1	3	
	2	3*d*	-2, -1, 0, 1, 2	5	
4	0	4*s*	0	1	16
	1	4*p*	-1, 0, 1	3	
	2	4*d*	- 2, -1, 0, 1, 2	5	
	3	4*f*	-3, -2, -1, 0, 1, 2,3	7	

சக்திச்சொட்டெண்களுக்குச் சாத்தியமான கட்டுப்பாடுகள் பின்வரும் முக்கிய அவதானங்களினை எழுப்புகின்றன.

1. பிரதான சக்திச்சொட்டெண் *n* இற்குரிய ஓடானது திருத்தமாக *n* உபஓடுகளை உடையது. ஒவ்வொரு உபஓடும் *l* இற்கு அனுமதிக்கப்பட்ட 0 முதல் (*n* - 1) வரையிலான வேறுபட்ட பெறுமானங்களுக்குத் தொடர்புபட்டனவாகும். ஆகவே முதலாவது ஓடு (*n* = 1) ஒரேயொரு உபஓட்டினை 1*s* (*l* = 0) உடையது. இரண்டாம் ஓடு (*n* = 2) இரு உபஓடுகள் 2*s* (*l* = 0) உம் 2*p* (*l* = 1) உம் உடையது் மூன்றாம் ஓடானது மூன்று உபஓடுகள்; *3s, 3p* மற்றும் *3d* ஐ கொண்டுள்ளது. இவ்வாறு அமையும்.

2. ஒவ்வொரு உபஓடும் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான ஓபிற்றல்களை உடையன. ஒவ்வொரு ஓபிற்றலும் அனுமதிக்கப்பட்ட m_l இன் வெவ்வேறு பெறுமானங்களுடன் தொடர்புபட்டதாகும். ஒரு தரப்பட்ட *l* க்கு, அட இன் அனுமதிக்கப்பட்ட (2*l* + 1) பெறுமானங்கள; -*l* முதல; +*l* வரையிலாக அமையும். ஆகவே ஒவ்வொரு *s* (*l* = 0) உபஓடும் ஒரு ஓபிற்றலைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு *p* (*l* = 1) உபஓடும் மூன்று ஓபிற்றலைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு *d* (*l* = 2) உபஓடும் ஐந்து ஓபிற்றல்களைக் கொண்டுள்ளது. மற்றும் இவ்வாறே 4ம் ஓடும் அமையும்.

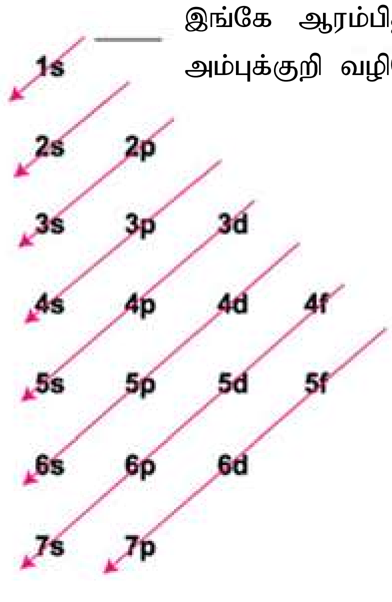
3. ஒரு ஓட்டிலுள்ள மொத்த ஓபிற்றல்கள; n^2, இங்கு *n* ஆனது அவ் ஓட்டின் பிரதான சக்திச்சொட்டெண்ணாகும். ஓடுகட்குரிய விளைவான ஓபிற்றல்களின் எண்ணிக்கைகள் 1, 4, 9, 16 என்பதாகும். ஆவர்த்தன அட்டவணையுடன் தொடர்புடையதாகும்; இவ் வெண்களில் இருமடங்குகளாக ஒரு ஆவர்த்தன அட்டவணையில் இடைவரிசையிலுள்ள மூலகங்களின் எண்ணிக்கை அமையும்.

1.4 இலத்திரன் நிலையமைப்பு

அணுக்களின் இலத்திரன் கட்டமைப்பக்களைக் கருதும்போது: ஒரு பல்இலத்திரன் அணுவில், ஒரு குறித்த *n* இன் பெறுமானத்திற்கு *l* இன் பெறுமான அதிகரிப்புடன் ஒரு ஓபிற்றலில் சக்தியும் அதிகரித்துச் செல்லும். உதாரணமாக, n=3 இற்கு ஓபிற்றல்களின் சக்தி அதிகரிப்பு வரிசையானது $3s<3p<3d$ என்பதுடன் ஒரு உப ஓட்டின் எல்லா ஓபிற்றல்களும் (ஐந்து 3*d* ஓபிற்றல்களைப்போல) சம சக்தியுடையதாக, ஐதரசன் அணுவில் அவை செயற்படுவதுபோல் அமையும். சமசக்தியுடைய ஓபிற்றல்கள் (degenerate orbitals) எனப்படும்.

1.4.1 கட்டியெழுப்பற் கோட்பாடு (The Aufbau principle)

ஒரு அணுவில் இலத்திரன்கள் நிரம்பும்போது குறைந்த சக்தியுடைய உபமட்டத்தில் ஆரம்பித்து ''கட்டியெழுப்பற் கோட்பாட்டிற்கு'' அமையத் தொடர்ந்து மேற்செல்லும். (ஜேர்மனிய வார்த்தையான *Aubau* என்பது கட்டியெழுப்பல் எனப் பொருள்படும்).



இங்கே ஆரம்பித்து ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அம்புக்குறி வழியே செல்லுக.

உரு 1.27 பல்இலத்திரன் அணுக்களின் ஓபிற்றல்களின் பொதுவான சக்தி வரிசை

மேலும் சக்தி மட்டங்களில் (ஓபிற்றல்களில்) பொதுவான சக்தி ஒழுங்கானது

உரு 1.28 ஒரு அணுவின் சக்தி மட்ட ஒழுங்கு

1.4.2 பௌலியின் தவிர்க்கைக் கோட்பாடு (The Pauli Exclusion Principle)

பௌலியின் தவிர்க்கைக் கோட்பாடு என்பது 1925 இல் **Wolfgang Pauli** என்பவரால் முன்வைக்கப்பட்டது. இது ஒரு அணுவில் இரு இலத்திரன்கள் சமமான சக்திச் சொட்டெண; *n, l, ml* உம; *ms* உம் கொண்ட தொடையினைக் கொண்டமைய முடியாது எனக் கூறுகிறது.

ஒரு தரப்பட்ட ஓபிற்றலிற்கு *n, l* மற்றும் m_l இன் பெறுமானங்கள் நிலைத்தவை. எனவே நாம் ஒரு ஓபிற்றலை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இலத்திரனை இடும்போது, பௌலியின் தவிர்க்கைக் கோட்பாட்டினைத் திருப்தி செய்யவேண்டின், இலத்திரனின; *ms* க்கு வேறுபட்ட பெறுமானங்களை ஒதுக்குவதே ஒரேயொரு தெரிவாக அமையும். ஒரு ஓபிற்றலானது ஆகக்கூடிய இரு இலத்திரன்களைக் கொண்டமைய முடியும் என்பதுடன் அவை கட்டாயம் எதிரெதிர் கறங்கலையும் கொண்டிருக்கும் என இது கூறுகிறது. ஒரு அணுவின் இலத்திரன்களை அடையாளப்படுத்த அவற்றின் சக்திச் சொட்டெண்களைப் பயன்படுத்த இவ்வரையறைகள் எங்களை அனுமதிக்கின்றன.

மேலும், ஒரு ஓபிற்றலை உடைய ஒவ்வொரு *s* உபஓடும் ஆகக்கூடியது இரு இலத்திரன்களைக் கொண்டிருக்கமுடியும்; மூன்று ஓபிற்றல்களை உடைய ஒவ்வொரு *p* உபஓடும் ஆகக்கூடியது ஆறு இலத்திரன்களைக் கொண்டிருக்கமுடியும் ஐந்து ஓபிற்றல்களை உடைய ஒவ்வொரு *d* உபஓடும் ஆகக்கூடியது இரு இலத்திரன்களைக் கொண்டிருக்கமுடியும்.

இவ்வாறு அமையும் இலத்திரன்களானவை ஒரு அணுவின் வெவ்வேறு ஓபிற்றல்களுக்கிடையே, ஓபிற்றல்களின் சார் சக்தி மற்றும் பௌலியின் தவிர்க்கைக் கோட்பாட்டிற்கமையப் பங்கிடப்பட்டுள்ளன. இப் பங்கீடானது அவ் அணுவின் இலத்திரன் கட்டமைப்பு என அழைக்கப்படும். தரைநிலை எனப்படும் அதிநிலையான இலத்திரன் கட்டமைப்பாவது இலத்திரன்கள் அவற்றின் ஆகவும் தாழ்ந்த சக்தி நிலைகளில் உள்ளமையாகும்.

எனினும், பௌலியின் தவிர்க்கைக் கோட்பாட்டிற்கு அமைய எந்த ஒரு ஓபிற்றலிலும் ஆகக்கூடியது இரு இலத்திரன்களே காணப்படலாம். ஆதலால், ஓபிற்றல்களாவன, ஓபிற்றலொன்றிற்கு இலத்திரன்களிற்கு மேற்படாதவகையில் அதிகரிக்கும் சக்தியடிப்படையில் நிரப்பப்படுகின்றன.

உதாரணத்திற்கு, மூன்று இலத்திரன்களைக் கொண்ட லிதியம் அணுவில் $1s$ ஓபிற்றலானது அவற்றில் இரு இலத்திரன்களால் நிரப்பப்படும். மூன்றாவது இலத்திரன் அடுத்த மிகத்தாழ்ந்த ஓபிற்றல் $2s$ இற்குள் செல்லும். எந்த ஓர் இலத்திரன் நிலையமைப்பும் நிரப்பப்பட்ட உப ஓட்டின் குறியீட்டுடன் அவ் உபஓட்டிலுள்ள இலத்திரன் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும் மேற்குறியைச் சேர்ப்பதன் மூலம் பிரதிநிதித்துவப்படுத்தப்படலாம். உதாரணத்திற்கு, இலிதியத்திற்கு $1s^2 2s^1$ எனவும் சோடியத்திற்கு $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ எனவும் எழுதுவோம்.

ஓபிற்றல் வரைபடம் எனப்படும் பிறிதோர் பிரதிநிதித்துவத்தில் ஒவ்வொரு ஓபிற்றலும் ஒரு பெட்டி அல்லது வட்டத்தினால் குறிக்கப்படுவதுடன் ஒவ்வொரு இலத்திரனும் ஓர் அரை அம்புக்குறியினால் குறிக்கப்படும். மேல்நோக்கிய அரை அம்புக்குறி நேரான கறங்கற் சக்திச் சொட்டெண; ($m_s = +1/2$) உடைய இலத்திரனையும், கீழ்நோக்கிய அரை அம்புக்குறி மறையான கறங்கற் சக்திச் சொட்டெண; ($m_s = -1/2$) உடைய இலத்திரனையும் பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகிறது.

எதிர் கறங்கல் கொண்ட இலத்திரன்கள் ஒரே ஓபிற்றலில் உள்ளபோது அவை சோடியாக்கப்பட்டவை எனக் கூறப்படும். சோடியாக்கப்படாத இலத்திரன் என்பது எதிர் கறங்கலுடைய பங்குதாரி இலத்திரனுடன் இணைந்திராத ஒன்றாகும்.

இலிதியம் அணுவில; 1s ஓபிற்றலிலுள்ள இரு இலத்திரன்கள் சோடியாக்கப்பட்டுள்ளதுடன் 2s ஓபிற்றலிலுள்ள இலத்திரன் சோடியாக்கப்படவில்லை.

1.4.3 குண்டின் விதி

குண்டின் விதி கூறுவதாவது, குலைந்த ஓபிற்றல்களில் கூடிய இலத்திரன்கள் ஒரே கறங்கலைக் கொண்டமைவதால் குறைந்த சக்தியைக் கொண்டமையும்.இதன் கருத்து யாதெனில் ஓபிற்றல்களில் இலத்திரன்கள் தனித்தனியாக ஆகக்கூடிய அளவு அமையும். அத்துடன் ஒரு தரப்பட்ட உபஓட்டிலுள்ள இத் தனி இலத்திரன்கள் யாவும் ஒரே கறங்கல் காந்தசக்திச் சொட்டெண்ணையும் உடையன. இவ்வகையில் இலத்திரன் நிரம்புவதைச் சமாந்திர கறங்கல் உடையன என்பர். உ-ம்:- காபன் அணு:- இரு 2p இலத்திரன்களும் மூன்று 2p ஓபிற்றல்களில், இரண்டில் தனித்தனியாக நிரம்பும்.

அட்டவணை 1.3 2ம், 3ம் ஆவர்த்தன சிலமூலகங்களின் இலத்திரன் பரம்பல்

மூலகம்	மொத்த இலத்திரன்கள்	ஓபிற்றலின் வரைபடம்			இலத்திரன் நிலையமைப்பு
		1s	2s	2p	3s	
Li	3	↑↓	↑	[ ][ ][ ]	[ ]	$1s^22s^1$
Be	4	↑↓	↑↓	[ ][ ][ ]	[ ]	$1s^22s^2$
B	5	↑↓	↑↓	[↑][ ][ ]	[ ]	$1s^22s^22p^1$
C	6	↑↓	↑↓	[↑][↑][ ]	[ ]	$1s^22s^22p^2$
N	7	↑↓	↑↓	[↑][↑][↑]	[ ]	$1s^22s^22p^3$
Ne	10	↑↓	↑↓	[↑↓][↑↓][↑↓]	[ ]	$1s^22s^22p^6$
Na	11	↑↓	↑↓	[↑↓][↑↓][↑↓]	↑	$1s^22s^22p^63s^1$

1.4.4 சுருக்கப்பட்ட இலத்திரன் நிலையமைப்பு

அணுவெண் 11 உடைய சோடியம் அணுவின் இலத்திரனிலையமைப்பு (இலத்திரன் பரம்பல் எனவும் அறியப்படும்)ஆனது $1s^22s^22p^63s^1$ என எழுதப்படும். எவ்வாறிருப்பினும் 2p உபஓடானது நியோனில் பூரணமாக நிரப்பப்பட்டு ஒரு உறுதியான, எட்டு இலத்திரன்களை உடைய (ஓர் அட்டமம்) ஆக வெளியேயுள்ளதாக ஆகின்றது. இதனை அடுத்த மூலகமான சோடியம், ஒரு புதிய இடைவரிசையை ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஒரு புதிய இடைவரிசை ஆரம்பிப்பதனைக் காட்டுகினறது. சோடியமானது நியோனின் உறுதியான அமைப்புக்கு வெளியே ஒரு தனி இலத்திரனை 3s இல் உடையது. ஆகவே, சோடியத்தின்இலத்திரனிலையமைப்பை $[Ne]3s^1$ எனக் காட்டமுடியும்.

அடைப்புக்குறிக்குள் உள்ள விழுமிய வாயு அணுவின் இலத்திரன் நிலையமைப்பை அணுவின் உள்ளக அளவு பிரதிநிதித்துவப்படுத்தும். வழமையாகப் பெரும்பாலும், அக-ஓட்டு இலத்திரன்களை உள்ளக இலத்திரன்கள் என்பர்.

விழுமிய - வாயு உள்ளகத்தினைத் தொடர்ந்து அமையும் இலத்திரன்கள் வெளியோட்டு இலத்திரன்கள் அல்லது வலுவளவு ஓட்டு இலத்திரன்கள் என அழைக்கப்படும். வெளியோட்டு இலத்திரன்கள் இரசாயனப் பிணைப்புகளில் உள்ளடக்கப்படும். இவை வலுவளவு இலத்திரன்கள் எனப்படும்.

இதேபோன்று பொசுபரசின் 15 இலத்திரன்களும்; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ அல்லது $[Ne]3s^2 3p^3$ என பிரதிநிதித்துவப்படுத்தப்பட முடியும். கல்சியம் கொண்டமையும் 20 இலத்திரன்களும் $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ அல்லது $[Ar]4s^2$ என எழுதப்படும்.

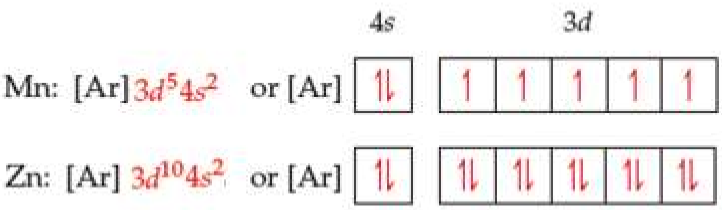
உதாரணம் 1.5: (a) தரைநிலையில் 14 இலத்திரன்களை உடைய சிலிக்கனின் இலத்திரன் நிலையமைப்பை எழுதுக.

(b) சிலிக்கன் அணுவானது தரைநிலையில் எத்தனை சோடி இலத்திரன்களைக் கொண்டமையும;.

விடை: (a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ அல்லது $[Ne]3s^2 3p^2$

(b)

அபாவு தத்துவப்படி, விழுமிய வாயு மூலகம் ஆகனின் $(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6)$அமைப்புக்கு வெளியே அடுத்த இலத்திரனானது 3d இற்கல்லாது 4s இற்கு செல்லும். ஆகவே ஆகனைத் தொடர்ந் தமையும் மூலகமான பொட்டாசியம் (K) ஆனது $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ அல்லது $[Ar]4s^1$ இனைக் கொண்டமையும். 4s ஓபிற்றல் முற்றாக நிரம்பியதனை (இது கல்சியம் அணுவில் நிகழும்) தொடர்ந்து அடுத்த தொடை ஓபிற்றல்களில் நிரம்புவது 3d ஓபிற்றலாகும்.



3d ஓபிற்றல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் இரு இலத்திரன்களாக நிரப்பப்பட்டபின் 4*p* ஓபிற்றல்கள், பிறிதொரு விழுமியவாயு கிரிப்டனில் (Kr) அணுவெண் 36 இலத்திரன் அமைப்பை வெளியோட்டில் உடைய அட்டமத்தை $(4s^2 4p^6)$ அடையும்வரை நிரப்பப்படும். குறைந்த ஏற்றங்களில் காணப்படும் முழுமையாக நிரம்பிய அல்லது அரை-நிரம்பிய இலத்திரன் நிலையமைப்புகள் ஏனைய மூலகங்களின் இலத்திரன் நிலையமைப்புகளுடன் ஒப்பிடும்போது உறுதியானவையாகும். இதேபோன்று s^2, p^6 kw;Wk; d^{10} அமைப்புடைய இலத்திரன் நிலையமைப்புகள் ஒப்பீட்டு அளவில் மிக உறுதியான மூலக அணுக்களாகும்.

உ-ம்:- Zn; $[Ar]3d^{10}4s^2$, Mg: $[Ne]3s^2$ மற்றும் Ar; $[Ne]3s^2 3p^6$ ஒப்பீட்டு அளவில் உறுதியான அணுக்கள் ஆகும்.

கலந்துரையாடப்பட்ட இலத்திரன் நிலையமைப்பு விதிகளிலிருந்து விலகி அமையும் சில குறித்த மூலகங்களும் காணப்படுகின்றன.

உதாரணத்திற்கு, குரோமியத்தில் (அணுவெண் 24) இலத்திரனிலையமைப்பானது நாம் எதிர்பார்க்கும; $[Ar]3d^4 4s^2$ $3d^4 4s^2$ க்கு பதிலாக $[Ar]3d^5 4s^1$ ஆக அமையும். இதேபோன்று செம்பில் (அணுவெண் 29) இலத்திரன் அமைப்பானது $[Ar]3d^9 4s^2$ இற்கு பதிலாக $[Ar]3d^{10} 4s^1$ ஆகும். இத்தகைய அசாதாரண நடத்தைக்கு 3d மற்றும் 4s ஓபிற்றல்களின் சக்திகள் நெருங்கிய தாக அமைவதே காரணமாகும். துல்லியமாக அரைநிரம்பல் (குரோமியத்திற்கு அமைதல்போல) அல்லது முழுநிரம்பல் (செம்பில் அமைதல்போல) கொண்ட d உபஓட்டில் அமைவதற்குப் போதுமான இலத்திரன்கள் காணப்படுமெனில் இத்தகைய ஒப்பீட்டளவில் உறுதியான இலத்திர னிலையமைப்பு அடிக்கடி ஏற்படமுடியும்.

(எவ்வாறு இருப்பினும் 4*s* நிரம்பிய பின்பே 3*d* ஓபிற்றல்கள் நிரப்பப்பட்டாலும் இலத்திரனிலையமைப்பு எழுதப்படும் போது பொதுவாக 3d முதலில் எழுதப்பட்ட பின்பே 4s எழுதப்படும் என்பதனைக் கவனத்திற் கொள்க).

1.5 ஆவர்த்தன அட்டவணையைக் கட்டியெழுப்புதல்

பண்டைய காலத்திலிருந்தே இரசாயன மூலகங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வருகின்றன. பொன் (Au) போன்ற குறித்த மூலகங்கள் இயற்கையிலே மூலக நிலையில் காணப்படுகின்றன என ஆயிரக்கணக்கான வருடங்கள் முன்பே கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதற்கு மாறாக technetium (Tc) போன்ற சில மூலகங்கள் கதிர்வீசல் தன்மையும் உள்ளார்ந்த உறுதித்தன்மையற்றதுமானவை என்பதுடன் அவை 20ம் நூற்றாண்டில் தொழில்நுட்பம் விருத்தியடையத் தொடங்கியபின் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

அறியப்பட்ட மூலகங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தபோது விஞ்ஞானிகள் அவற்றைப் பாகுபடுத்த ஆரம்பித்தனர். 1869 இல் துமித்திரி விவானுச் மெண்டலிவ் **(Dmitri Ivanovich Mendeleev)** என்பவர் ருஷ்யாவிலும் (1869 இல்) மற்றும் லொதர் மேஜர் **(Lothar Meyer)** ஜேர்மனியிலும் ஏறக்குறைய ஒத்த பாகுபாட்டுத் திட்டங்களை வெளியிட்டனர். அணுத்திணிவு ஏறுவரிசையில் மூலகங்களை ஒழுங்குபடுத்தும்போது ஒத்த இரசாயன மற்றும் பௌதீக இயல்புகளில் ஆவர்த்தனத் தன்மை அமைவதனை இருவரும் அவதானித்தனர். அக்காலகட்டத்தில் விஞ்ஞானிகளுக்கு அணுஎண் பற்றிய அறிவு இன்மையாக இருப்பினும் அணுவெண் என்ற எண்ணக்கரு அறிமுகத்தின்பின் ஆவர்த்தன அட்டவணைக் கட்டமைப்புக் கட்டியெழுப்பப்பட்டது.

உரு 1.29 துமித்திரி விவானுச் மெண்டலிவ் லொதர் மேஜர்

சிலவகை தன்னிச்சையான வழிமுறைகளில் நிரல்கள் (கூட்டங்கள்) பெயரிடப்படுகின்றன. பொதுவாக மூன்று பெயரிடப்படும் திட்டங்கள் பயன்பாட்டில் உண்டு. இவற்றில் இரண்டு மேலே உள்ள படத்தில் காட்டப்படுகின்றன. மேலே உள்ள பிரிவு A மற்றும; B எனக் குறிக்கப்பட்டன, பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அராபிய முறையில் குறிக்கப்படுவனவற்றிலும் பார்க்க உரோமன் இலக்கங்கள் இத்திட்டத்தில் அடிக்கடி ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன. கூட்டம் 7A> உதாரணமாக, VIIA என அடிக்கடி பெயரிடப்படும்.

இதையொத்த வழக்கத்தில் நிரல்கள் 1A இலிருந்து 8A வரை மற்றும; 1B முதல் 8B வரை இலக்கமிடப்படும். ஆகவே தரப்பட்ட பெயர் 7B (அல்லது VIIB) என்பது புளோரினை (F) முதன்மையாக 7A க்குப் பதிலாகக் கொண்ட 7B (அல்லது VIIB) இற்குத் தரப்படும்.

மூலகங்களின் ஆவர்த்தன அட்டவணை

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]																	2 He helium 4.0026
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 Be beryllium 9.0122											5 B boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 C carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	8 O oxygen 15.999 [15.999, 16.000]	9 F fluorine 18.998	10 Ne neon 20.180
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]											13 Al aluminium 26.982	14 Si silicon 28.085 [28.084, 28.086]	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18 Ar argon 39.948
19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078(4)	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845(2)	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546(3)	30 Zn zinc 65.38(2)	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630(8)	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.971(8)	35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 Kr krypton 83.798(2)
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224(2)	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.95	43 Tc technetium	44 Ru ruthenium 101.07(2)	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60(3)	53 I iodine 126.90	54 Xe xenon 131.29
55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57 La lanthanum 138.91	72 Hf hafnium 178.49(2)	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23(3)	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon
87 Fr francium	88 Ra radium	89 Ac actinium	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium	113 Nh nihonium	114 Fl flerovium	115 Mc moscovium	116 Lv livermorium	117 Ts tennessine	118 Og oganesson

58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium

1.30 மூலகங்களின் ஆவர்த்தன அட்டவணை

இக்குழப்பத்தை நீக்குவதற்காக தூய, பிரயோகங்களுக்குரிய சர்வதேச இரசாயன சங்கமானது (IUPAC) A, B என்ற குறியீடுகள் அற்றதும் 1 முதல் 18 வரை எண்களால் கூட்டங்கள் குறிக்கப்படுவதுமான வழக்கத்தைப் பிரேரித்தது.

மூலகங்களில் இலத்திரனிலையமைப்பானது ஆவர்த்தன அட்டவணையில் அவற்றின் நிலையுடன் தொடர்புடையதாகும். அட்டவணையில் வரிசைகள் ஆவர்த்தனங்கள் என அழைக்கப்படுவதுடன் ஒரே வரிசையில் அமையும் மூலகங்கள் சில இயல்புகளில் குறிப்பிட்ட போக்குகளைக் காட்டுகின்றன.

அட்டவணையில் ஒரே நிரல்களில் அமையும் ஒரு கூட்டங்கள் என அழைக்கப்படும் மூலகங்கள் வெளியோட்டு (வலுவளவு) இலத்திரனிலையமைப்புடன் தொடர்புபட்டன, உதாரணமாக, கூட்டம் 2 எல்லா மூலகங்களும் ns^2 எனும் ஒரு வெளியோட்டு இலத்திரனிலையமைப்பையும் எல்லா கூட்டம் 3 மூலகங்களும் ns^2np^1, வெளியோட்டு இலத்திரனிலையமைப்பையும் ஒவ்வொரு நிரலிலும் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது n இன் பெறுமானம் அதிகரிப்பும் அமையும்.

அட்டவணை 1.4: கூட்டம் 2 இலும் 13 இலும் அமையும் மூலகங்கள்

கூட்டம் 2		கூட்டம் 13	
Be	$[He]2s^2$	B	$[He]2s^2 2p^1$
Mg	$[Ne]3s^2$	Al	$[Ne]3s^2 3p^1$
Ca	$[Ar]4s^2$	Ga	$[Ar]4s^2 4p^1$
Sr	$[Kr]5s^2$	In	$[Kr]5s^2 5p^1$
Ba	$[Xe]6s^2$	Tl	$[Xe]6s^2 6p^1$
Ra	$[Rn]7s^2$		

ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஒரு கூட்டத்தில் உள்ள மூலகங்கள் ஒத்த பௌதீக மற்றும் இரசாயன இயல்புகளை அடிக்கடி வெளிப்படுத்துகின்றன.

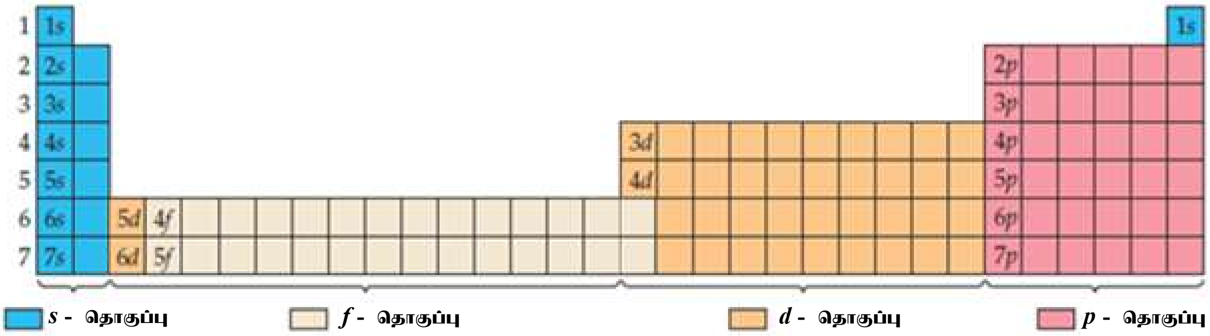
அட்டவணை 1.5: ஆவர்த்தன அட்டவணையிலுள்ள சில கூட்டங்களின் பெயர்கள்

கூட்டம்	பெயர்	மூலகங்கள்
1	கார உலோகங்கள்	Li, Na, K, Rb, Cs, Fr
2	காரமண் உலோகங்கள்	Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra
16	கல்கோகெனைட்டுகள்	O, S, Se, Te, Po
17	அலசன்கள்	F, Cl, Br, I, At
18	விழுமிய வாயுக்கள் (அரு வாயுக்கள்)	Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

ஒவ்வொரு ஓட்டிலுமுள்ள மொத்த ஓபிற்றல்களின் எண்ணிக்கை முறையே n^2: 1, 4, 9 அல்லது 16 க்கு சமமாக அமைவதனாலும் ஒவ்வொரு ஓபிற்றலிலும் இரு இலத்திரன்கள் வைக்கப்படுமாதலாலும் ஒவ்வொரு ஓட்டிலுமம்; $2n^2$ வரை: 2, 8, 18 அல்லது 32 இலத்திரன்களுக்கு இடமளிக்கப் படுகின்றது. ஆவர்த்தன அட்டவணையின் ஒட்டுமொத்தக் கட்டமைப்பும் கூட அவ் இலத்திரன் எண்ணிக்கையைப் பிரதிபலிக்கின்றது:

அட்டவணையின் ஒவ்வொரு நிரையும் 2, 8, 18 அல்லது 32 மூலகங்களை அதனுள் கொண்டுள்ளது.

ஓபிற்றலில் இலத்திரன்கள் நிரம்பும் ஒழுங்கில் ஆவர்த்தன அட்டவணையானது நான்கு தொகுதிகளாக மேலும் பிரிக்கப்படுகிறது.



உரு 1.31 ஆவர்த்தன அட்டவணையின் பகுதிகள்

கார உலோகங்கள் (கூட்டம் 1 அல்லது 1A) மற்றும் காரமண் உலோகங்கள் (கூட்டம; 2 அல்லது 2A) என அறியப்படும் இடதுபக்கத்திலுள்ள இரு நிரல்களிலுமுள்ள மூலகங்கள் வலுவளவு *s* ஓபிற்றல்கள் நிரப்பப்பட்டுப் பெறப்படும் மூலகங்களாகும். இவ்விரு நிரல்களும் ஆவர்த்தன அட்டவணையின் *s* தொகுப்பை ஆக்குகின்றன.

மிக வலது புறத்தில் ஆறு நிரல்களுடன் அமையும் தொகுப்பு (கூட்டம் 13 அல்லது 3A to கூட்டம் 18 அல்லது 8A) வலுவளவு *p* ஓபிற்றல்கள் நிரப்பப்பட்டுப் பெறப்படும் *p* தொகுப்பைக் கொண்டுள்ளது. *s* தொகுப்பு மற்றும் *p* தொகுப்பு மூலகங்கள் ஒருங்கே பிரதிநிதித்துவப்படுத்தும் மூலகங்கள், சிலசமயங்களில் பிரதான கூட்ட மூலகங்கள் எனவும் அழைக்கப்படும்.

உருவில் *p*- தொகுப்புக்கு முன்னேயுள்ள பத்து நிரல்கள் **d**-தொகுப்பு உலோகங்களைக் கொண்டுள்ளது. இவை வலுவளவு *d* ஓபிற்றல்கள் நிரப்பப்பட்டுப் பெறப்படும் மூலகங்கள் என்பதுடன் அவை *d* தொகுப்பை ஆக்குகின்றன. இதில் 10 ஆம் நிரல் தவிர்ந்த ஏனையவை தாண்டல் உலோகங்கள் என அழைக்கப்படும்.

d தொகுப்பிற்கு இடைப்பட்ட இரு வரிசைகளில் 14 நிரல்களைக் கொண்டமையும் வலுவளவு *f* ஓபிற்றல்கள் நிரப்பப்பட்டுப் பெறப்படும் மூலகங்கள; *f* தொகுப்பை ஆக்குகின்றன. (எனினும் இலத்திரன்கள் நிரப்பப்படுகின்றமையும் எனவே அவற்றின் இலத்திரனிலையமைப்பும் சிக்கலானவை யாகும்). இவை பொதுவாக ***f*** - தொகுப்பு உலோகங்கள் அல்லது உட்தாண்டல் மூலகங்கள் எனக் குறிப்பிடப்படும்.

ஒவ்வொரு வகை உபஓடுகளிலும் நிரப்பப்படமுடியுமான ஆகக்கூடிய இலத்திரன் எண்ணிக்கையுடன் தொடர்புடையதாக ஒவ்வொரு தொகுப்பிலுமுள்ள நிரல்களின் எண்ணிக்கையும் அமைகிறதாகிறது. 2, 6, 10 மற்றும்; 14 இலத்திரன்கள; *s*, *p*, *d* மற்றும; *f* உபஓடுகளில் நிரப்பப்படமுடியுமாதலால் முறையே *s* தொகுப்பு 2 நிரல்கள;, *p* தொகுப்பு 6, *d* தொகுப்பு 10 மற்றும; *f* தொகுப்பு 14 நிரல்களும் கொண்டுள்ளன.

1.6 *s*, *p* தொகுப்பு மூலகங்கள் காட்டும் ஆவர்த்தனப் போக்குகள்

அணுக்களின் பெருமளவு இயல்புகள் இலத்திரனிலையமைப்பிலும் அவ்வணுவின் வெளியோட்டு இலத்திரன்கள் எவ்வளவு வலிமையாகக் கருவினால் கவரப்பட்டுள்ளது என்பதிலும் தங்கியுள்ளது. கூலோமின் விதி கூறுவதிலிருந்து. இரு மின்னேற்றங்களுக்கு இடையேயான இடைத்தாக்கங்கள் ஏற்றங்களின் பருமனிலும் அவற்றின் இடைத்தூரத்தில் தங்கியுள்ளது. ஆகவே, கருவிற்கும் இலத்திரனிற்கும் இடையேயான கவர்ச்சிவிசை கருவேற்றத்தின் பருமனிலும் இலத்திரனிற்கும் கருவிற்கும் இடையேயான சராசரித் தூரத்திலும் தங்கியுள்ளது.

இவ்விசையானது கருவேற்ற அதிகரிப்புடன் அதிகரிப்பதுடன் கருவிலிருந்து இலத்திரன் விலகி இயங்கும்போது குறைவடைகிறது.

பல்-இலத்திரன் அணுக்களினைப் பொறுத்தவரை ஒவ்வொரு இலத்திரனிற்கும் கருவின் கவர்ச்சிக்கு மேலதிகமாக ஒவ்வொரு இலத்திரனும் மற்றைய இலத்திரன்களினாலான தள்ளுகையையும் அனுபவிக்கின்றன. கருவினால் இலத்திரன் மீதான சில கவர்ச்சிகளை இலத்திரன் - இலத்திரன் தள்ளுகைகள் குறைப்பதனால் வேறு இலத்திரன்கள் இல்லாதநிலையில் ஓர் இலத்திரன் அனுபவிப்பதிலும் பார்க்கக் குறைவான கவர்ச்சிகளை அனுபவிக்கின்றன. பல்-இலத்திரனுடைய அணுவில் ஒவ்வொரு இலத்திரனும் மற்றைய இலத்திரன்களால் கருவிலிருந்து திரையிடப்படுவதால் அல்லது மூடி மறைக்கப்படுவதால் இச்செயற்பாடானது திரையிடல்விளைவு அல்லது மூடி மறைக்கப்படும் இயல்பு எனக் கூறப்படும். H அணுவில் உள்ள இலத்திரன் தவிர்ந்த ஏனைய அணுக்களின் இலத்திரன்கள் யாவும் திரையிடல் விளைவை உடையன.

ஆகவே, வேறு இலத்திரன்கள் இல்லாத நிலையை விடக் குறைந்த தேறிய கவர்ச்சியையே அவ் இலத்திரன் அனுபவிக்கும். இப் பகுதியாகத் திரையிடப்பட்ட கருவேற்றமானது பயன்படு கருவேற்றம், Z_{eff} எனும் பதத்தால் தரப்படும். பயன்படு கருவேற்றமானது எப்போதும் உண்மையான கருவேற்றத்திலும் குறைவாகும் ($Z_{eff}<Z$).

ஒரு வலுவளவு இலத்திரனிற்கு திரையிடலின் பெரும்பகுதி கருவிற்கு மிக அண்மையிலுள்ள உள்ளக இலத்திரன்களாலேயே ஆகும். அதன் விளைவாக உள்ளக இலத்திரன் எண்ணிக்கை மற்றும் உள்ளோடுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்புடன் திரையிடல் விளைவு அதிகரிக்கும்.

ஆவர்த்தன அட்டவணையின் எந்தவொரு ஆவர்த்தனத்தின் வழியேயும் பயன்படு கருவேற்றமானது இடமிருந்து வலமாக அதிகரித்துச் செல்லும். ஒரே ஆவர்த்தனத்தின் குறுக்காக அக இலத்திரன் எண்ணிக்கையானது மாறாதிருக்கப் புரோத்திரன்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்துச் செல்லும். அதிகரிக்கும் கருவேற்றத்தைச் சமப்படுத்தச் சேர்க்கப்படும் வலுவளவு இலத்திரன்கள் ஒன்றை யொன்று பயனற்ற வகையில் திரையிடும். இதனால், Z_{eff} ஆனது ஆவர்த்தனத்தின் வழியே உறுதியாக அதிகரித்துச் செல்கிறது.

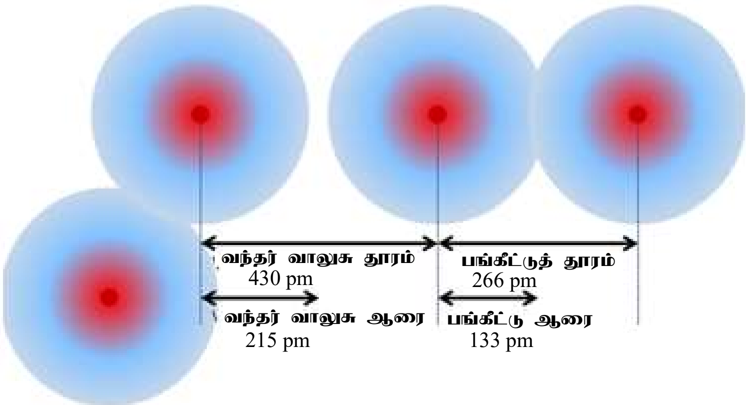
1.6.1 அணுக்கள் மற்றும் அயன்களின் பருமன்கள்

எம்மில் பலர் கருதுவதுபோல அணுக்கள் கடினமாகவும் கோளப் பொருட்களாகவும் இருப்பதில்லை. சக்திச்சொட்டு நிலை இயக்கவியல் மாதிரியின்படி அணுக்கள் திட்டமான வரையறுக்கப்பட்ட எல்லைகளைக் கொண்டிருப்பதில்லை.

வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில், அணுக்களிற்கிடைப்பட்ட தூரங்களிலிருந்து அணுக்களின் பருமன்களை நாம் வெவ்வேறு வழிமுறைகளில் வரையறுப்போம்.

வந்தர் வாலுசு ஆரைகள்

தம்முடன் தாக்கமற்ற வாயு மூலக்கூறுகள;/அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதும்போது அவற்றில் இரு கருக்களிற்கு இடைப்பட்ட ஆகக்குறைந்த தூரமானது அணுவாரையின் இருமடங்காக அமையும். இது பிணைப்பற்ற அணுவாரை அல்லது வந்தர் வாலுசு ஆரை எனப்படும்.



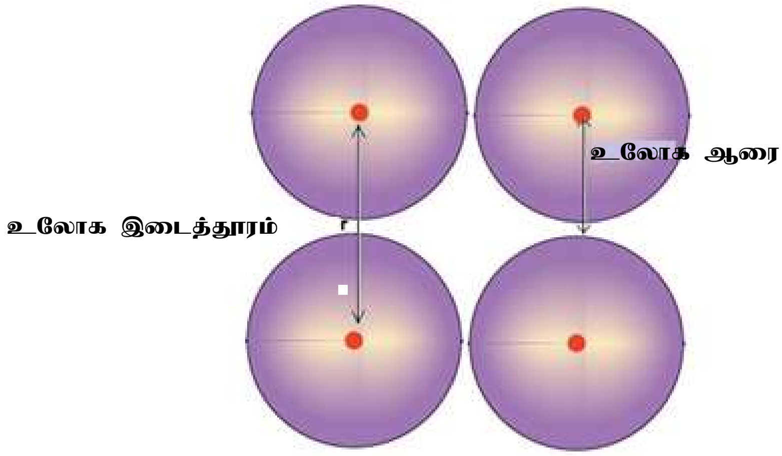
உரு 1.32 பங்கீடு மற்றும் வந்தர்வாலுசு ஆரைகள்

பங்கீட்டு ஆரைகள்

இவை ஒரு மூலக்கூறில் அடுத்துள்ள ஏதாவது இரு அணுக்களின் இடைத்தாக்கங்களால் உருவாகும் ஒரு இரசாயனப் பிணைப்பாகும். பிணைப்புகளற்ற மோதல்களில் அமைவதனை விடப் பிணைப்பு அணுக்கள் மிக நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும். ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள எவ்வொரு அணுவினதும் பிணைப்பு அணுவாரையானது பிணைப்பு இடைத்தூரத்தின் அரைப்பங்கிற்குச் சமமாகும். (இரு பிணைப்பு அணுக்களின் இடைத்தூரமாகும்). பிணைப்பு அணுவாரையானது (பங்கீட்டு ஆரை எனவும் அறியப்படும்) பிணைப்பற்ற அணுவாரையிலும் குறைவானதாகும்.

உலோக ஆரைகள்

உலோகக் கட்டமைப்பிலுள்ள உலோக அணுக்கள் உலோகப் பிணைப்புகள் ஊடாகப் பிணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. உலோகக் கட்டமைப்பில் அடுத்துள்ள இரு அணுக்களின் இடைத்தூரமானது (இரு கருக்களிற்கு இடையிலான் இடைத்தூரமாகும்) உலோக ஆரை எனப்படும்.



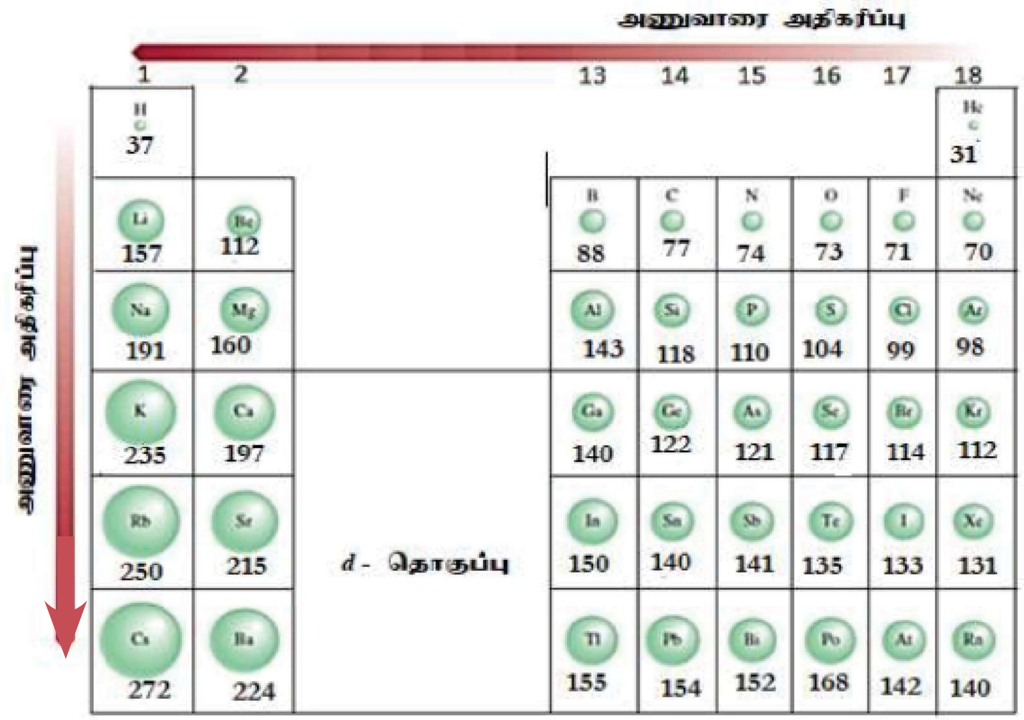
உரு 1.33 உலோக ஆரை

அணுவாரையின் ஆவர்த்தனப்போக்கு

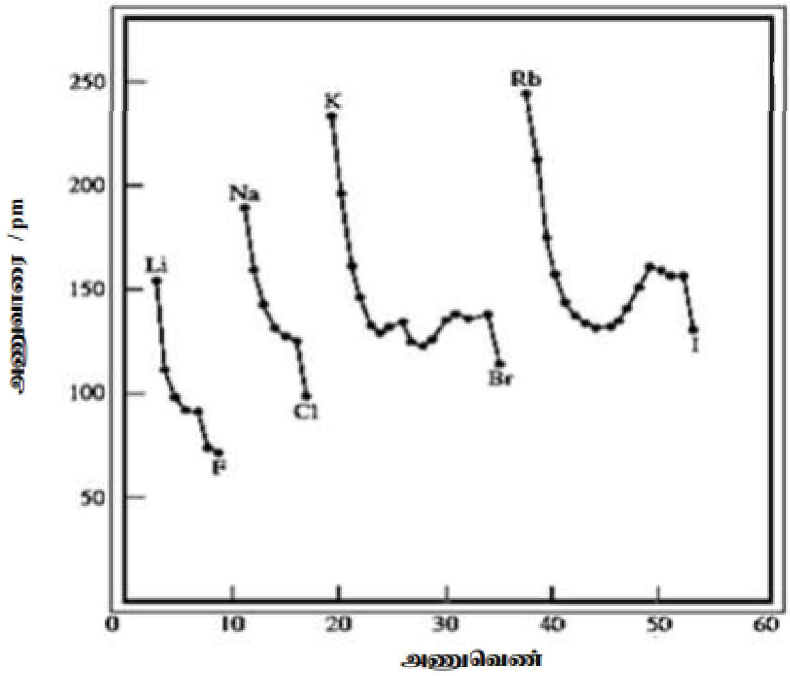
ஆவர்த்தன அட்டவணையிலுள்ள அணுக்களின் பருமன்கள் இரு குறிப்பிடத்தக்க போக்குகளைக் காட்டுகின்றன.

ஒவ்வொரு கூட்டத்திலும், அணுவாரையானது மேலிருந்து கீழ்வரை அதிகரித்துச் செல்கிறது. வெளியோட்டு இலத்திரன்களின் முதன்மைச் சக்திச் சொட்டெண; (n) இன் அதிகரிப்பின் விளைவே இப்போக்கிற்கான பிரதான காரணமாகும். நிரலில் கீழ்நோக்கி நாம் செல்வோமெனின், வெளி யோட்டு இலத்திரன்களின் கருவிலிருந்து விலகிச் செல்வதற்கான நிகழ்தகவின் அதிகரிப்பு, அணுவாரை அதிகரிப்பிற்குக் காரணமாகின்றது.

ஒவ்வொரு ஆவர்த்தனத்திலும், இடமிருந்து வலமாக அணுவாரை குறையும் போக்கே பொதுவாகக் காணப்படுகிறது. ஆவர்த்தனத்தின் வழியே பயன்படு கருவேற்றத்தின் அதிகரிப்பே இப்போக்கில் கூடிய செல்வாக்குச் செலுத்தும் காரணியாகும். உறுதியாக அதிகரிக்கும் பயன்படு கரு வேற்றத்தினால் வலுவளவு இலத்திரன்கள் கருவிற்கு நெருக்கமாக இழுக்கப்படுகின்றன. இது அணுவாரை குறைவதற்கு ஏதுவாகின்றது



உரு 1.34 A ஆவர்த்தன அட்டவணையில் அணுவாரையின் போக்கு



உரு 1.34 B ஆவர்த்தன அட்டவணையில் அணுவாரையின் போக்கு

அயன்களின் இலத்திரனிலையமைப்பு

ஒரு அணுவிலிருந்து இலத்திரன்கள் அகற்றப்பட்டு ஒரு கற்றயன் உருவாகும்போது ஆகக்கூடிய பிரதான சக்திச்சொட்டெண், *n* உடைய ஓபிற்றல்களில் நிரப்பப்பட்டவையே முதலில் அகற்றப்படும்.

உதாரணத்திற்கு, சோடியம் அணுவிலிருந்து ($1s^22s^22p^63s^1$) ஓர் இலத்திரன் அகற்றப்படும்போதுஇ அதன; $3s^1$ இலத்திரனானது அகற்றப்படுகிறது.

$$Na(1s^22s^22p^63s^1 \text{ அல்லது } [Ne]3s^1) \rightarrow Na^+(1s^22s^22p^6 \text{ அல்லது } [Ne]) + e^-$$

தரப்பட்ட ஒரு *n* இன் பெறுமானத்திற்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிரப்பப்பட்ட ஓபிற்றல்கள் இருப்பின், ஆகக்கூடிய *l* இன் பெறுமானமுடைய ஓபிற்றலிலிருந்து முதலில் அகற்றப்படும். உதாரணத்திற்கு, ஒரு போரன் அணுவானது 2*s* இலிருந்து இலத்திரன்கள் அகற்றப்படமுன் 2*p* இலிருந்து இலத்திரன்களை இழக்கும்.

$$B(1s^22s^22p^1) \rightarrow B^+(1s^22s^2) + e^-$$

$$B^+(1s^22s^2) \rightarrow B^{3+}(1s^2) + 2e^-$$

Fe ($[Ar]3d^64s^2$) இலிருந்து இரு இலத்திரன்கள் அகற்றப்படும்போது 3*d* க்கு முன்பே 4*s* ஓபிற்றல் நிலப்பப்பட்டாலும் $4s^2$ இலத்திரன்களே அகற்றப்படும்.

$$Fe([Ar]3d^64s^2) \rightarrow Fe^{2+}([Ar]3d^6) + 2e^-$$

மேலதிகமாக ஒரு இலத்திரன் அகற்றப்பட்டு Fe^{3+} உருவாகும்போது $n = 4$ க்குரிய ஓபிற்றல் வெற்றிடமாக அமைந்திருப்பதனால் 3*d* ஓபிற்றலிலிருந்தே இலத்திரன் அகற்றப்படும்.

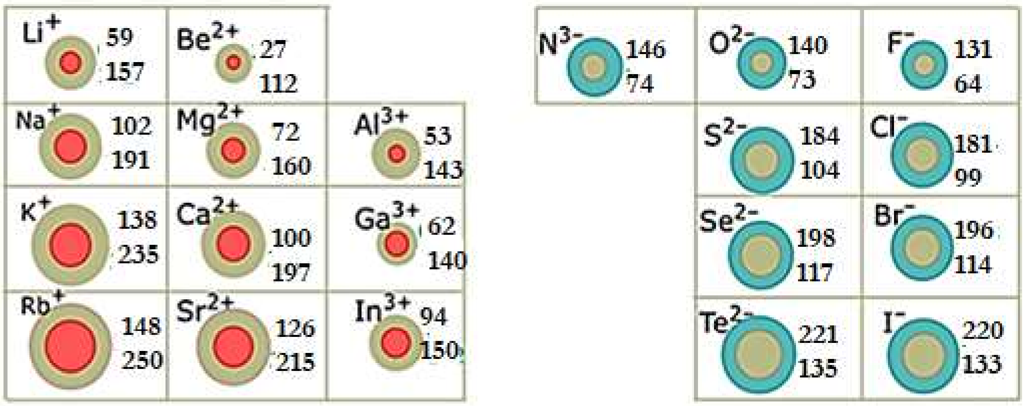
$$Fe^{2+}([Ar]3d^6) \rightarrow Fe^{3+}([Ar]3d^5) + e^-$$

இலத்திரன்கள் ஒரு அணுவிற்குச் சேர்க்கப்பட்டு ஒரு அனயன் உருவாக்கப்படும்போது, வலுவளவு ஓட்டிலுள்ள, ஆகக்குறைந்த பெறுமானம் உடைய *n* இனைக் கொண்ட வெற்றிட அல்லது பகுதிநிரம்பிய ஓபிற்றல்களிலேயே அவை சேர்க்கப்படும். உதாரணத்திற்கு, ஒரு புளோரின் அணுவிற்கு ஓர் அலத்திரன் சேர்க்கப்பட்டு F^- அயன் உருவாகும்போது, அது 2*p* உபஓட்டில் மிகுதியாகவுள்ள வெற்றிடத்திற்கு நிரப்பப்படும்.

$$F(1s^22s^22p^5) + e^- \rightarrow F^-(1s^22s^22p^6)$$

அயனாரைகளின் ஆவர்த்தனப் போக்கு

அணுவின் பருமனை ஒத்ததாகவே, இயனின் பருமனும் அதன் கருவேற்றம், அவை கொண்டுள்ள இலத்திரன் எண்ணிக்கை மற்றும் வலுவளவு இலத்திரன்களைக் கொண்ட ஓபிற்றல்களிலும் தங்கியுள்ளது. ஒரு நடுநிலை அணுவிலிருந்து ஒரு கற்றயன் உருவாகும்போதுஇ கருவிலிருந்து மிகவும் விலகியுள்ள அணு ஓபிற்றல்களில் நிரம்பியுள்ள இலத்திரன்களே அகற்றப்படுகின்றன. மேலும்இ ஒரு கற்றயன் உருவாக்கப்படும்போது இலத்திரன் - இலத்திரன் தள்ளுகை குறைக்கப் படுகின்றது. ஆகவே கற்றயன்கள், அவற்றின் தாய் அணுக்களைவிடச் (Parent atom) சிறியன வாகும்.

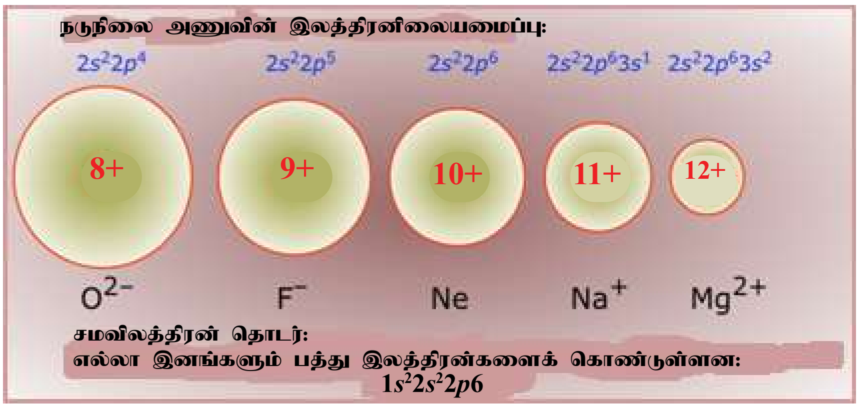


உரு 1.35 பெற்றோர் அணுக்களுடன் ஒப்பிடப்பட்ட கற்றயன் மற்றும் அனயன்களின் ஆரைகள்

இதன் எதிர்மாறானது அனயன்களுக்கு உண்மையானது. ஒரு அணுவிற்கு இலத்திரன்களைச் சேர்த்து ஒரு அனயனை உருவாக்கும்போது இலத்திரன் - இலத்திரன் தள்ளுகை அதிகரிப்பதுவே இலத்திரன்கள் அதிக வெளியில் பரம்பியிருப்பதற்குக் காரணமாகின்றது. இதனால், அனயன்கள், அவற்றின் தாய் அணுக்களை விடப் (Parent atom) பெரியனவாகும்.

சமமான ஏற்றத்தைக் காவும் அயன்களுக்கு (நேர் மற்றும் மறை அயன்கள் இரண்டிற்கும்) ஆவர்த்தன அட்டவணை நிரலில் நாம் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது அயனாரை அதிகரிக்கின்றது. வேறு சொற்களில் கூறினால், ஓர் அயனின் ஆகவும் வெளியே நிரப்பப்பட்டுள்ள ஓபிற்றலின் முதன்மைச் சக்திச்சொட்டெண் அதிகரிப்புடன் அயனின் ஆரை அதிகரிக்கின்றது.

ஒரு சமஇலத்திரன் தொடர் (isoelectronic series) என்பது யாவும் சம எண்ணிக்கையான இலத்திரன் களுடைய அயன்களின் கூட்டமாகும். உதாரணமாக, சமஇலத்திரனுடைய O^{2-}, F^{-}, Ne, Na^{+} மற்றும்; Mg^{2+} தொடரிலுள்ள ஒவ்வொரு அயனும் 10 இலத்திரன்கள் உடையன. எந்த ஒரு சமஇலத்திரன் தொடரிலும் கருவேற்றமானது அணுவெண் அதிகரிப்புடன் அதிகரிக்கும். இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை மாறாதிருக்கின்றமையால், கருவுடன் இலத்திரன் வலிமையாகக் கவரப்படும் தகவானது கருவேற்ற அதிகரிப்புடன் அதிகரிப்பதால் அயனாரை குறைகிறது.



உரு 1.36 சமஇலத்திரன் தொடரின் ஆரை

1.6.2 அயனாக்க சக்தி

பகுதி 1.3 இன் ஆரம்பத்தில் விளக்கியபடி, தனியாக்கப்பட்ட வாயுநிலை அணு அல்லது அயனின் தரைநிலையிலிருந்து ஒரு இலத்திரனை அகற்றத் தேவையான ஆகக் குறைந்த சக்தியானது ஒரு அணு அல்லது அயனின் அயனாக்கச் சக்தி ஆகும்.

பொதுவாக, முதலாம் அயனாக்கச்சக்தி (I_1) என்பது வாயுநிலையிலுள்ள நடுநிலை அணுவிலிருந்து மிகத் தளர்வாகப் பிணைக்கப்பட்ட இலத்திரனை அகற்றத் தேவையான சக்தியாகும். உதாரணத்திற்கு, இலிதியத்தின் முதலாம் அயனாக்கசக்தி பின்வரும் செயற்பாட்டுக்குத் தேவையான சக்தியாகும்.

$$Li(g) \rightarrow Li^{+}(g) + e-$$

இரண்டாம் அயனாக்க சக்தி (I_2) என்பது வாயுநிலையிலுள்ள ஓர் வலுவளவு கற்றயனிலிருந்து மிகத் தளர்வாகப் பிணைக்கப்பட்ட இரண்டாம் இலத்திரனை அகற்றி வாயுநிலை ஈர் வலுவளவு கற்றயனை உருவாக்கும்போது தேவையான சக்தியாகும். அத்துடன் அதேபோல மேலும் இலத்திரன்களை அடுத்தடுத்து அகற்றலாகும். ஆகவே, பின்வரும் செயற்பாட்டுடன் இணைந்ததுவே இலிதியம் அணுவின் I_2 ஆகும்.

$$Li^{+}(g) \rightarrow Li^{2+}(g) + e-$$

தரப்பட்ட ஒரு மூலகத்தின் அடுத்தடுத்த இலத்திரன்களை அகற்றும்போதான அயனாக்க சக்திகள் ஏறுவரிசையில் அமையும். $I_1 < I_2 < I_3$ என இதேபோன்று தொடரும். ஒவ்வொரு தொடர் அகற்றலின்போதும் இப்போக்கு அமையும். ஏனென்றால் கூடிய நேரயனிலிருந்து இலத்திரன் அகற்றப்பட்டுக் கொண்டிருப்பதாலாகும். மேலும் தேவைப்படும் சக்தியானது ஏறுவரிசையில் அமைகிறது. இதற்கு மேலாக வெளியோட்டு இலத்திரனை அகற்றுவதனை விடவும் ஒப்பீட்டளவில் அகஓட்டு இலத்திரனை அகற்றலின்போது அயனாக்க சக்தி அதிகரிப்பதானது திட்டமானதாகும். ஏனென்றால் அகஓட்டு இலத்திரன்கள் கருவுக்கு நெருக்கமாக இருப்பதனால் வலிமையாகக் கவரப்படுகின்றமையாகும்.

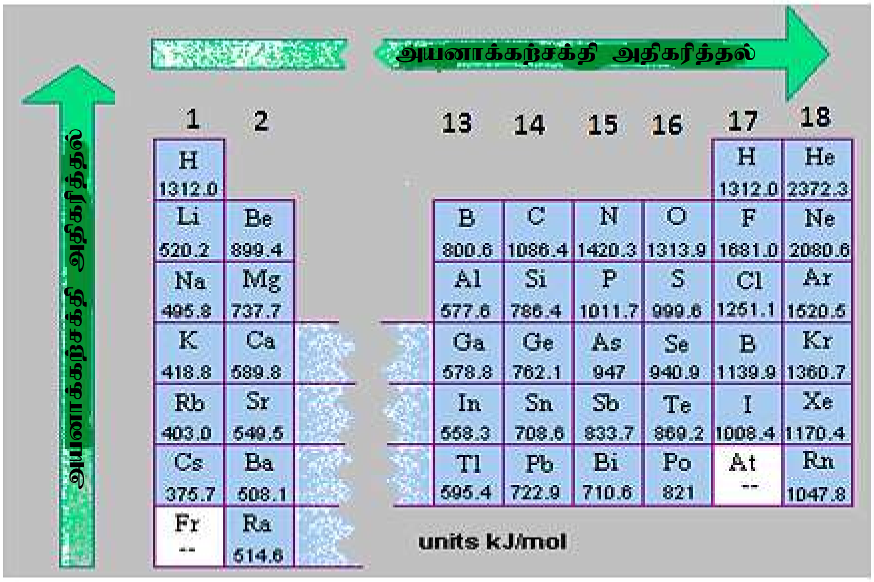
முதலாம் அயனாக்க சக்தியின் ஆவர்த்தனப்போக்கு

ஆவர்த்தனத்தின் வழியாக முதலாம் அயனாக்க சக்தியானது பொதுவாக அதிகரித்துச் செல்கின்றது. ஒவ்வொரு ஆவர்த்தனத்திலும் காரஉலோகங்கள் ஆகக்குறைந்த அயனாக்கசக்தியையும் விழுமிய வாயுக்கள் மிகஉயர் அயனாக்கசக்தியையும் காட்டும்.

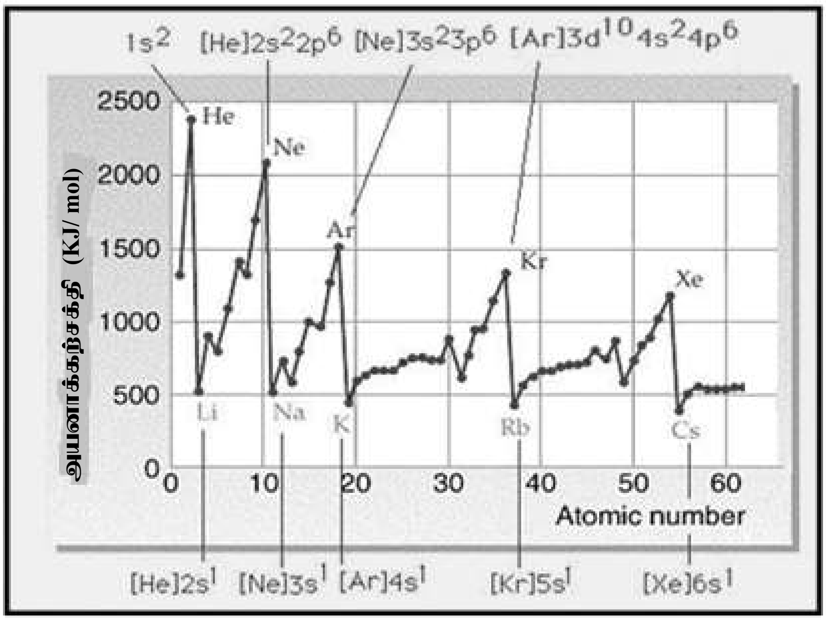
ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஒரு நிரலில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது பொதுவாக அயனாக்க சக்தி குறைந்து செல்லும். உதாரணத்திற்கு கூட்டம் 1 இன் மூலகங்களில் (கார உலோகங்கள்) அயனாக்க சக்தி பின்வரும் வரிசையைக் கொண்டமையும். H > Li >Na > K > Rb > Cs > Fr.

தாண்டல் உலோகங்களில் காணப்படுவதனைவிட *s*, *p* தொகுப்பு மூலகங்களில; I_1 ஆனது கூடிய வீச்சைக் கொண்டமையும். பொதுவாக, ஆவர்த்தனத்தின் வழியே தாண்டல் உலோகங்களின் முதலாம் அயனாக்க சக்தியானது இடமிருந்து வலமாக மெதுவாக அதிகரித்துச் செல்லும்.

அணுப்பருமன் மீது செல்வாக்குச் செலுத்தும் அதே காரணிகளே அயனாக்க சக்திமீதும் செல்வாக்கு செலுத்துகின்றன. வெளியேயுள்ள ஓட்டில் நிரம்பியுள்ள இலத்திரனை அகற்றுவதற்குத் தேவையான சக்தியானது பயன்படு கருவேற்றம், கருவிலிருந்து இலத்திரனிற்கான சராசரி இடைத்தூரம் ஆகிய இரண்டிலும் தங்கியுள்ளது. பயன்படு கருவேற்றத்தின் அதிகரிப்பு அல்லது கருவிலிருந்தான சராசரித் தூரம் குறைந்து செல்லுதல் அல்லது இரண்டிலும் கருவிற்கும் இலத்திரனிற்கும் இடையிலான இடைக்கவர்ச்சி தங்கியுள்ளது. இவ் இடைக்கவர்ச்சி அதிகரிக்கும்போது ஒரு இலத்திரனை அகற்றல் மேலும் கடினமாகிச் செல்வதனால் அயனாக்க சக்தி அதிகரித்துச் செல்லும்.



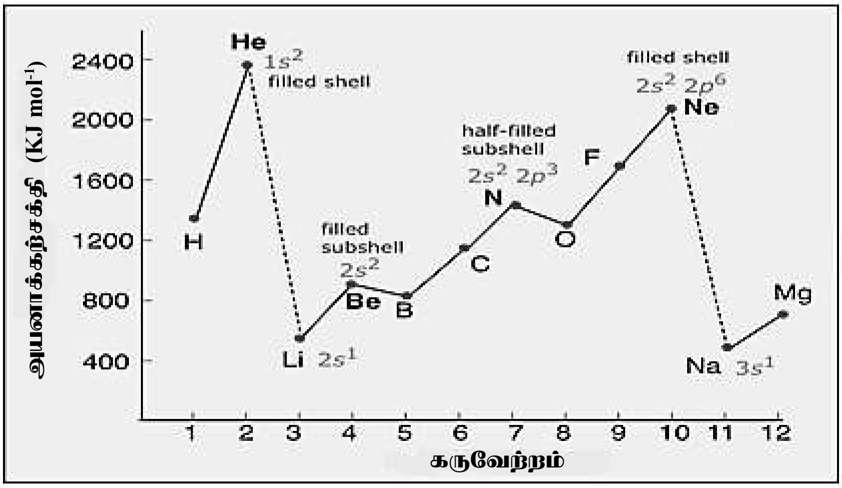
உரு 1.37 ஆவர்த்தன அட்டவணையில் முதலாம் அயனாக்க சக்தியின் போக்கு



உரு 1.38 மூலகங்களின் அணுவெண்ணுடன் முதலாம் அயனாக்க சக்திகளின் மாறுபாடு

ஒரு தரப்பட்ட ஆவர்த்தனத்தில் முதலாம் அயனாக்க சக்தியின் போக்கில் சிறிய ஒழுங்கீனங்கள் அமைந்தாலும் அது விளங்கப்படுத்தக்கூடியதாகும். பொதுவாக உறுதியான அமைப்புகளான பூரணமாக நிரம்பிய உபஓடுகள் (உ-ம்:- கூட்டம் 2, கூட்டம் 12 மற்றும் கூட்டம் 18) அல்லது பகுதி நிரம்பிய உபஓடுகள் (உ-ம்:- கூட்டம் 7 மற்றும் கூட்டம் 15) என்பன பொதுவான போக்கில் எதிர்பார்க்கப்படுவதிலும் பார்க்க கூடிய அயனாக்க சக்தியைக் கொண்டமையும்.

உதாரணமாக, இரண்டாம் ஆவர்த்தனத்தில் பூரணநிரம்பல் உடைய ஓட்டினைக் கொண்டமைவதால் நியோன் ஆனது மிகக்கூடிய முதலாம் அயனாக்க சக்தியுடையது. பெரிலிய மானது நிரம்பிய உபஓட்டினைக் கொண்டமைவதால் எதிர்பார்க்கப்படுவதிலும் பார்க்கக்கூடிய முதலாம் அயனாக்க சக்தியைக் கொண்டமைவதுடன் போரனைவிடவும் I_1 ஆனது கூடியதாகவும் அமையும். இதேபோன்று நைதரசனானது திட்டமாக அரைநிரம்பலடைந்த p உபசக்திமட்டத்தைக் கொண்டமைவதால் கூடிய I_1 ஐக் காட்டுவதுடன் பொதுவாகக் குறிப்பிடுவதிலும் கூடியதாகும்.



உரு 1.39 முதலாம், இரண்டாம் ஆவார்த்தனங்களின் வழியே முதலாம் அயனாக்க சக்திகளின் மாறுபாடு.

1.6.3 இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தி

வாயுநிலை அணுவொன்றிற்கு இலத்திரனைச் சேர்க்கும்போது நடைபெறுகின்ற சக்தி மாற்றம் இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தி எனப்படும். பெரும்பாலான அணுக்களில் ஓர் இலத்திரனைச் சேர்க்கும்போது சக்தி வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது.

உதாரணமாக, குளோரின் அணுவின் இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தி கீழ்க்காட்டப்பட்ட செயற்பாட்டின்போது ஒரு மூல; Cl இற்கு -349 kJ ஆகும். இச் செயற்பாட்டின்போது சக்தி விடுவிக்கப்படுவதனை மறைக்குறியீடு சுட்டிக்காட்டுகிறது.

$$Cl(g) + e^- \rightarrow Cl^-(g) \qquad (\Delta E_{EG} = -349 \text{ kJ mol}^{-1})$$

(ΔE_{EG} = இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தி)

எவ்வாறாயினும், சில அணுக்கள் நேர் இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தியுடையன. உதாரணம்:- Be, N. ஏனெனில் இது அவற்றின் ஒப்பீட்டளவில் உறுதியான இலத்திரனிலையமைப்பு Be ($2s^2$) மற்றும் N ($2p^3$) காரணத்தால் ஆகும். அத்துடன் ஒரு இலத்திரனைச் சேர்ப்பதன் விளைவாக இலத்திரன் - இலத்திரன் இடைத்தள்ளுகை ஏற்படுவதனால் அதுவே இங்கு முதன்மைபெறும் காரணியாகும்.

$$N(g) + e \rightarrow N^-(g) \qquad (\Delta E_{EG} = +134 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$Be(g) + e- \rightarrow Be^-(g) \qquad (\Delta E_{EG} = +231 \text{ kJ mol}^{-1})$$

இலத்திரன் ஏற்றல் சக்தி ஆவர்த்தனம் வழி குறையும் நேர் பெறுமானம் ஆகும். கூட்டம் வழி கீழ்நோக்கி கூடிய நேர்ப் பெறுமானம் கொண்டது.

சர்வதேச ரீதியாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது யாதெனில், ΔE_{EG} ஆனது ஒரு அணுவின் இலத்திரன் கவரும் அளவுரீதியான பௌதிக காரணியாகப் பயன்படுத்தப்படும். அத்துடன் இதன் இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தியுடன் பின்வருமாறு தொடர்புபடும்.

இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தி (ΔE_{EG}) = - இலத்திரன் நாட்டம் (E_A)

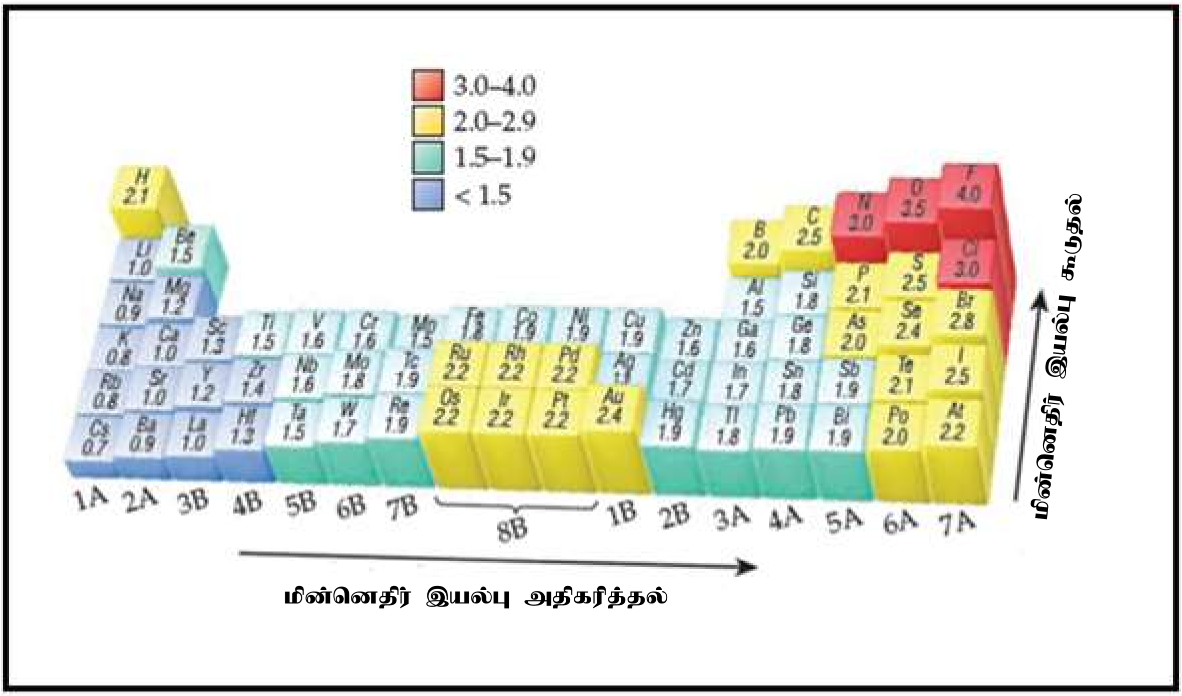
மேலும், இங்கு அணுவின் இலத்திரனாட்டமானது ΔE_{EG} உடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. அத்துடன் ஒரு மூலர் அனயன் வாயு நிலையில் ஓர் இலத்திரனை இழக்கும்போது ஏற்படும் சக்தி மாற்றம் எனவும் கூறப்படும்.

$A^-(g) \rightarrow A(g) + e \quad \Delta E = \Delta E_A$. இதன் பருமன் ΔE_{EG} இன் பருமனுடன் எதிரான குறியீடுடையது. ஆவர்த்தனத்தின் வழியே அதிகரிக்கும் நேர்ப் பெறுமானமாகவும் கூட்டம் வழியே கீழ்நோக்கி குறையும் நேர்ப் பெறுமானமாகவும் அமையும்.

1.6.4 மின்னெதிர்த்தன்மை

ஒரு மூலகத்திலுள்ள ஓர் அணுவானது இலத்திரனை, அதனை நோக்கிக் கவரும் திறனானது அதன் மின்னெதிர்த்தன்மை என வரையறுக்கப்படும். இலத்திரனைக் கவரும்திறன் அதிகரிப்பின் அவ் அணுவின் இலத்திரன் கவரும் திறன் கூடியது எனப்படும்.

ஒரு அமெரிக்க இரசாயினியான லீனஸ் பௌலிங் Linus Pauling (1901–1994) என்பவரால் முதலிலும் பெருமளவு விரிவான முறையிலும் மின்னெதிர்த்தன்மை அலகினை அபிவிருத்தியடையச் செய்யப்பட்டதுடன் அம்முறை பௌலிங்கின் அலகு எனவும் அறியப்பட்டது. ஆவர்த்தன அட்டவணையில் பொதுவாக, ஆவர்த்தனத்தின் வழியே இடமிருந்து வலமாக மின்னெதிர்த்தன்மை அதிகரித்துச் செல்கின்றது. சில விதிவிலக்குகளுடன் (விசேடமாகத் தாண்டல் உலோகங்களில்), கூட்டம் வழியே அணுவெண் அதிகரிப்புடன் மின்னெதிர்த்தன்மை குறைந்து செல்லும். பௌலிங்கின் அலகிலிருந்து விழுமிய வாயுக்களும் மிகவும் குறைவான ஆனால் பூச்சியமற்ற மின்னெதிர்த்தன்மையுடையன இரு அணுக்கள் ஒரு பிணைப்பை உருவாக்கும்போது அது அயன் அல்லது பங்கீட்டு இயல்பா எனத் தீர்மானிப்பதற்கு, இவற்றிற்கு இடைப்பட்ட மின்னெதிர்த்தன்மை வேறுபாடு பயன்படும்.



உரு 1.40 ஆவர்த்தன அட்டவணையில் மூலகங்களின் பௌலியின் மின்னெதிர் பெறுமானத்தின் போக்கு

அட்டவணை 1.6 A சமன்பாடுகள்

சமன்பாடுகள்
அணுஎண் (Z) = புரோத்தன்களின் எண்ணிக்கை = இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை **திணிவெண்**(A) = புரோத்தன்களின் எண்ணிக்கை (Z) + இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை
1 amu = 1.66054×10^{-24} g மற்றும் 1 g = 6.02214×10^{23} u or Da
அணுத்திணிவு = Σ [(சமதானிகளின் திணிவு) x (சமதானிகளின் வளப்பின்னம்)] **ஒளியின் கதி** = $c = \lambda\nu = \mathbf{3.00 \times 10^8\ m/s}$
ஒரு போட்டோனின் சக்தி = $E = h\nu$
மாறிலி ***h*** ஆனது பிளாங்கின் மாறிலி எனப்படும். இதன் பெறுமானம் $\mathbf{6.626 \times 10^{-34}\ Js}$

2. கட்டமைப்பும் பிணைப்பும்

உள்ளடக்கம்

2.1 பங்கீட்டுப் பிணைப்புகள்

2.1.1 லூயியின் புள்ளி வடிவங்கள் மற்றும் லூயியின் புள்ளிக்கோட்டுக் கட்டமைப்புக்கள்

2.2 ஈதற் பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்புகள்

2.3 வலுவளவு ஓட்டு இலத்திரன் சோடித் தள்ளுகைக் கொள்கை (VSEPR - கொள்கை)

- நேர்கோட்டு - இலத்திரன் சோடிக் கேத்திர கணித ஒழுங்கு
- தள முக்கோணம் - இலத்திரன் சோடி கேத்திர கணித ஒழுங்கு
- நான்முகி - இலத்திரன் சோடி கேத்திர கணித ஒழுங்கு
- முக்கோண இருபக்க கூம்பகம் - இலத்திரன் சோடி கேத்திர கணித ஒழுங்கு
- எண்முகி - இலத்திரன் சோடி கேத்திர கணிதஒழுங்கு

2.3.1 அணு ஓபிற்றல்களின் கலப்பாக்கம்

2.3.2 இரட்டை மற்றும் மும்மைப் பிணைப்பு உருவாதல்.

2.3.3 பரிவுக் கட்டமைப்புக்கள்

- பரிவின் பண்புகள்
- முறைமையான ஏற்றம்
- பரிவுக் கட்டமைப்புக்களில் சார்பு உறுதியைத் துணிவதற்கான நியதிகள்

2.3.4 மூலக்கூறுகளின் முனைவுத் தன்மையில் மின்னெதிர் தன்மையினதும் கேத்திர கணித ஒழுங்கமைப்பினதும் தாக்கம்

2.3.5 இருமுனைவுத் திருப்புத்திறன்

2.3.6 மின்னெதிர்த் தன்மையின் பருமனில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும் காரணிகள்

2.4 அயன் பிணைப்பு / அயன் இடைத்தாக்கம்

2.5 உலோகப் பிணைப்புக்கள்

2.6 துணை / வழி / இரண்டாம் நிலை இடைத் தாக்கங்கள்/ கவர்ச்சிகள்

- அயன் - இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்கள்
- இருமுனைவு - இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்கள் ஐதரசன் பிணைப்பு
- அயன் - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கம்
- இருமுனைவு - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத் தாக்கங்கள்
- லண்டன் இடைத்தாக்கங்கள் (விசைகள்) / கலைவு இடைவிசைகள் (கணநிலை தூண்டப்பட்ட - தூண்டப்பட்ட முனைவு)

அறிமுகம்

நிலையற்ற / உறுதியற்ற இலத்திரன் நிலையமைப்பை உடைய மூலகங்கள் வலுவளவு ஓட்டைப் பூர்த்தி செய்வதன் மூலம் உறுதித் தன்மையைப் பெறுவதற்காக இரசாயனப் பிணைப்புகளை உருவாக்குகின்றன.

பின்வரும் வரைபடம் (வரிவடிவம்) எவ்வாறு வலுவளவு இலத்திரன்கள் வெவ்வேறு வகையான இரசாயனப் பிணைப்புகளை உருவாக்கும்பொழுது பங்கு கொள்கின்றன எனப் பல ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட மாதிரியுருக்களின் ஊடாகச் சுருக்கமாகத் தருகின்றது.

இரசாயனப் பிணைப்புகள்

இருஅணுக்களுக்கு இடையில் ஒரு சோடி இலத்திரன்கள் பங்கிடப்படுதல்.

உலோகப் பிணைப்புகள் பெரும் எண்ணிக்கையான உலோக கற்றயன்கள் இலத்திரன்களின் கடலினால் உறுதியாக்கப்படுகின்றது.

கற்றயன்களை உருவாக்குவதற்கு முற்றாக இலத்திரன்கள் அகற்றப்படுகின்றது. அனயன்களை உருவாக்குவதற்கு இலத்திரன்கள் வாங்கப்படுகின்றது.

பங்கீட்டுப் பிணைப்பு இருஅணுக்களுக்கு இடையில் ஒரு இலத்திரன் சோடி பங்கிடப் படும்போது ஒவ்வொரு அணுவும் பங்கீட்டிற்காக ஒவ்வொரு இலத்திரனை வழங்கும்.

ஈதற் பங்கீட்டுப் பிணைப்பு இரு அணுக்களுக்கிடையில் ஒரு சோடி இலத்திரன் பங்கிடப்படும் போது அவ்விரு இலத்திரன்களும் ஒரு அணுவினால் மட்டும் வழங்கப்படும்.

அயன் பிணைப்பு கற்றயன்களுக்கும் அனயன் களுக்குமிடையில் உருவாகும் நிலை மின்னியல் கவர்ச்சி விசைகளால் உருவாகின்றது.

உரு 2.1 இரசாயனப் பிணைப்பு வகைகள்

2.1 பங்கீட்டுப் பிணைப்புகள்

பங்கீட்டுப்பிணைப்புகள் ஒரு சோடி இலத்திரன்கள் ஒரே மூலகத்தின் இரு அணுக்களால் அல்லது வேறுபட்ட மூலகங்களின் இரு அணுக்களால் பங்கிடப்படும்பொழுது உருவாகின்றது. ஒவ்வொரு அணுவும் ஒவ்வொரு இலத்திரனை வழங்குவதன் மூலம் ஒரு சோடி இலத்திரன் உருவாக்கப் படுகின்றது. இதன் விளைவாக இரு அணுக்களினதும் வலுவளவு ஓட்டு இலத்திரன்களினது மொத்த எண்ணிக்கையைக் கருதும்போது உறுதியான இலத்திரன் அமைப்பைப் பெறுகின்றன.

கஸ்வெல்லும் லூயியும் (Caswell and Lewis) வலுவளவு ஓட்டின் உச்சப் பெறுமானமாக எட்டு (8) இலத்திரன்களால் நிரப்பப்படும்போது உறுதியான இலத்திரன் நிலையமைப்பைப் பெறுகின்றன எனக் கருதினர். எனவே அது அட்டம விதி (Octet rule) எனப்படும்.

இலத்திரன் நிலையமைப்புப் பற்றிய அறிவின்படி இரண்டாம் ஆவர்த்தன மூலகங்களின் $2s$, $2p$ ஓபிற்றல்களின் உச்ச வலுவளவு இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை 8. ஆகவே, இரண்டாம் ஆவர்த்தன $(n = 2)$ மூலகங்கள் இரசாயனப் பிணைப்புகளை உருவாக்கும்பொழுது அட்டம நிலையைப் பூர்த்தி செய்து உயர் உறுதித் தன்மையை அடைகின்றன. C, N, O, F ஆகிய மூலகங்கள் இரசாயனப் பிணைப்புகளை உருவாக்கி அட்டம அமைப்பைப் பூர்த்தியாக்குவது கூடுதலாகப் பொருத்தமானதாகும்.

மூன்றாம் ஆவர்த்தனமும் (n=3) அதற்குக் கீழே உள்ள ஆவர்த்தனங்களின் வலுவளவு ஓடு s, p உபசக்தி மட்டத்துடன் d உபசக்தி மட்டத்தையும் கொண்டுள்ளன. ஆகவே இரசாயனப் பிணைப்புகள் உருவாகும் பொழுது எட்டுக்கு மேற்பட்ட இலத்திரன்களை வலுவளவு ஓட்டில் சில சந்தர்ப்பங்களில் இம்மூலகங்கள் கொண்டிருக்கலாம். உதாரணமாக SO_2, SO_3 ஆகியவற்றில் கந்தகத்தின் வலுவளவு ஓட்டில் இருக்கும் இலத்திரன்கள் எட்டை விட அதிகம். கந்தகத்தின் வலுவளவு ஓட்டில் d ஓபிற்றல்கள் இருப்பதால் 18 இலத்திரன்களைக் கந்தக அணு அனுமதிக்கின்றது. (permits) வலுவளவு ஓட்டில் உள்ள d ஓபிற்றல்களும் பிணைப்புகளில் பங்கு கொள்வதினால் கந்தக அணுக்களில் உள்ள வலுவளவு இலத்திரன்கள் எட்டிலும் பார்க்க அதிகரிக்கலாம். எவ்வாறாயினும் d ஓபிற்றல்கள் பிணைப்பில் பங்குபற்றுவது கட்டாயமான தொன்றல்ல. உதாரணமாக H_2S மூலக்கூறில் கந்தக அணுவில் d ஓபிற்றல்கள் பிணைப்பில் ஈடுபடாது அட்டக அமைப்பை அடைகின்றது.

இருப்பினும், இரசாயனப் பிணைப்புகளை உருவாக்கும்போது அட்டக நிலையை எல்லா மூலகங்களும் கட்டாயமாக அடையாத சந்தர்ப்பங்கள் உள்ளன. சில இலத்திரன் பற்றாக் குறையுடைய சேர்வைகள் உதாரணமாக $BeCl_2$, BH_3, $AlCl_3$ (இலத்திரன் பற்றாக்குறைச் சேர்வைகள்) போன்றவை Be, B, Al ஆகிய மூலகங்களில் பூர்த்தி செய்யப்படாத வலுவளவு ஓட்டுடன் சேர்வைகள் உருவாக்கப்படுகின்றது. ஐதரசன் அணுவில் $1s$ ஓபிற்றல் மட்டும் உண்டு. வலுவளவு ஓடு இரு இலத்திரன்களைக் கொண்டிருக்கும்போது உறுதி நிலை பெறப்படுகின்றது. மேலே விபரிக்கப்பட்ட எல்லா உதாரணங்களிலும் இரசாயனப் பிணைப்பகள் உருவான பின்பு, வலுவளவு ஓட்டில் உள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை இரட்டை எண்ணாக உள்ளது. ஆனால் இது எப்பொழுதும் உண்மையானதன்று. NO, NO_2 போன்ற சேர்வைகள் அட்டக அமைப்புப் பூர்த்தி செய்யப்படாது ஒற்றை எண்ணிக்கையான இலத்திரன்களைக் கொண்டுள்ளன.

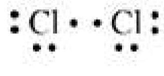
மூலக்கூறுகளிலும் அயன்களிலும் இலத்திரன் பரம்பலை விளக்குவதற்காக ஒரு மாதிரியுரு Gilber Lewis இனால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. அது லூயியின் புள்ளிக் கட்டமைப்பு (Lewi's dot structure) என அறியப்பட்டது.

2.1.1 லூயியின் புள்ளி வடிவங்கள் மற்றும் புள்ளிக் கோட்டுக் கட்டமைப்புக்கள்

லூயியின் புள்ளி வடிவம் தரப்பட்ட ஒரு இரசாயன சூத்திரத்திலுள்ள பிணைப்பு வகையைப் படங்களால் விளக்குவதற்கும் ஒவ்வொரு அணுவிலும் வலுவளவு ஓட்டில் இலத்திரன் பங்கிடுதலைக் காட்டுவதற்கும் பயன்படும். லூயியின் கட்டமைப்பில் பிணைப்பில் ஈடுபடும் இலத்திரன் சோடிகள் இரு மூலக அணுக்களிடையில் வரையப்படும் ஒரு குறுகிய கோட்டினால் காட்டப்படும்.

இரசாயனச்சூத்திரம் → லூயியின் புள்ளி வடிவம் → லூயியின் கட்டமைப்பு

Cl_2



லூயியின் புள்ளி வடிவங்களை வரையும்பொழுது பின்வரும் காரணிகளையுடைய பட்டியலைக் கருத்திற் கொள்ளவேண்டும்.

- மூலகங்கள் H உம் F உம் பொதுவாக மைய அணுவாகக் கருதப்படுவதில்லை ஏனெனில் இவ்வணுக்கள் ஒற்றைப் பிணைப்பை மாத்திரம் உருவாக்குவதாலாகும். பல பிணைப்புகளை உருவாக்கக்கூடிய அணுக்கள் மைய அணுக்களாக இடப்படும்.
- தாழ் மின்னெதிர்த்தன்மை உடைய மூலகங்கள் பொதுவாக மையஅணுக்களாக இருக்கும். எனினும் இது எப்பொழுதும் உண்மையானதன்று. H_2O மூலக்கூறினைக் கருதும்பொழுது உயர்ந்த மின்னெதிர்த்தன்மை உடைய ஒட்சிசன் அணு மைய அணுவாக இடப்பட்டுள்ளது.

ஒரு மைய அணுவையுடைய மூலக்கூறுகளுக்குப் பின்வரும் உண்மைகளைக் கருதுவது முக்கியமானது.

1. மைய அணுவையும் அதைச் சூழஉள்ள அணுக்களையும் இனம் காணவேண்டும்.
2. தரப்பட்ட இரசாயனச் சூத்திரத்திலுள்ள ஒவ்வொரு அணுவிலும் உள்ள வலுவளவு

இலத்திரன்களைக் கருத்திற் கொண்டு அச்சூத்திரத்திலுள்ள மொத்த இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை யைக் கணிக்க.

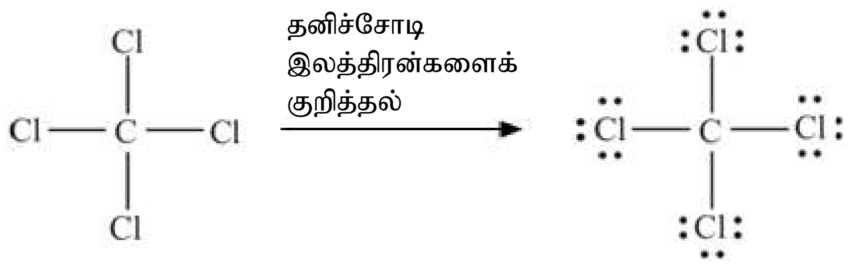
உதாரணம்:- நீரில் ஒட்சிசன் அணு வலுவளவு ஓட்டில் இருந்து 6 இலத்திரன்களையும் ஒவ்வொரு ஐதரசன் அணுவும் ஒவ்வோர் இலத்திரனையும் (இரு ஐதரசன் அணுக்களிலிருந்து 2 இலத்திரன்கள்) வழங்குவதால் வலுவளவு ஓட்டில் மொத்தமாக 8(6e + 2e =8e) வலுவளவு இலத்திரன்கள் உண்டு. அது ஓர் எதிரேற்றமுடைய அயனாக இருப்பின் எதிரேற்றங்களும் எண்ணப்படல் வேண்டும்.

உதாரணம்:- OH^- இல் ஒட்சிசன் அணு 6 இலத்திரன்ளையும், ஐதரசன் அணு ஒரு இலத்திரனையும் வழங்குவதுடன் எதிர் ஏற்றத்தினால் வழங்கப்படும் ஒரு இலத்திரனுடன் மொத்தமாக மைய அணுவில் 8 இலத்திரன்கள் வலுவளவு ஓட்டில் உண்டு. ஓர் அயன் நேர்ஏற்றமுடையதாக இருப்பின், அவ்ஏற்றத்திற்குச் சமமான எண் மொத்த வலுவளவு இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கையிலிருந்து கழிக்கப்படல் வேண்டும்.

உதாரணம்:- NH_4^+ இல் N அணு 5 வலுவளவு இலத்திரன்களை வழங்குகின்றது. அத்துடன்4 ஐதரசன் அணுக்கள் 4 இலத்திரன்களை வழங்குகின்றன. எனினும் அது ஒரு ஏற்றமுள்ள கற்றயனாக இருப்பதால் ஒரு இலத்திரனை (நேர்ஏற்றங்களிற்கு சமமான எண்ணிக்கை) கழிப்பதனால் நைதரசன் அணுவின் வலுவளவு ஓட்டில் (5e+4e-1e=8e) 8 இலத்திரன்கள் உண்டு.

3. ஒரு பிணைப்பானது ஒரு சோடி புள்ளிகளினால் மைய அணுவிற்கும் அதைச்சூழ்ந்துள்ள அணுவுக்கும் இடையில் குறிக்கப்படும். மைய அணுவுடன் அதைச்சூழ உள்ள எல்லா அணுவும் ஆகக் குறைந்தது ஒரு பிணைப்பினால் இணைக்கப்படும்.

4. பிணைப்பில் ஈடுபடும் சோடி இலத்திரன்களை முதலில் குறித்தல் (இரு அணுக்களுக்குமிடையில் குறுகிய கோடொன்றினால் குறிக்கப்படும்) சோடி புள்ளிகளினால் ஒவ்வொரு சோடி இலத்திரன்களையும் மின்னெதிர்த்தன்மை கூடிய மூலகத்திற்கு பகிர்ந்து இடப்படும். மைய அணு மின்னெதிர்த்தன்மை கூடிய மூலகமாக இல்லாவிடின் தனிச்சோடி இலத்திரன்கள் சூழ உள்ள மூலகங்களில் குறிக்கப்படும். CCl_4 இதற்கு உதாரணமாக அமையும்.



உரு 2.2 CCl_4 லூயி புள்ளிக் கோட்டுக் கட்டமைப்பு

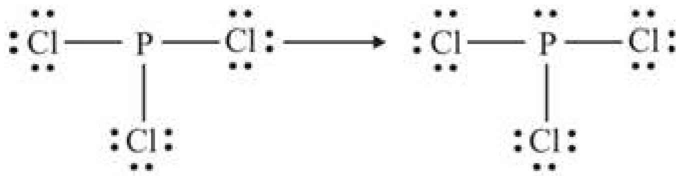
NH_3 இல் சூழ்ந்துள்ள அணுக்கள் ஐதரசனாக இருப்பதால் மிகுதியாக உள்ள சோடி இலத்திரன்கள் நைதரசன் அணுவில் குறிக்கப்படும்.

உரு 2.3 NH_3 இன் லூயியின் புள்ளிக் கோட்டுக் கட்டமைப்பு

லூயியின் கட்டமைப்பில் இரண்டு அணுக்களுக்கு இடையில் பிணைப்பு இலத்திரன்கள் கீழ் உள்ளவாறு காட்டப்படும்.

ஒற்றைப் பிணைப்பு	⟶ M••L அல்லது M:L
இரட்டைப் பிணைப்பு	⟶ M::L
மும்மைப் பிணைப்பு	⟶ M⋮⋮L
ஈதல் பிணைப்பு L இல் இருந்து M இற்கு	⟶ L:M

5. சூழ உள்ள அணுக்களில் இலத்திரன் சோடிகளைப் பகிர்ந்தபின் மிகுதியாக உள்ள சோடி இலத்திரன்கள் மைய அணுவில் குறிக்கப்படும்.



உரு 2.4 PCl_3 இன் லூயியின் புள்ளிக் கோட்டுக் கட்டமைப்பு

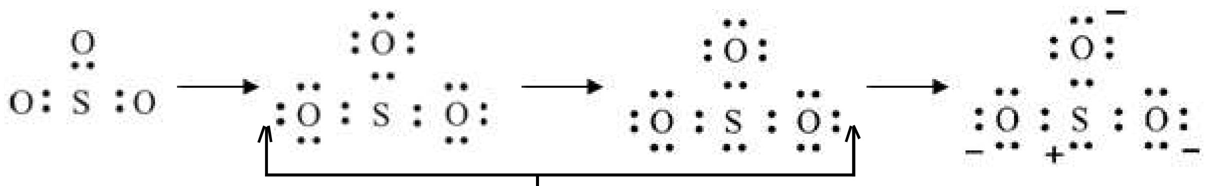
6. முறைமையான ஏற்றத்தைக் கொடுப்பதற்கும் (formal charge) அட்டகநிலை பூர்த்தி செய்யப் பட்டுள்ளதா எனச் சரிபார்ப்பதற்கும் எல்லா இலத்திரன்சோடிகளும் பகிர்ந்தளிக்கப்பட்ட பின் ஒவ்வொரு அணுவிலும் உள்ள இலத்திரன்களும் பிணைப்பில் ஈடுபடாத நிலையில் உள்ள இலத்திரன் எண்ணிக்கையுடன் ஒப்பிடப்படல்வேண்டும். ஒவ்வொரு பிணைப்பிலும் ஒரு இலத்திரன் ஒவ்வொரு அணுவிற்கும் எண்ணப்படும். அத்துடன் தனிச்சோடி இலத்திரன் இருப்பின் இரு இலத்திரன்களும் அவ்அணுவிற்கு எண்ணப்படும். அட்டமநிலை பூர்த்திக்கு முன்னுரிமை வழங்கப்படும்.

NH_2^- அயனைக் கருதுக.

இங்கு நைதரசனைச் சூழ உள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை 8, ஆயினும் லூயியின் புள்ளி வடிவத்தில் நைதரசன் அணு 5 இலத்திரன்களை மட்டும் வழங்கியிருப்பினும் நைதரசன் 6 இலத்திரன்களை வழங்கியிருப்பதுபோன்று தோன்றுகிறது. ஆகவே இதனைச் சரி செய்வதற்கு (rectify) (-1) ஏற்றம் நைதரசன் அணுவில் முறைமையான ஏற்றமாக (formal charge) வழங்கப் படுகின்றது.

அணுக்களில் உள்ள ஏற்றத்தைக் குறைப்பதற்காகவும் அட்டக நிலையைப் பூர்த்தி செய்வதற் காகவும் இலத்திரன் பகிர்வை மீள ஒழுங்குபடுத்துவதற்குத் தனிச்சோடி இலத்திரன்கள் பிணைப்பு சோடி இலத்திரன்களாக மாற்றப்படும்.

SO_3^{2-} ஐ உதாரணமாக எடுத்தால் கந்தக அணு 6 இலத்திரன்களை வழங்கும், ஒவ்வொரு ஒட்சிசன் அணுவும் 6 இலத்திரன்களை வழங்கும். எனவே மூன்று ஒட்சிசன் அணுக்களிலிருந்தும் 18 இலத்திரன்கள் அத்துடன் மேலும் இரண்டு இலத்திரன்கள் (-2) ஏற்றத்திலிருந்து மொத்தமாக 26 இலத்திரன்கள் (6e+3(6e)+2e) = 26e) லூயியின் கட்டமைப்பிற்கு உள்ளது.

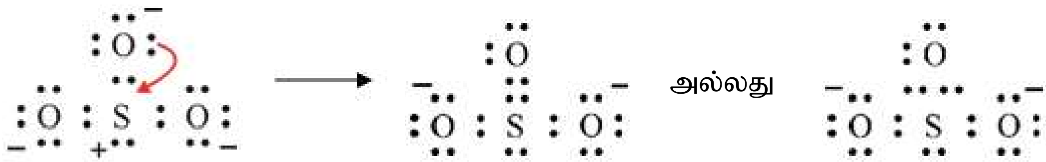


(a) பிணைப்பு இலத்திரன்களைக் குறித்தல்

(b) (c) தனிச்சோடி இலத்திரன்களைக் குறித்தல்

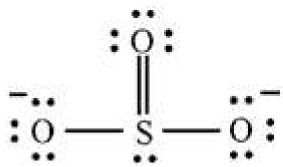
(d) முறைமையான ஏற்றத்தைக் (Formal charge) குறித்தல்

அட்டக அமைப்பை பூர்த்தி செய்யும் பொருட்டும் முறைமையான ஏற்றத்தைக் குறைப்பதற்காகவும் இலத்திரன்கள் மீள பகிர்ந்தளிக்கப்படுகின்றன.



(d) (e) (f)

இறுதியாக SO_3^{2-} இன் லூயியின் கட்டமைப்புக் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

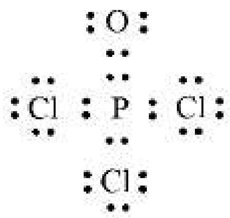
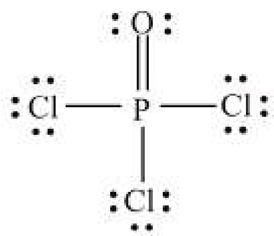
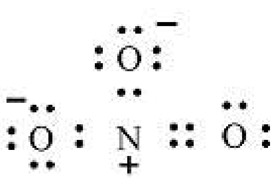
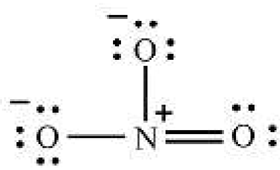
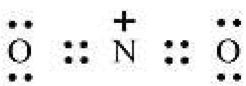
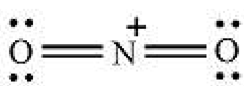


உரு 2.5 SO_3^{2-} இன் லூயியின் புள்ளிக் கோட்டுக் கட்டமைப்பு

இங்கு எல்லா ஒட்சிசன் அணுக்களும் அட்டக அமைப்பைப் பூர்த்தி செய்துள்ளன. மொத்தமாக 10 இலத்திரன்கள் கந்தக அணுவின் வலுவளவு ஓட்டில் உள்ளது. இது அட்டக நிலையை மீறி உள்ளது. எப்படியாயினும் கந்தக அணுவின் வலுவளவு ஓட்டில் வெற்று d-ஒபிற்றல் இருப்பதால் இந்நிலை அனுமதிக்கப்படுகின்றது.

ஒரு தரப்பட்ட இரசாயன சூத்திரத்திற்குப் பல / ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மையஅணுக்கள் இருக்கும் பொழுது அதன் அணுக்களின் வரி வடிவம் (skeleton of atoms) தெரிந்திருத்தல் முக்கியம். பின்வரும் அட்டவணை 2.1 இல் லூயியின் புள்ளி வடிவமும் புள்ளிக் கட்டமைப்பும் சில மூலக்கூறுகளுக்கும் அயன்களுக்கும் தரப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 2.1 சில மூலக்கூறுகளினதும் அயன்களினதும் லூயியின் புள்ளி வடிவமும் லூயியின் கட்டமைப்பும்

சூத்திரம்	வலுவளவு ஓட்டில் உள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை	லூயியின் புள்ளி வடிவம்	லூயியின் கட்டமைப்பு
CO_2	16		
$POCl_3$	32		
HCN	10		
NO^-_2	18		
NO^-_3	24		
NO^+_2	16		

உதாரணம் 2.1:

2.1 இன் எண்ணக்கருவைச் சரிபார்த்தல்.

CO விற்கு லூயியின் புள்ளி வடிவங்களையும் லூயியின் கட்டமைப்பையும் வரைக.

விடை:

C அணுவின் வலுவளவு இலத்திரன்கள் = 4e

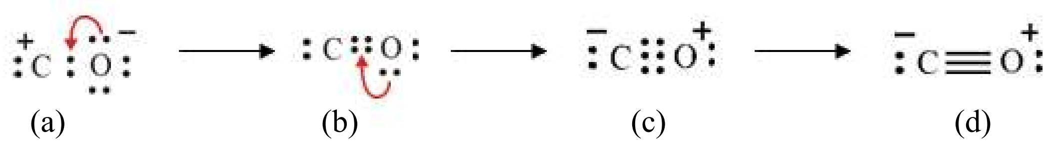
O அணுவின் வலுவளவு இலத்திரன்கள் = 6e

மொத்த வலுவளவு இலத்திரன்கள் = 4e + 6e = 10e

பிணைப்பு இலத்திரன் சோடிகளைக் குறித்தபின் மிகுதியாக 8 இலத்திரன்கள் உண்டு. மின்னெதிர்த்தன்மை கூடிய ஒட்சிசன் அணுவின் மீது இலத்திரன்களைப் பகிர்ந்து அட்டக நிலையைப் பூர்த்தி செய்தபின் மேலும் ஒரு சோடியுள்ளது. இத்தனிச்சோடி இலத்திரன் காபன் அணுவின்மீது குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஆரம்ப இலத்திரன் பகிர்வு கீழே (A) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. எவ்வாறாயினும் காபன் அணுவிற்கு அட்டகநிலை பூர்த்தியாக்கப்படவில்லை. ஆகவே இலத்திரன்களின் மீள்பகிர்வு வளைந்த அம்புக்குறிகளால் (A) யிலும் (B) யிலும், காபன் அணுவின் அட்டக நிலையைப் பூர்த்தி செய்வதற்கும் முறைமையான ஏற்றம் (formal charge)ஐ குறைப்பதற்குமான முயற்சியாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இம்முயற்சியின் விளைவாகக் கட்டமைப்பு (C) உருவாகின்றது. ஆகவே கட்டமைப்பு (C) லூயியின் புள்ளி வடிவமாகவும், (D) CO இன் லூயியின் கட்டமைப்பாகவும் கருதப்படுகின்றது. மின்னெதிர்த்தன்மை கூடிய ஒட்சிசன் அணுவின்மீது நேர்ஏற்றம் குறிக்கப்பட் டுள்ளதைக் கவனத்திற் கொள்க. நேர்ஏற்றம் மின்னெதிர்த்தன்மை கூடிய ஒட்சிசன் அணுவில் இருப்பது ஏற்றதாக இல்லாவிடினும் அட்டக நிலையைப் பூர்த்தி செய்வதற்குச் சாத்தியமான நிலையில் அட்டகநிலைக்கு முதலுரிமை கொடுக்கப்படுவதால், இச்சந்தர்ப்பத்தில் இவ்வமைப்பு ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகின்றது. இது அடிப்படை அட்டம விதி.

(பிணைப்பு இலத்திரன்களைக் குறித்தல்) (மினனெதிர் இயல்பு அணுக்களை அட்டமாக நிரப்புதல்) (மற்றைய இலத்திரன்களை நிரப்புதல்) (முழுமையான ஏற்றத்தைக் குறித்தல்)



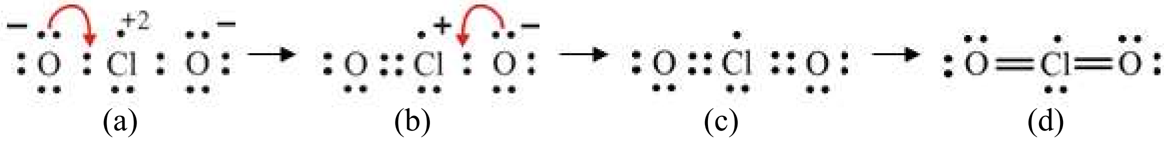
(மற்றைய அணுக்களை அட்டம விதிக்காக நிரப்புதல்) (லூயியின் புள்ளி வடிவம்) (லூயியின் கட்டமைப்பு)

உதாரணம் 2.2:

ClO_2 விற்கு லூயியின் புள்ளி வடிவங்களையும் லூயியின் கட்டமைப்பையும் வரைக.

விடை:

தனி இலத்திரனைக் கொண்ட மாதிரிக்கு இது ஓர் உதாரணம் ClO_2 க்கு மொத்த வலுவளவு இலத்திரன் எண்ணிக்கை (7e+2(6e)=19e) பின்வருவன ஆரம்ப இலத்திரன் பகிர்வையும் இறுதியான லூயியின் புள்ளி வடிவத்தையும் லூயியின் கட்டமைப்பையும் ClO_2 ற்கு தருகின்றது.



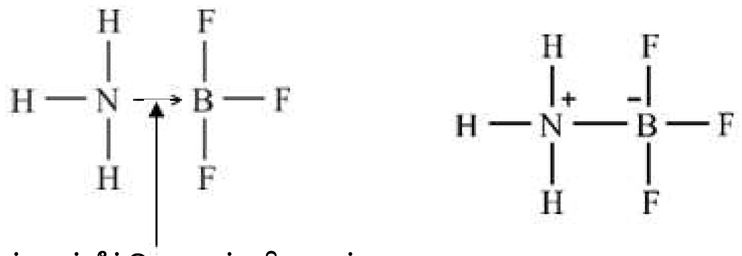
உயர் மின்னேற்றப் பரம்பல் (உறுதியற்றது)

லூயியின் புள்ளி வடிவம்

லூயியின் புள்ளிக் கோட்டுக் கட்டமைப்பு

2.2 ஈதற் பங்கீட்டுப் பிணைப்புகள்

ஓர் அணுவின் வெற்று ஓபிற்றல் ஒன்று தனிச்சோடி இலத்திரனைக் கொண்ட அணுவின் ஓபிற்றலுடன் இடைத்தாக்கமடைவதால் ஈதற் பிணைப்பு மூலக்கூறுகளில் / அயன்களில் உருவாகின்றன. சில நிலைகளில் சந்தர்ப்பங்களில் சுயாதீன மூலகம் நான்குக்கு குறைந்த வலுவளவு இலத்திரன்களைக் (Be, B) கொண்டிருக்கும்பொழுது அவ்அணுக்களை நான்கிற்குக் குறைந்த பங்கீட்டுப்பிணைப்புகளையே ஏற்படுத்தமுடியும். இதன் விளைவாக முற்றுப்பெறாத அட்டக நிலை உருவாவதால் உறுதித்தன்மை குறைந்த நிலை உருவாகும். இதனால் இலத்திரன் பற்றாக்குறைவுடைய மைய அணு தனிச்சோடி இலத்திரனை வழங்கக்கூடிய மூலகங்களுடன் தாக்கமடைந்து அட்டக அமைப்பை அடைய எத்தனிக்கும். BH_3, CO உடனான தாக்கத்தின்போது போரன்காபனைல் (Boron carbonyl) உருவாகின்றது. அத்துடன் CN^- உடனான தாக்கம் சயனோபோரனை உருவாக்குகின்றது. இவை ஈதற்பிணைப்பையுடைய சேர்வைகளுக்கு உதாரணமாக அமையும். மேலும் NH_3, BF_3 உடனான தாக்கத்தின்போது B - N க்குமிடையில் ஈதற்பங்கீட்டுப் பிணைப்பு உருவாகின்றமையும் உதாரணமாகும். B யின் வெற்று ஓபிற்றல் நைதரசன் அணுவின் தனிச்சோடி இலத்திரனைக் கொண்ட ஓபிற்றலின் மேற் படிவதால் ஈதற்பங்கீட்டுப் பிணைப்பு உருவாகின்றது. எவ்வாறாயினும் அம்மாதிரியில் எது மையஅணுவென்று கூறமுடியாது. நைதரசன் அணு தனது தனிச்சோடி இலத்திரனைப் பிணைப்பிற்காக B இற்கு வழங்குகின்றது. இப்பிணைப்பை ஓர் அம்புக்குறியால் குறிக்கலாம். அம்புக்குறியின் தலை இலத்திரன் பற்றாக்குறையுடைய அணுவை நோக்கியுள்ளது. இதனைக் கீழே காட்டியவாறு முறைமையான ஏற்றத்தைப் (Formal charge) பயன்படுத்தி எடுத்துக் கூறலாம்.



ஈதல் பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்பு

உரு 2.6 ஈதற்பங்கீட்டுப்பிணைப்பு (H_3N - BF_3)

உலோக அணு / உலோக அயன்கள் H_2O, NH_3, CO CN^- அயன்களுடன் தாக்கமடைந்து சிக்கல்களை உருவாக்கும்போது ஈதற்பங்கீட்டுப்பிணைப்பு உருவாகின்றது. கீழே Cu^{++} அயன் நான்கு NH_3 மூலக்கூறுகளுடன் தாக்கமடைந்து ஈதற் பங்கீட்டுப் பிணைப்புக்களை உருவாக்கிச் சிக்கல் அயன் உருவாவதைக் காட்டுகின்றது.

உரு 2.7 Cu^{2+} - அமோனியா சிக்கலில் ஈதற்பங்கீட்டுப்பிணைப்பு $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ சிக்கல்

2.3 வலுவளவு ஓட்டு இலத்திரன் சோடித் தள்ளுகைக் கொள்கை (VSEPR - கொள்கை)

Ronald Gillespie யும் **Ronald Sydney Nyholm** உம் (suggested) ஒரு மூலக்கூறு அல்லது அயனின் மையஅணுவைச் சூழ்ந்து உள்ள இலத்திரன் சோடிகள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று அதிகூடிய தூரத்தில் ஒழுங்காக்கப்படும் என்று குறிப்பாகச் சொன்னார்கள். Gillespie பிரதான கூட்ட (main group) மூலகங்களை மைய அணுவாகக் கொண்ட மூலக்கூறுகளின் வடிவங்களை விளக்கினார். அதேசமயம் Nyholm தாண்டல் மூலகங்களை மைய அணுவாகக் கொண்ட மூலக்கூறுகளின் வடிவங்கள் பற்றிக் கலந்துரையாடினர். 1963ம் ஆண்டில் Gillespie மூலக்கூறு களினதும் அயன்களினதும் வடிவத்தைக் காணுவதற்கு VSEPR கொள்கையை அறிமுகப்படுத்தினார்.

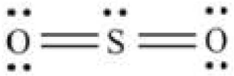
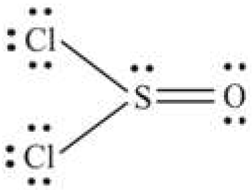
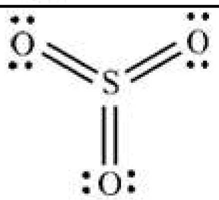
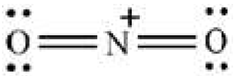
பிரதானமாக இருவகையான இலத்திரன் சோடிகள் மைய அணுவைச் சூழ்ந்து காணப்படுகின்றன. முதலாவது வகை பங்கீட்டுச்சோடி இலத்திரன்கள் இரு கருக்களுக்கிடையில் கவர்ச்சி விசையி-னால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. இரண்டாவது வகை பிணைப்பில் ஈடுபடாத சோடி இலத்திரன்கள் தனிச்சோடி இலத்திரன்கள் என அழைக்கப்படும். தனிச்சோடி இலத்திரன்களை ஒரு கருவின் செல்வாக்கின் கீழ் (influence) இருப்பதனால் இலத்திரன் முகில் பெரிய இடத்தை அடைக்கும். பிணைப்புச்சோடி, தனிச்சோடி இலத்திரன்கள் இருக்கும்பொழுது அவை தள்ளுகை அலகுக-ளாகத் தொழிற்பட்டு ஒன்றிலிருந்து ஒன்று தள்ளிச் செல்லும். பன்மைப் பிணைப்புகள் (இரட்டை, மும்மைப் பிணைப்புகள்) அணுக்களுக்கிடையில் காணப்படும்பொழுது ஒவ்வொரு பன்மைப் பிணைப்பும் ஒரு தள்ளுகை அலகாகவே கருதப்படும்.

மைய அணுவிற்கும் அதைச்சூழ்ந்துள்ள அணுக்களுக்குமிடையிலான பங்கீட்டுப் பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கையைக் கருதும்பொழுது மூன்று வகையான பிணைப்புக்களாகக் கருதப்படும். அவை ஒற்றைப் பிணைப்பு, இரட்டைப்பிணைப்பு, மும்மைப்பிணைப்பு என அழைக்கப்படும். இரட்டைப் பிணைப்பும் மும்மைப்பிணைப்பும் பன்மைப் பிணைப்புகளாகக் கருதப்படும். உதாரணமாக CO_2 மூலக்கூறில் இரட்டைப் பிணைப்புக்கள் மையஅணுவிற்கும் அதைச்சூழ உள்ள ஒட்சிசன் அணுக்களுக்குமிடையில் உள்ளது. HCN மூலக்கூறில் C அணுவிற்கும் N அணுவிற்குமிடையில் மும்மைப்பிணைப்பு கீழே காட்டியவாறு காணப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு ஒற்றை, இரட்டை, மும்மைப்பிணைப்பும் ஒரு தள்ளுகை அலகாகவே கருதப்படுகின்றது. அல்லது ஒரு VSEPR அலகாகக் கருதப்படும்.

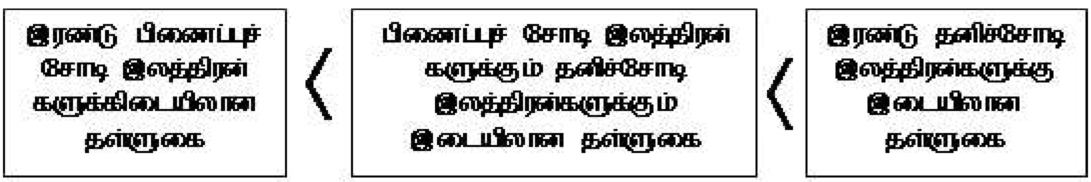
HCN மூலக்கூறில் மும்மைப்பிணைப்பிலுள்ள மூன்று சோடி இலத்திரன்களும் ஒரு தனித் தள்ளுகை அலகாகக் கருதப்படும். இது ஏனெனில் மூன்று சோடி இலத்திரன்களும் C இனதும் N இனதும் கருவிற்கிடையில் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகமுடியாமல் நிலைப்படுத்தப்பட்டு இருப்பதால் அவை ஒரு அலகாகக் கருதப்படும்.

மைய அணுவைச் சூழ்ந்து காணப்படும் தள்ளுகை அலகுகளின் எண்ணிக்கையை லூயியின் கட்டமைப்பைப் பயன்படுத்தி இனம் காணமுடியும். கீழ்காணும் அட்டவணை 2.2 எவ்வாறு மையஅணுவைச் சூழ்ந்துள்ள இலத்திரன் சோடிகளின் எண்ணிக்கையையும் மையஅணுவைச் சூழ்ந்துள்ள VSEPR அலகுகளையும் இனம் காணலாம் என்பதற்கான உதாரணங்களைத் தருகின்றது.

அட்டவணை 2.2 தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட மூலக்கூறுகளின் / அயன்களின் லூயியின் புள்ளிக் கோடு கட்டமைப்பும், மையஅணுவைச் சூழஉள்ள இலத்திரன் சோடிகளையும், VSEPR அலகுகளையும் தருகின்றது.

லூயியின் கட்டமைப்பு	மைய அணுவைச் சூழ உள்ள இலத்திரன் சோடிகள்	மைய அணுவைச் சூழ உள்ள தள்ளுகை (VSEPR) அலகுகள்
	5	3
	5	4
	6	3
	4	2
	4	2

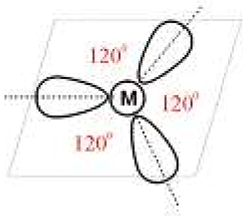
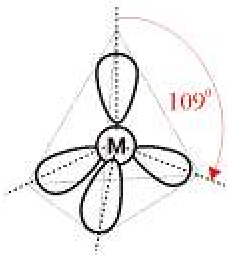
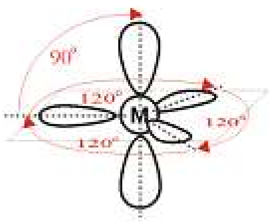
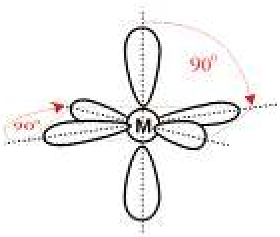
VSEPR கொள்கைக்கு ஏற்பத் தள்ளுகை அலகுகளுக்கிடையில் அதிகூடிய தூரத்தைப் பேணுவதால் மூலக்கூறுகள் / அயன்கள் உறுதித்தன்மையைப் பெறுகின்றன. ஒரு தனிச்சோடி இலத்திரன்கள் பங்கீட்டுச்சோடி இலத்திரன்களிலும் பார்க்க ஒப்பீட்டளவில் பெரிய இடத்தை அடைக்கின்றன. அத்துடன் தனிச்சோடி இலத்திரன்களுக்கிடையிலான தள்ளுகை (தனிச்சோடி ↔ தனிச்சோடி) இரு பிணைப்புச்சோடி இலத்திரன்களுக்கிடையிலான (பிணைப்புச்சோடி ↔ பிணைப்புச்சோடி) தள்ளுகையிலும் பார்க்க உயர்வானது. இதன் விளைவாகத் தனிச்சோடி - பிணைப்புச்சோடி இலத்திரன் இடைத்தாக்கத் தள்ளுகை விசை இடைப்பட்டதாக அமைகின்றது.



உரு 2.8 பிணைப்புச்சோடி தனிச்சோடி இலத்திரன்களுக்கிடையிலான தள்ளுகையை ஒப்பிடுதல்.

பிணைப்புச்சோடி தனிச்சோடி என்று வேறு பிரிக்காது மையஅணுவைச் சுற்றி உள்ள வெளியில் தள்ளுகை அலகுகள் பகிர்வு அமையும் (பரம்பலடையும்) விதம் இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் என அழைக்கப்படும். ஒரு மூலக்கூறு அல்லது அயனின் கேத்திரகணித வடிவத்தைக் கூறும்பொழுது பிணைப்புக் கோணங்களையும் எடுத்துரைத்தல் வேண்டும். பின்வரும் அட்டவணை 2.3 சுருக்கமாக இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் எவ்வாறு 3D வெளியில் தள்ளுகை அலகுகளின் பகிர்வில்/ பரம்பலில் தங்கியுள்ளது என்பதைத் தருகின்றது. ஒரு மூலக்கூறு / அயனின் வடிவத்தை தெரிவிக்கும் பொழுது பிணைப்புக் கோணம் கூறத் தேவையில்லை. ஆனால் ஒரு மூலக்கூறு / அயனின் கேத்திரகணிதம் தெரிவிக்கப்படும் பொழுது பிணைப்புக் கோணம் கூறப்படல் வேண்டும். ஆகவே இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம், வடிவம், மூலக்கூறின் கேத்திரகணிதம் ஆகியவை மூன்று தனியான (independent) வழியலகுகளாகக் கருதப்படுகின்றது. ஒரு மூலக்கூறின் கேத்திர கணிதம் அதன் வடிவத்தையும் கோணத்தையும் காவிச் செல்கின்றது.

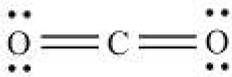
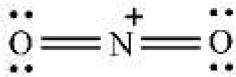
அட்டவணை 2.3 தள்ளுகை அலகுகளின் கேத்திரகணிதம்.

தள்ளுகை அலகுகள்	**இலத்திரன் சோடிக் கேத்திர கணிதம்**	
2		நேர்கோடு
3		தள முக்கோணம்
4		நான்முகி
5		முக்கோண இருபக்கக் கூம்பகம் மூன்று தள்ளுகை அலகுகள் ஒன்றுக்கொன்று 120^0 கோணத்துடன் ஒரே தளத்தில் உள்ளன. மற்றைய இரு தள்ளுகை அலகுகள் இத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக 180^0 கோணத்தில் உள்ளன.
6		எண்முகி நான்கு தள்ளுகை அலகுகள் ஒரே தளத்தில் உள்ளன. அவற்றிற் கிடையேயான கோணம் 90^0 மற்றைய இரு அலகுகளும் இத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளன. அத்துடன் அவற்றிற்கிடையிலான கோணம் 180^0.

நேர்கோட்டு இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம்

மையஅணுவைச் சூழ இரு தள்ளுகை VSEPR அலகுகள் உண்டு இங்கு நாம் இரு வேறு அணுக்களுடன் மையஅணு பிணைப்பில் இருக்கும் நிலையைக் கருதுவோம். அவ்வகையின் வடிவம் நேர்கோடு. அட்டவணை 2.4 மேலும் பல நேர்கோட்டு மூலக்கூறுகளுக்கு உதாரணங் களைக் கொடுக்கும்.

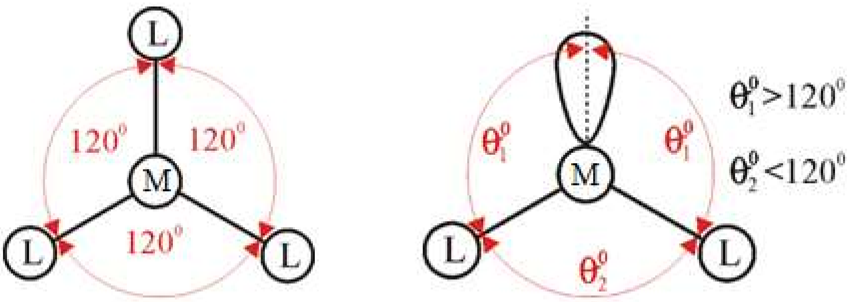
அட்டவணை 2.4 இரண்டு தள்ளுகை அலகைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளும் அயன்களும்

சூத்திரம்	லூயியின் கட்டமைப்பு / வடிவம்	வடிவம்
CO_2		நேர்கோடு
HCN		நேர்கோடு
NO^{+}_2		நேர்கோடு

தளமுக்கோண இலத்திரன் சோடிகளின் கேத்திரகணித வடிவம்

பிரதானமாக இருவகை இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் பிணைப்பு, தனிச்சோடி என பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

- மூன்று தள்ளுகை (VSEPR) அலகுகளும் பிணைப்புச்சோடி
- இரண்டு தள்ளுகை (VSEPR) அலகுகள் பிணைப்புச்சோடி மற்றையது தனிச்சோடி



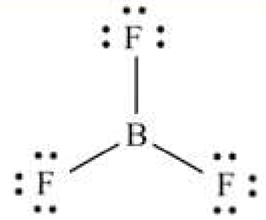
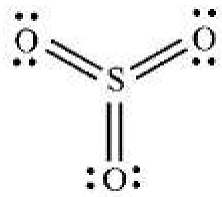
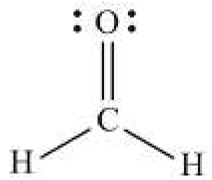
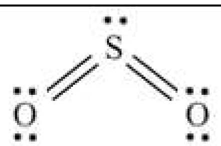
(a) மூன்று தள்ளுகை அலகுகளும் பிணைப்பிலுள்ளன.

(b) இரண்டு தள்ளுகை அலகுகள் பிணைப்பிலுள்ளன. மற்றையது தனிச்சோடி

உரு 2.9 தளமுக்கோண இலத்திரன்சோடி கேத்திரகணிதம்

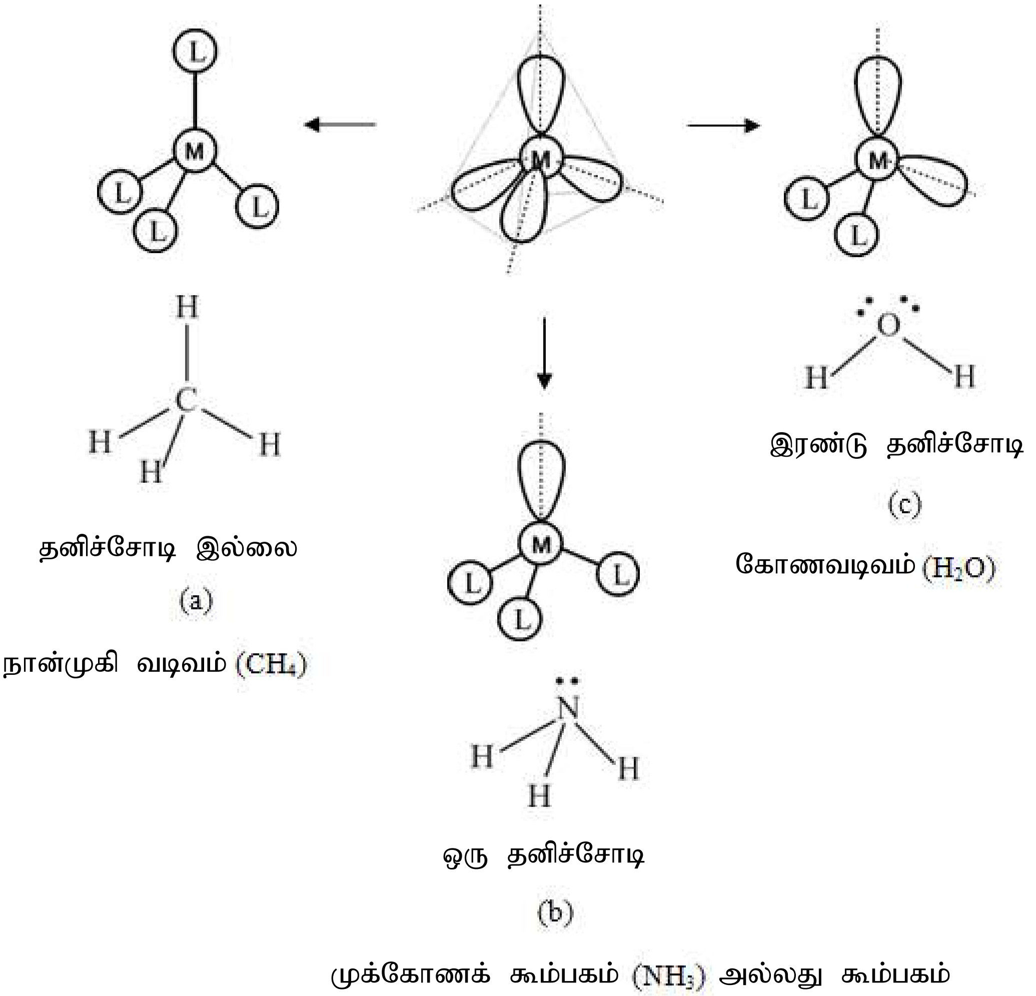
பின்வரும் அட்டவணை 2.5 இல் மையஅணு BF_3, SO_3, H_2CO இன் மையஅணுவில் தனிச்சோடி இலத்திரன்கள் இல்லை. எனவே தளமுக்கோண வடிவம். எனினும் SO_2 இல் S இல் தனிச்சோடி இலத்திரன் இருப்பதால் கோணவடிவத்தைப் பெறுகின்றது.

அட்டவணை 2.5 மூலக்கூறுகள் / அயன்கள் மூன்று தள்ளுகை அலகுகளுடன்

இரசாயனச் சூத்திரம்	வடிவத்தைக் காட்டும் லூயியின் புள்ளிக்கோட்டு கட்டமைப்பு	வடிவம்
BF_3		தள முக்கோணம்
SO_3		தள முக்கோணம்
HCHO		தள முக்கோணம்
SO_2		கோண வடிவம்

நான்முகி இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம்

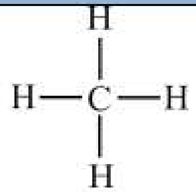
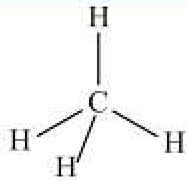
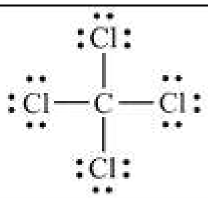
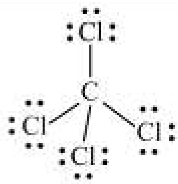
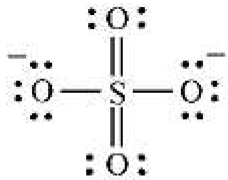
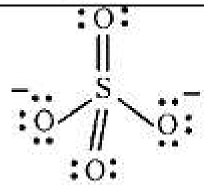
நான்கு தள்ளுகையலகுகளைப் பிணைப்புத் தனிச்சோடி என வெவ்வேறாகப் பிரித்துப் பார்க்கும்பொழுது மூன்று வகைகள் சாத்தியமாகின்றது. பின்வரும் உருக்கள் 2.1 இதனைச் சுருக்கமாக எடுத்துக் காட்டுகின்றது.



உரு 2.10 நான்முகி இலத்திரன் சோடிகளின் கேத்திரகணிதம்

பின்வரும் அட்டவணை 2.6 நான்முகி வடிவக் கேத்திரகணிதத்தை உடைய மூலக்கூறுகளிற்கு மேலதிக உதாரணங்களைத் தருகின்றது.

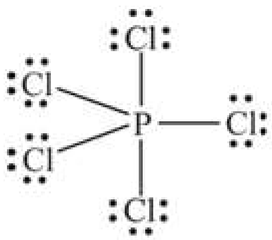
அட்டவணை 2.6 நான்முகி வடிவான மூலக்கூறுகள் / அயன்கள்

இரசாயனச் சூத்திரம்	லூயியின் புள்ளிக் கோட்டு கட்டமைப்பு	வடிவம்
CH_4		
CCl_4		
SO_4^{2-}		

முக்கோண இருகூம்பகத்தின் இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம்

மையஅணுவைச்சூழ்ந்து 5 தள்ளுகை (VSEPR) அலகுகள் உள்ளன. அவற்றைப் பிணைப்புச் சோடியாகவும் தனிச்சோடியாகவும் கருதும்பொழுது நான்கு வெவ்வேறு வகைகளாக ஒழுங்கு படுத்தப்படலாம்

- மையஅணுவைச் சூழவுள்ள ஐந்து தள்ளுகை அலகுகளும் பிணைப்புச் சோடிகள்
  உதாரணம்: PCl_5 வடிவம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

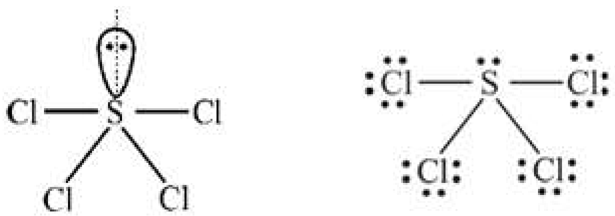


உரு 2.11 இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் PCl_5

- நான்கு தள்ளுகை அலகுகள் பிணைப்புச்சோடி மற்றைய ஒரு தனிச்சோடி இலத்திரன்கள்
  உதாரணம்: SCl_4

(a) (b)

கொள்கை ரீதியாக நான்கு பிணைப்புச்சோடியையும் ஒரு தனிச்சோடியையும் கொண்ட மூலக்கூறின் வடிவம் உருக்குலைந்த அதாவது ஒழுங்கற்ற நிறுத்தாடுவளை வடிவம் see-saw. தனிச்சோடிக்கான கற்பனை அச்சும் மற்றும் இரு S - Cl பிணைப்பும் ஒரு தளத்தில் இருக்கும். மிகுதி S - Cl பிணைப்புகள் இத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக அமையும்.

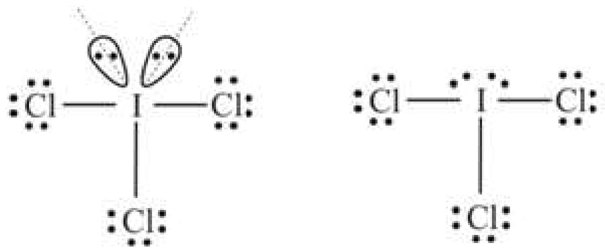


உரு 2.12 SCl_4 இற்கான இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம்

எவ்வாறாயினும் தனிச்சோடி இலத்திரன்களின் விளைவால் ஒழுங்கற்ற நிறுத்தாடுவளை உருவாகின்றது. இதனால் திரிந்த நான்முகியுரு உருவாகும். எனவே SCl இன் வடிவம் திரிந்த அல்லது உருக்குலைந்த நான்முகி / திரிந்த நிறுத்தாடுவளை / ஒழுங்கற்ற நிறுத்தாடுவளை

- மூன்று தள்ளுகை அலகுகள் பிணைப்புச் சோடி இலத்திரன்கள் மற்றைய இரு தள்ளுகை அலகுகள் தனிச்சோடி இலத்திரன்கள்.
  உதாரணம்: ICl_3

VSEPR அலகுகளுக்கிடையிலான அதிகுறைந்த தள்ளுகை விசைகளையுடைய, உறுதி கூடிய அமைப்புக் கீழே தரப்பட்டுள்ளது. இவ்வரிவடிவத்தை அச்சைச் சுற்றிச் சுழற்றும்போது I ஐ சூழ உள்ள Cl அணுக்களைக் கருதும்போது T வடிவம் உண்டாகின்றது. எனவே மூலக்கூறின் வடிவம் T. இங்கு இரண்டு தனிச்சோடிகளும் ஒரு I - Cl பிணைப்பும் ஒரே தளத்தில் உள்ளது. மிகுதி I-Cl பிணைப்புகள் இரண்டும் இத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது.

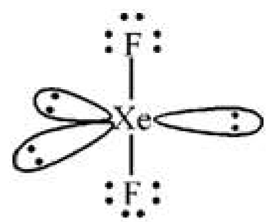


உரு 2.13 இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் ICl_3

- இரு தள்ளுகை அலகுகள் பிணைப்புச் சோடிகள் மிகுதி மூன்று அலகுகள் தனிச்சோடி இலத்திரன்கள்

  உதாரணம்: XeF_2

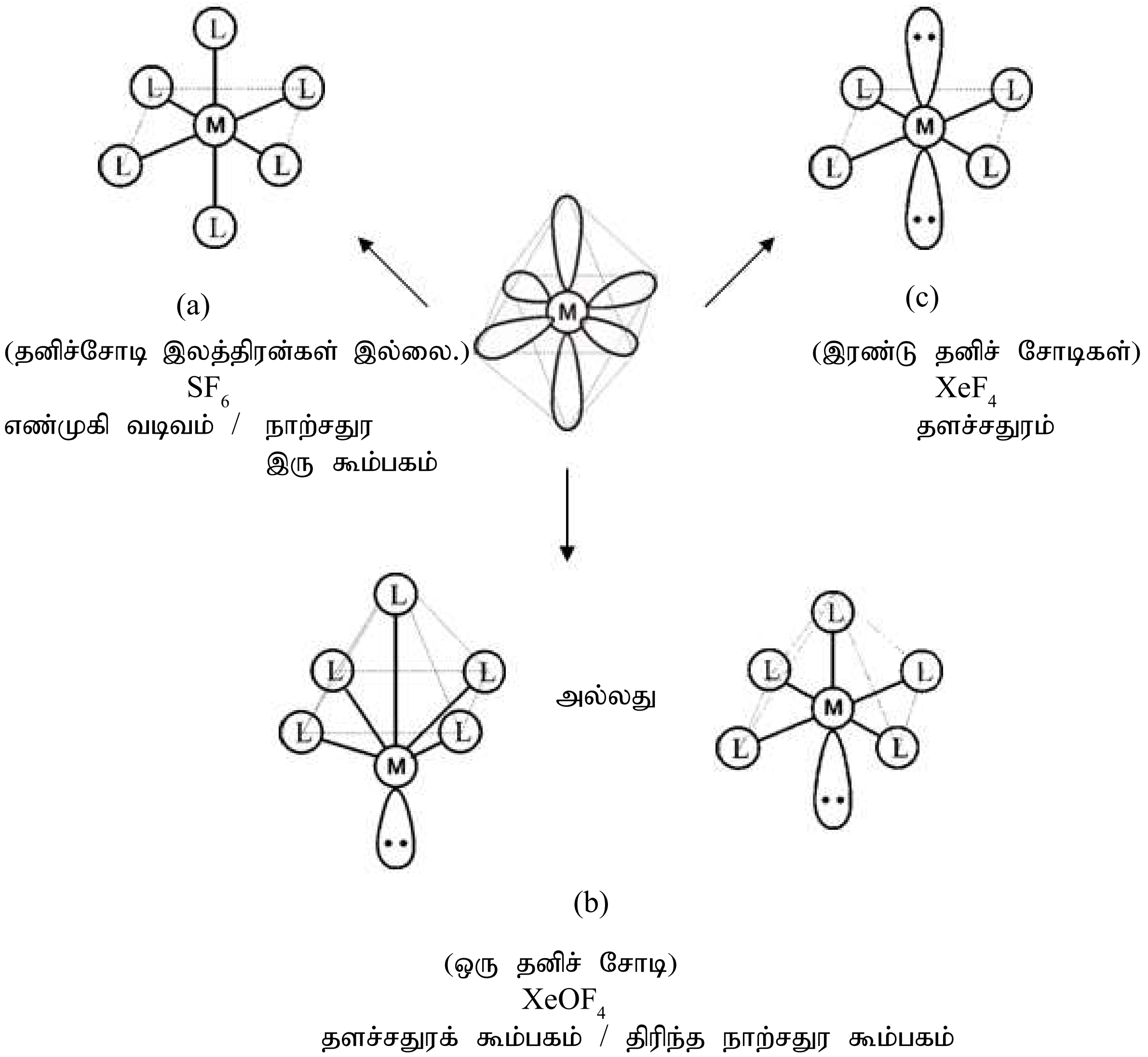
இவ்வகையில் எல்லா அணுக்களும் ஒரே கோட்டில் உள்ளமையால் மூலக்கூறு நேர்கோட்டு வடிவத்தைப் பெறும். பின்வரும் லூயியின் கட்டமைப்பு XeF_2 மூலக்கூறின் நேர்கோட்டு வடிவத்தை எடுத்துக் காட்டுகின்றது. மூன்று தனிச்சோடிகளும் ஒரே தளத்தில் உள்ளன. இவை F - Xe -F அச்சிற்குச் செங்குத்தாக உள்ளன.



உரு 2.14 இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் XeF_2

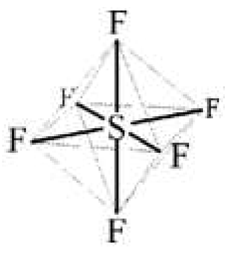
எண்முகி இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம்

இங்கு ஒவ்வொரு சோடி இலத்திரன்களும் ஒன்றுக்கொன்று 90^0 இல் உள்ளன. பின்வரும் உரு அவ்வகையான மூலக்கூறுகளின் இலத்திரன் சோடிகளின் கேத்திரகணிதத்தை தருகின்றது. நான்கு தள்ளுகை அலகுகள் ஒரு தளத்திலும் மற்றைய இரு அலகுகள் இத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாகவும் உள்ளது



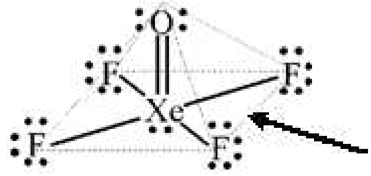
உரு 2.15 எண்முகி இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம்

முதலில் எல்லாத் தள்ளுகை அலகுகளும் பிணைப்பாக உள்ளதைக் கருதுக. (உதாரணம் SF_6) மைய அணுவைச் சூழ உள்ள அணுக்களின் மையத்தைக் கற்பனைப் புள்ளிக்கோடுகளால் இணைக்க. எட்டுத் தளங்களுடனான எண்முகி உருவாகும். எனவே அம்மூலக்கூறு எண்முகிவடிவம் எனப்படும்.



உரு 2.16 இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் SF_6

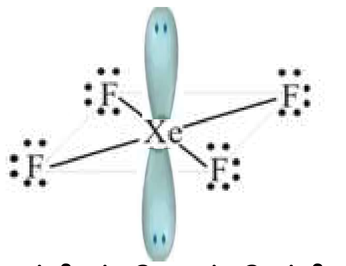
பின்னர் ஐந்து (ஒருஇரட்டைப் பிணைப்பும் நான்கு ஒற்றைப் பிணைப்புகளும்) பிணைப்புச் சோடிகளுடன் ஒரு தனிச்சோடி இலத்திரன்களைக் கொண்ட மூலக்கூறைக் கருதுக. இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் ஒழுங்கு4 இற்கு எண்முகி. சூழ உள்ள அணுக்களைக் கற்பனைப் புள்ளிக்கோடுகளால் இணைக்கும்போது கூம்பகம் சதுர வடிவஅடியுடன் உருவாகும். ஆகவே மூலக்கூறின் வடிவம் சதுரகூம்பக வடிவம். Xe-F பிணைப்புகளின் மீது தனிச்சோடி இலத்திரன்களால் ஏற்படுத்தப்படும் தள்ளுகை விசையினால் மூலக்கூறின் வடிவம் ஒழுங்கற்ற எண்முகி வடிவத்தை $XeOF_4$ பெறுகின்றது.



நான்கு F அணுக்கள் அமைந்துள்ள இடம் கற்பனைத் தளமாகும்.

உரு 2.17 இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் $XeOF_4$

மூலக்கூறு நான்கு பிணைப்புச் சோடி இலத்திரன்களையும் இரு தனிச்சோடி இலத்திரன்களையும் கொண்டிருக்கும் போது வடிவம் தளசதுரம் / சதுரத்தளம். இது XeF_4 மூலக்கூறினால் எடுத்துக் காட்டப்படுகின்றது.



இலத்திரன் சோடி கேத்திரகணிதம் - எண்முகி

வடிவம் / கேத்திரகணிதம் - நான்முகி

உரு 2.18 இலத்திரன் சோடிக் கேத்திரகணிதம் - XeF_4

பொதுவாக கேத்திரகணிதம் காட்டப்படும் போது கோணம் / கோணங்கள் குறிக்கத் தேவையில்லை.

உதாரணம் 2.3:

(i) பின்வரும் மூலக்கூறுகளின் லூயியின் புள்ளிக்கோட்டுக் கட்டமைப்பை வரைந்து வடிவத்தை உய்த்தறிக.

(a) SO_3 (b) CH_2Cl_2

விடை:

(a) SO_3

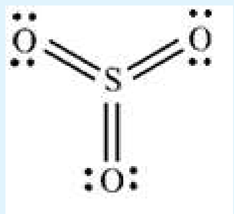
S அணுவிலிருந்து வலுவளவு இலத்திரன்கள் = 6e

3 O அணுவிலிருந்தும் வலுவளவு இலத்திரன்கள் 3(6e)=18e

மொத்த அணுக்களிலிருந்து இலத்திரன்கள் 24e

மைய அணுவைச் சூழ உள்ள தள்ளுகை அலகுகள் = 3

வடிவம் - தள முக்கோணம்



லூயியின் புள்ளிக்கோட்டு கட்டமைப்பு

(b) CH_2Cl_2

C அணுவிலிருந்து வலுவளவு இலத்திரன்கள் = 4e

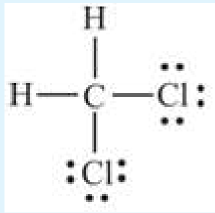
2 H அணுவிலிருந்தும் வலுவளவு இலத்திரன்கள் 2(1e) = 2e

2 Cl அணுக்களிலிருந்து வலுவளவு இலத்திரன்கள் 2(7e)= 14e

மொத்த இலத்திரன்கள் 20e

மைய அணுவைச் சூழ உள்ள தள்ளுகை அலகுகள் = 4

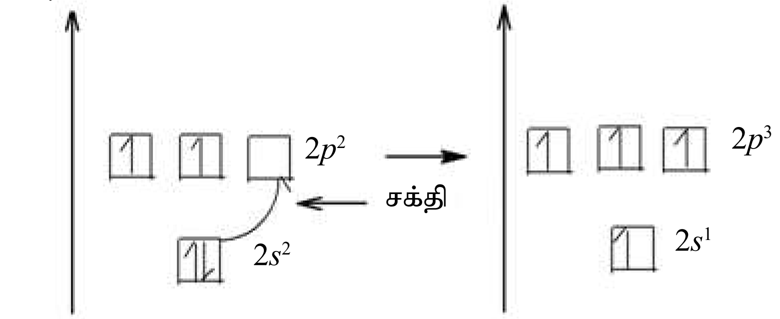
வடிவம் - நான்முகி



லூயியின் புள்ளிக்கோட்டு கட்டமைப்பு

2.3.1 அணு ஓபிற்றல்களின் கலப்பாக்கம்

கலப்பாக்க எண்ணக்கருவை, காபன் அணுவை உபயோகித்துப் பண்பறிரீதியாக விளக்கலாம். காபன் அணுவின் வலுவளவு ஓடு தரைநிலையில் ஒரு சோடி இலத்திரன்களையும், சோடி யாக்கப்படாத இரு இலத்திரனையும் கொண்டுள்ளது (ns^2 np^2) or $2s^2$ $2p^2$ எவ்வாறாயினும் நான்கு பங்கீட்டுப் பிணைப்புகளை உருவாக்குவதற்குச் சோடியாக்கப்படாத இலத்திரன்களைக் கொண்ட நான்கு ஓபிற்றல்கள் அவசியம். ஆகவே தரைநிலையில் உள்ள இலத்திரன்கள் அருட்டப்பட்டு மீள்ஒழுங்காகக்கப்பட்டு நான்கு சோடியாக்கப்படாத இலத்திரன்களைக் கொண்ட நிலை உருவாக்கப்படுகின்றது.



உரு 2.19 காபன் அணு ஒன்றின் சக்தி மட்ட வரிப்படம்

இங்கு காபனின் வலுவளவு ஓட்டில் உள்ள $2s$ இலத்திரன் ஒன்று சக்தியை உறிஞ்சி வெற்று $2p$ ஓபிற்றல் ஒன்றினுள் மேலே உள்ள உருவில் காட்டியவாறு செல்கின்றது. $2s, 2p$ ஓபிற்றல் களுக்கிடையிலான சக்திவேறுபாடு குறைவாக உள்ளதால் இலத்திரன் இடமாற்றம் / தாண்டல் சாத்தியமாகின்றது. அருட்டப்பட்ட நிலையில் உள்ள அணு சோடியாக்கப்படாத இலத்திரன்களை $2s, 2p$ மட்டங்களில் மேலே குறித்துக் காட்டியவாறு கொண்டுள்ளது. நான்கு சோடியாக்கப்படாத இலத்திரன்கள் உள்ளபோதும் இலத்திரன்கள் இரண்டு வேறுபட்ட சக்தி மட்டங்களில் இருக்கின்றன. அத்துடன் இரு வேறுபட்ட வடிவத்தையுடைய அணு ஓபிற்றல்களில் இருக்கின்றன. (கோளவடிவம் s ஓபிற்றல், டம்பெல் வடிவம் p ஓபிற்றல்) இந்நிலையில் CH_4 மூலக்கூறில் காணப்படும் பிணைப்பு C - H வகை ஒன்று காபனின் s ஓபிற்றலுக்கும்,

ஐதரசனின் s ஓபிற்றலுக்கும் இடையில் உண்டாகும் மற்றையவை ஒவ்வொன்றும் C அணுவின் P ஓபிற்றல் ஐதரசனின் s ஓபிற்றலுடன் மேற்பொருந்துவதால் உருவாகும். அப்பொழுது CH_4 மூலக்கூறு இரு வேறு வகையான பிணைப்புகளை இருவகை பிணைப்புக் கோணங்களுடன் கொண்டிருக்கும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது.

எவ்வாறாயினும் CH_4 இல் உள்ள நான்கு C - H பிணைப்புகளும் எல்லா வகையிலும் ஒத்தவை. ஆகவே உகந்த எடுகோள், பிணைப்பு உண்டாவதற்கு முன்னர் $2s, 2p$ ஓபிற்றல்கள் கலப்படைந்து சமசக்தி, ஒரே வடிவம் ஒரே பருமன் உள்ள நான்கு அணு ஓபிற்றல்களை உருவாக்குகின்றன என்பதே. இவ்எண்ணக்கரு ஓபிற்றல்களின் "கலப்பாக்கம்" என அழைக்கப்படும். கலப்பாக்கம் என்ற எண்ணக்கரு இன்றி CH_4 மூலக்கூறிற்கு தகுந்த கட்டமைப்பைக் கொடுப்பது சாத்தியமன்று. C-H பிணைப்பு $2s$ ஓபிற்றலைப் பயன்படுத்தியும் $2p$ ஓபிற்றலைப் பயன்படுத்தும்போது உருவாகும் சார் நிலைகளைக் கருதி CH_4 கட்டமைப்பை விளக்குவது சாத்தியமற்றது.

பின்வரும் காரணிகள் அணு ஓபிற்றல்களின் கலப்பாக்கத்திற்கு முக்கியமானவை.

1. கலப்பாக்கம் என்ற எண்ணக்கரு தனி ஒரு அணுவிற்கு மாத்திரம் பயன்படுத்த முடியாது ஆனால் ஒரு மூலக்கூறில் குறித்த ஓர் அணுவினால் உருவாக்கப்படும் பிணைப்பை விபரிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும்.

2. ஆகக்குறைந்தது இரு வேறுபட்ட வடிவமும் சக்தியையும் உடைய இரு அணுஓபிற்றல்கள் கலப்புக்குட்பட்டுக் கலப்பு ஓபிற்றல்களை உருவாக்குகின்றன.

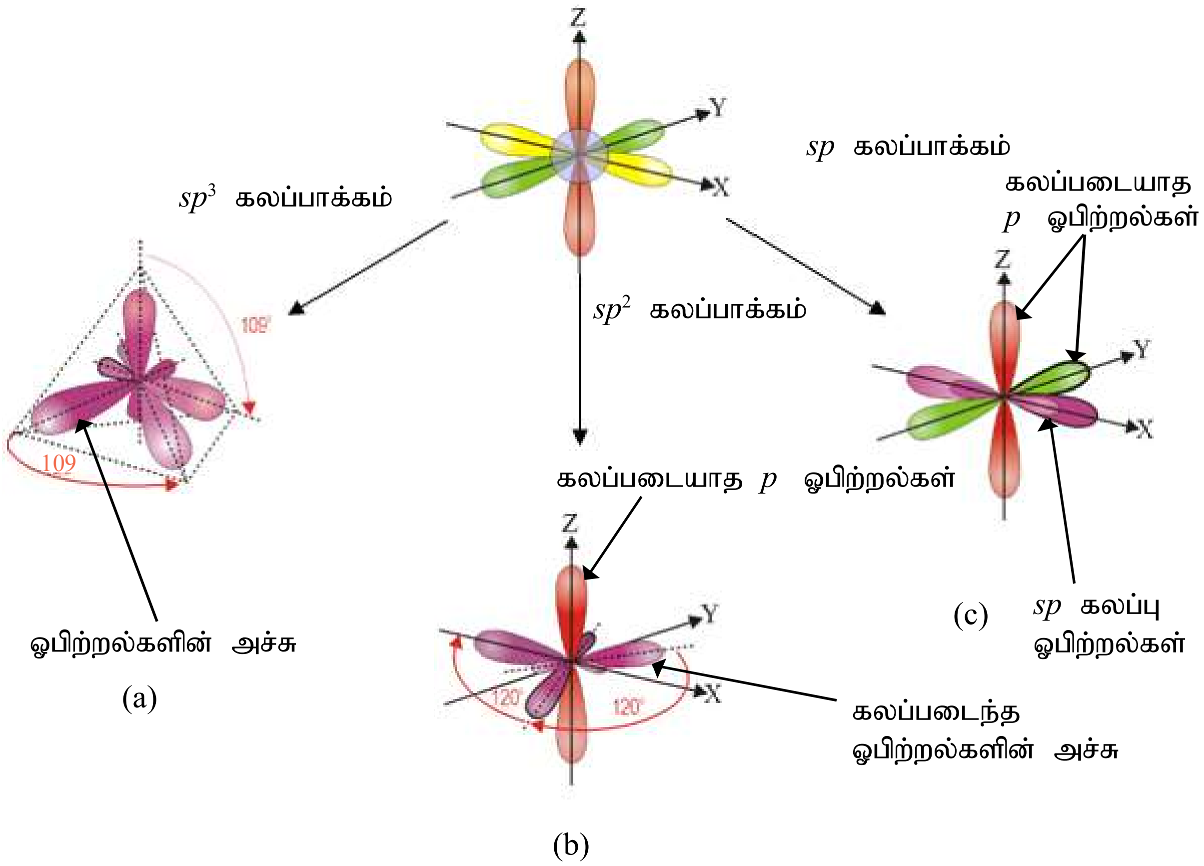
   உதாரணம்: s ஓபிற்றல் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட p ஓபிற்றல்களுடன் கலப்படைய முடியும். இக்கலப்புகளில் ஈடுபடும் ஓபிற்றல்கள் ஒரே தன்மையைக் கொண்டிருக்கமாட்டாது. எனவே அவற்றின் வடிவம் ஆரம்ப s, p ஓபிற்றல்களின் வடிவத்திலிருந்து வேறுபடும்.

3. உருவாகும் கலப்பு ஓபிற்றல்களின் எண்ணிக்கை கலப்பில் ஈடுபட்ட அணு ஓபிற்றல்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமனாகும். வேறுபட்ட சக்தி மட்டங்களில் உள்ள ஓபிற்றல்கள் கலப்படைந்திருப்பினும் விளைவு கலப்புபிறப்பு ஓபிற்றல்கள் எல்லாம் சமசக்தி கொண்டவையாகக் காணப்படும். இக்கலப்பு ஓபிற்றல்கள் முப்பரிமாண வெளியில் அவற்றின் திசைகோளில் (orientation) மட்டும் வேறுபடும். சக்தி, வடிவம், பருமன் ஆகியவற்றில் ஒன்றையொன்று ஒத்திருக்கும்.

4. ஒரு குறித்த அணுவிலுள்ள கலப்பு பிறப்பு ஓபிற்றல் வேறு ஒரு அணுவின் கலப்புபிறப்பு ஓபிற்றலுடன் அல்லது கலப்படையாத அணு ஓபிற்றலுடன் மேற்பொருந்தி σ பிணைப்புகளை உருவாக்கலாம்.

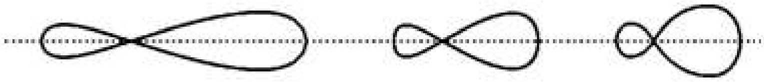
கலப்பாக்கம் உண்மையான பௌதிக செயன்முறையன்று. ஆயினும் இக் கற்பனை செயன்முறை ஒரு எண்ணக்கருவாகத் தரப்பட்டுள்ளது. இவ் எண்ணக்கருவின்படி மூன்று வகையான கலப்பாக்கம் காபன் அணுவின் அருட்டப்பட்ட நிலையில் சாத்தியமானது. அதன் சுருக்கம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

1. *s* ஓபிற்றலும் மூன்று *p* ஓபிற்றல்களும் கலப்படைந்து நான்கு sp^3 கலப்புபிணைப்பு ஓபிற்றல்களை உருவாக்கல் (நான்முகி கேத்திர கணிதம்)
2. *s* ஓபிற்றல் இரு *p* ஓபிற்றல்களுடன் கலப்படைந்து மூன்று sp^2 கலப்பு பிறப்பு ஓபிற்றல்களை உருவாக்கல் (தளமுக்கோண கேத்திரகணிதம்)
3. *s* ஓபிற்றல் ஒரு *p* ஓபிற்றலுடன் கலப்படைந்து இரு *sp* கலப்பு பிறப்பு ஓபிற்றலை உருவாக்குதல் (நேர்கோட்டு கேத்திரகணிதம்)



உரு 2.20 sp^3, sp^2, sp கலப்பு பிறப்பாக்கம்

பின்வரும் வரைபடம் sp^3, sp^2, sp கலப்பு ஓபிற்றல்களின் வடிவம் s அல்லது p இன் சதவீத இயல்பு ஆகியவற்றை ஒப்பிடுகின்றது.



	sp^3 கலப்பாக்கம்	sp^2 கலப்பாக்கம்	sp கலப்பாக்கம்
s இயல்பு	25%	33.3%	50%
p இயல்பு	75%	66.6%	50%

உரு 2.21 sp^3, sp^2, sp கலப்பு ஓபிற்றல்களை ஒப்பிடல்

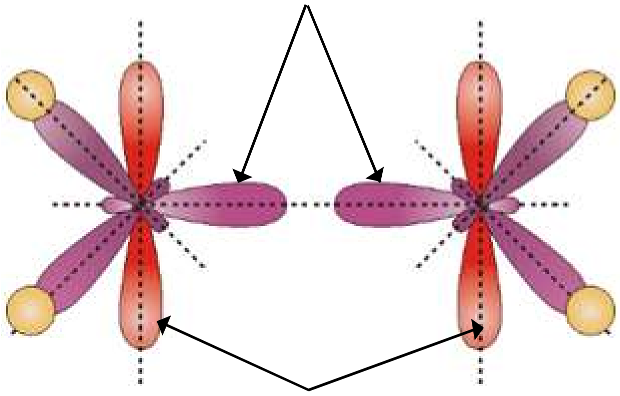
(a) முப்பரிமாண வெளியில் $\boldsymbol{sp^3}$ கலப்பு ஓபிற்றல்களின் திசைகோள்/ ஒழுங்கமைப்பு **(orientation)**
ஒரு நான்முகியினுள் ஓபிற்றல்கள் அமைத்து அதன் உச்சியை நோக்கிய வண்ணம் உள்ளன. ஓபிற்றல்களுக்கிடைப்பட்ட கோணம் $109^0 28'$ ஆகும்

(b) $\boldsymbol{sp^2}$ கலப்பு ஓபிற்றல்களின் திசைகோள் **(orientation)** மூன்று கலப்பு பிறப்பு ஓபிற்றல்களினதும் அச்சுகள் ஒரே தளத்தில் அமைந்துள்ளது. கலப்பு பிறப்பு ஓபிற்றல்களுக்கிடைப்பட்ட கோணம் 120^0. கலப்பில் ஈடுபடாத p ஓபிற்றல்கள் கலப்பு ஓபிற்றல்களின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக அமைந்துள்ளது.

(c) ***sp*** கலப்பு ஓபிற்றல்களின் திசைகோள் / ஒழுங்கமைப்பு **(orientation)**
கலப்பு ஓபிற்றல்களுக்கிடையிலான கோணம் 180^0, எனவே இரு அச்சுகளும் நேர்கோட்டில் அமையும். கலப்புப் பிறப்பாக்கத்தில் ஈடுபடாத இரு p ஓபிற்றல்கள் ஒன்றிற்கொன்று செங்குத்தாக அமையும்.

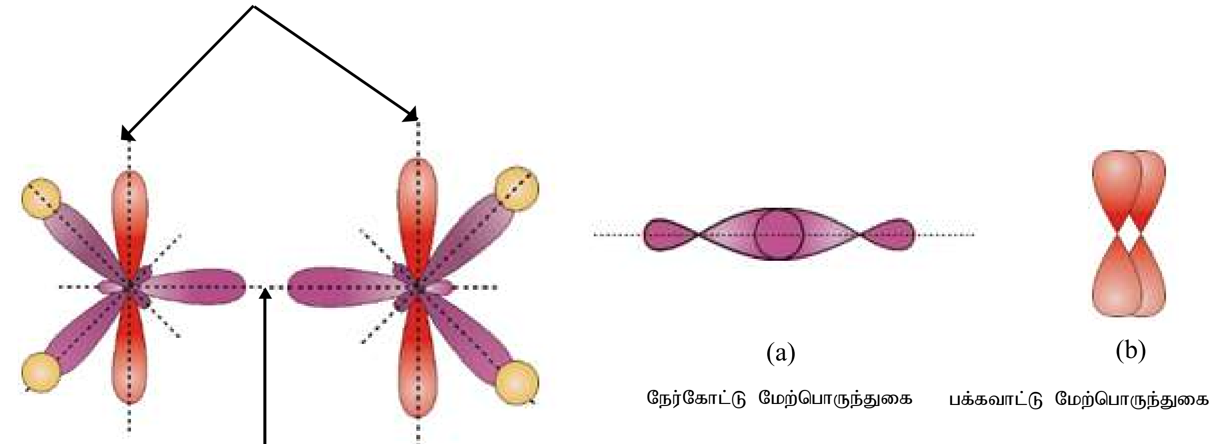
2.3.2 இரட்டை மற்றும் மும்மைப் பிணைப்பு உருவாதல்

இரு அணுக்களுக்கிடையில் இரு பிணைப்புகள் காணப்படும்பொழுது ஒன்று σ பிணைப்பு மற்றையது π பிணைப்பு. எதீன் மூலக்கூறில் இரு காபன் அணுக்களுக்குமிடையில் (CH_2CH_2) இரட்டைப் பிணைப்பு உருவாதலைக் கருதுக. இரு கலப்பு ஓபிற்றல்களுக்கிடையில் மேற் பொருந்துகை நடைபெறும்பொழுது σ பிணைப்பு உருவாகின்றது. π ஓபிற்றல்களின் பக்கவாட்டு மேற்பொருந்துகையினால் π பிணைப்பு உருவாகின்றது.

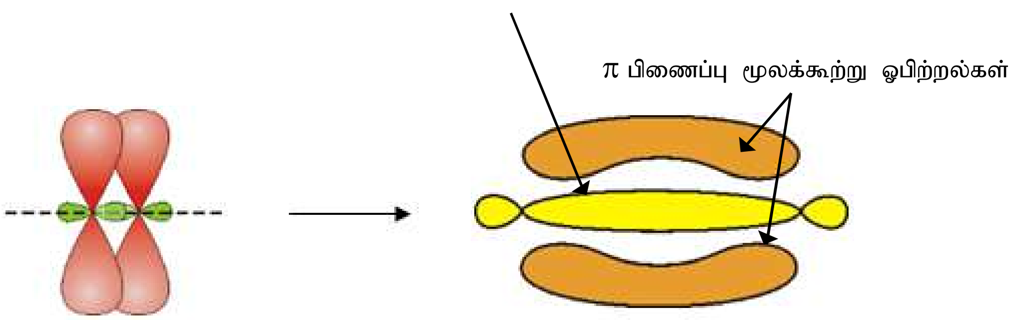


உரு 2.22 sp^2 கலப்புபிறப்பு ஓபிற்றல்கள் அத்துடன் p ஓபிற்றலின் திசைகோள்

இரு p ஓபிற்றல்களின் அச்சுகளும் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாக உள்ளதால். இவ் dump-bell வடிவமான ஓபிற்றல்களுக்கிடையில் பக்கவாட்டு மேற்பொருந்துகை ஏற்படுகின்றது. p ஓபிற்றல்களின் அச்சுகள் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாக இல்லாதபொழுது ஓபிற்றல்களின் மேற்பொருந்துகைக்கான சாத்தியம் குறைவு. மேலே உள்ள வரைபடத்தில் இரு கலப்பு ஓபிற்றல்கள் நேர்கோட்டில் அமைந்துள்ளன. எனவே இவற்றிற்கிடையிலான மேற்பொருந்துகை நேர்கோட்டுப் மேற்பொருந்துகை யாகக் கருதப்படும்.



உரு 2.23 ஓபிற்றல்களின் நேர்கோட்டு, பக்கவாட்டு மேற்பொருந்துகைகள்

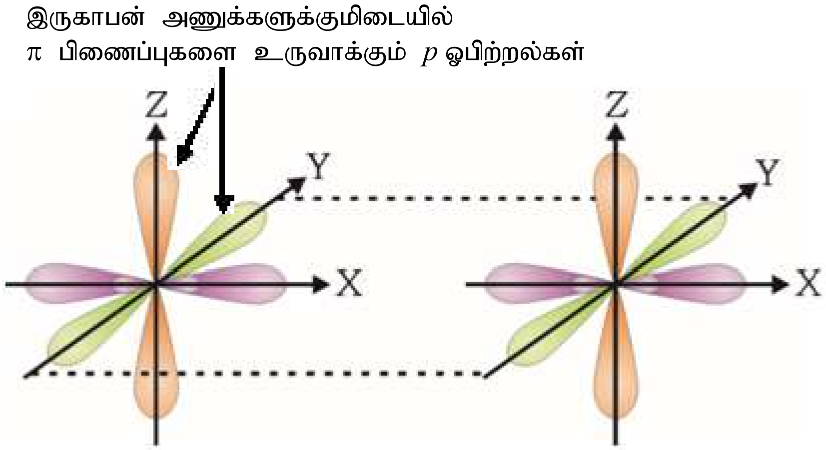


உரு 2.24 σ பிணைப்பும் π பிணைப்பும்

எவ்வாறு மும்மைப் பிணைப்பு உருவாகின்றது என்பதை கற்பதற்கு எதைனில் (C_2H_2) இரு காபன் அணுக்களுக்கிடையில் உள்ள மும்மைப்பிணைப்பைப் பயன்படுத்தலாம். மும்மைப்பிணைப்பு ஒரு σ பிணைப்பையும் இரு π பிணைப்புக்களையும் இரு காபன்களுக்குமிடையில் கொண்டுள்ளது. எதைனின் லூயியின் கட்டமைப்புக் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$H-C \equiv C-H$$

எதையினில் உள்ள ஒவ்வொரு காபன் அணுவும் இரு σ பிணைப்புக்களை உருவாக்குகின்றது. ஆகவே இக்காபன் அணுக்களும் *sp* கலப்புடையன. மிகுதி இரு *p* ஓபிற்றல்களினதும் அச்சுக்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாக உள்ளன. அவை பின்வரும் உருக்களில் தெளிவாகக் குறித்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது.



- p_y ஓபிற்றல்களின் அச்சுக்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமானவை.
- p_z ஓபிற்றல்களின் அச்சுக்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமானவை.
- இரண்டு *sp* கலப்பு ஓபிற்றல்கள் x அச்சில் ஒன்றையொன்று நோக்கியுள்ளன. இவை இரண்டு காபன் அணுக்களிடையே σ பிணைப்பை உருவாக்கும்.

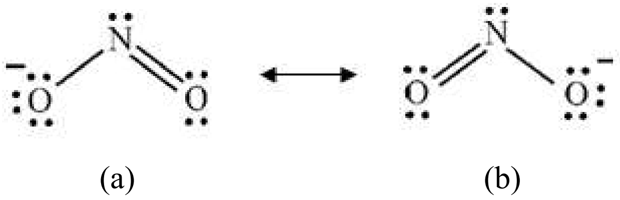
உரு 2.25 எதைனில் *sp* கலப்பு ஓபிற்றல்களினதும் *p* ஓபிற்றல்களினதும் மேற்பொருந்துகை

ஒரு குறித்த π பிணைப்பை உருவாக்கும் *p* ஓபிற்றல்களின் அச்சுக்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாகவுள்ளது. மற்றைய π பிணைப்பை உருவாக்கும் மிகுதி *p* ஓபிற்றல்கள் முதல் π பிணைப்பை உருவாக்கிய ஓபிற்றல்களுக்குச் செங்குத்தானவை. ஒரு மும்மைப் பிணைப்பில் π பிணைப்பு இலத்திரன் முகிலின் கற்பனை அச்சுகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக உள்ளன.

2.2.3 பரிவுக் கட்டமைப்புகள்

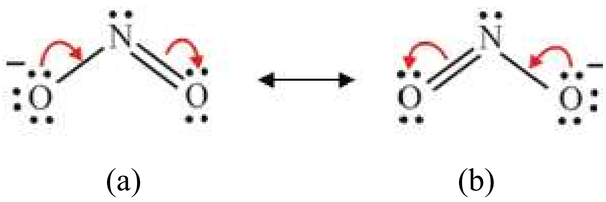
தரப்பட்ட ஒரு மூலக்கூறு அல்லது அயனுக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட லூயியின் கட்டமைப்புக்களை எழுதுவது சாத்தியமானது. அவ்லூயியின் கட்டமைப்புகள் பரிவுக் கட்டமைப்புக்கள் எனப்படும். அதற்கான காரணமெனின் பன்மைப் பிணைப்புக்கள் (இரட்டை அல்லது மும்மைப் பிணைப்புக்கள்) இருக்கும்பொழுது அணுக்களின் ஒழுங்கமைப்பில் (மூலக்கூறின் வன்கூடு) மாற்றம் ஏற்படாமல் π பிணைப்பு இலத்திரன் முகில்களின் நிலை மாற்றமடையலாம்.

பின்வருவன NO_2^- அயனின் இருபரிவு அமைப்புக்கள்.



உரு 2.26 NO_2^- அயனின் பரிவு கட்டமைப்புகள்

NO_2^- அயனில் தனிச்சோடி இலத்திரனனினதும் (எதிர் ஏற்றத்தையும்) π பிணைப்பு இலத்திரன்களினதும் நிலையை மாற்றி (மறைஏற்றத்தின் நிலையை மாற்றி) இரு பரிவுக் கட்டமைப்புக்கள் A யையும் B யையும் வரையலாம். இரு கட்டமைப்புக்கள் A யும் B யும் ஒத்தவையாக இருப்பதால் அவற்றை ஒன்றிலிருந்து ஒன்றை வேறு பிரித்தறிய முடியாது. பின்வரும் உருக்கள் தெளிவாக வளைந்த அம்புக்குறியினால் எவ்வாறு ஒரு அமைப்பு மற்ற அமைப்பாக மாறுகின்றது என்பதை விளக்குகின்றன. பொதுவாகத் தனிச்சோடி இலத்திரன்களின் அல்லது π இலத்திரன்களின் அசைவைக் காட்டுவதற்கு வளைந்த அம்புக்குறி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அம்புக்குறியின் தலைப்பகுதி இலத்திரன்கள் அசையும் இடத்தைக் குறிக்கும்.



உரு 2.27 NO_2^- அயனினது பரிவு அமைப்பு ஒன்று மற்றையதாக மாறுவதைக் காட்டுகின்றது.

பரிவின் சிறப்பியல்புகள்

(1) பங்கு கொள்ளும் கட்டமைப்புகள் உண்மையாக இருப்பதில்லை.வசதிக்காக வரையப்பட்ட கற்பனைக் கட்டமைப்புகள் ஆகும். பரிவுக் கலப்பு மட்டுமே உண்மையான மூலக்கூறு அல்லது அயனாகும்.

(2) சமமான பரிவுக் கட்டமைப்புகளின் பரிவின் விளைவினால் பரிவு அலகுகளின் பிணைப்பு நீளங்கள் சமமாகின்றது. (உதாரணம் O_3. இங்கே O - O பிணைப்புகள் சமமானவை) அத்துடன் எல்லா அணுக்களும் பரிவுக்கு உட்படும் அலகுகளிற்கு உரியவை.

(3) பரிவுக்கலப்பு தாழ்சக்தியுடையது. அதனால் பரிவில் பங்குகொள்ளும் கட்டமைப்புகள் யாவற்றிலும் உறுதி கூடியது.

(4) சமமான பரிவுக் கட்டமைப்புகள், பரிவுக் கலப்பிற்குச் சமமாகப் பங்களிக்கும்.

(5) சமமற்ற பரிவுக் கட்டமைப்புகள் சமமற்றதாகவும் அத்துடன் உறுதிகூடிய கட்டமைப்புக் கூடுதலாகவும் பங்களிப்புச் செய்யும்.

முறைமையான ஏற்றங்கள் (Formal charges)

ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள அல்லது பல் அணு அயனிலுள்ள அணுவின் கருதுகோள் ரீதியான ஏற்றம் முறைமையான ஏற்றமாகும். ஒரு மூலக்கூறு அல்லது அயனின் லூயியின் கட்டமைப்பில் உள்ள ஒவ்வொரு அணுவினது முறைமையான ஏற்றம் பூச்சியமாக அல்லது பூச்சியத்தை அண்மித்திருக்கும் போது அக்கட்டமைப்புச் சக்திரீதியாக உகந்த கட்டமைப்பாக அமையும்.

பின்வரும் படிகள் முறைமையான ஏற்றத்தைக் (FC) கணிப்பிடுவதற்கு உதவும்.

1. FC = (கூட்டஎண்) - (பிணைப்புக்களின் எண்ணிக்கை + [(பிணைபில் ஈடுபடாத இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை e^-)]

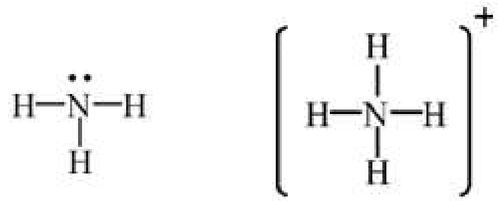
   அயன்களின் உண்மையான ஏற்றத்திலிருந்து அவற்றைப் பிரித்தறிவதற்கு முறைமையான ஏற்றங்கள் + அல்லது - இனால் பிரதிநிதித்துவப்படுத்தப்படும்.

2. லூயியின் சூத்திரத்தில், ஓர் அணு ஆவர்த்தனக் கூட்டெண்ணுக்குச் சமமான பிணைப்புகளைக் கொண்டிருக்கும்பொழுது முறைமையான ஏற்றம் பூச்சியமாக இருக்கும்.

3. I. ஒரு மூலக்கூறில் முறைமையான ஏற்றங்களின் கூட்டுத்தொகை பூச்சியம்.

   II. பல்அணு அயனில் முறைமையான ஏற்றங்களின் கூட்டுத்தொகை அயனின் ஏற்றத்திற்குச் சமம்.

   உதாரணம்:



NH_3 இல் N அணு 3 பிணைப்புகளை உடையது. அத்துடன் 2 பிணைப்பில் ஈடுபடாத இலத்திரன் களையும் கொண்டுள்ளது.

NH_3 இல் உள்ள N க்கு,

FC = (கூட்டஎண்) - (பிணைப்புக்களின் எண்ணிக்கை + [(பிணைப்பில் ஈடுபடாத இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை)]

$= 5 - (3 + 2) = 0$

அமோனியாவிலுள்ள N இன் மீது முறைமையான ஏற்றம் 0.

NH_3 இல் உள்ள H க்கு,

FC = (கூட்டஎண்) - (பிணைப்புக்களின் எண்ணிக்கை + [(பிணைப்பில் ஈடுபடாத இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை)]

$= 1 - (1 + 0) = 0$

அமோனியாவிலுள்ள H அணுவின் முறைமையான ஏற்றம் 0.

N இனதும் H இனதும் முறைமையான ஏற்றம் அமோனியாவில் பூச்சியம்.

எனவே முறைமையான ஏற்றங்களின் கூட்டத்தொகை பூச்சியம்.

அமோனியம் அயனில் N அணுவின் முறைமையான ஏற்றம் $(NH_4)^+$

$(NH_4)^+$ அயனில் N அணு 4 பிணைப்புடையது. பிணைப்பில் ஈடுபடாத இலத்திரன்கள் இல்லை.

$(NH_4)^+$ அயனில் N அணுவின் முறைமையான ஏற்றம்.

FC = (கூட்டஎண்) - (பிணைப்புக்களின் எண்ணிக்கை + [(பிணைப்பில் ஈடுபடாத இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை)]

= 5 - (4 + 0) = +1

முன்னர் காட்டியவாறு H அணுவின் முறைமையான ஏற்றத்தைக் கணிக்கும்போது பூச்சியமாக அமையும். எனவே முறைமையான ஏற்றங்களின் கூட்டுத்தொகை $(NH_4)^+$ அயனுக்கு 1.

(1) ஒரு மூலக்கூறிற்கு அல்லது அயனிற்கு மிகவும் பொருத்தமான சூத்திழரத்தில் ஒவ்வொரு அணுவிலும் உள்ள முறைமையான ஏற்றம் பூச்சியமாக அல்லது பூச்சியத்தை அண்மித்ததாக விருக்கும்.

(2) முறைமையான மறையேற்றம் மின்னெதிர்த்தன்மை கூடிய அணுக்களில் காணப்படுவது மிகவும் ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்கது.

(3) லூயியின் கட்டமைப்பில் உள்ள அடுத்தடுத்துள்ள அணுக்கள் ஒரே குறியீடுள்ள முறைமை யான ஏற்றம் இருக்குமாயின் அது திருத்தமான பிரதிநிதித்துவம் அன்று. (அருகருகே ஏற்ற விதி)

இப்போது நாம் லூயியின் கட்டமைப்புகளை எழுதுவோம். நைத்திரோசைல்குளோரைட்டில் (NOCl) உள்ள அணுக்களுக்கு முறைமையான ஏற்றத்தைக் குறிக்கவும். (NOCl - சேதனத் தொகுப்புகளில் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படும் பதார்த்தம்) இங்கு குளோரின் அணுவும் ஒட்சிசன் அணுவும் N அணுவுடன் பிணைந்துள்ளது. இது லூயியின் கட்டமைப்பு அட்டமவிதியைப் பூர்த்தி செய்கிறது.

(a)

(b)

(a)	(b)
Cl க்கு FC = 7 – (2 + 4) = +1	Cl க்கு FC = 7 – (1 + 6) = 0
N க்கு FC = 5 – (3 + 2) = 0	N க்கு FC = 5 – (3 + 2) = 0
O க்கு FC = 6 – (1 + 6) = -1	O க்கு FC = 6 – (2 + 4) = 0

லூயியின் சூத்திரம் (b) விரும்பத்தக்கது.

ஏற்றப்பரம்பல் எனும் எண்ணக்கருவிற்கு அமைவாகவே கட்டமைப்பு (a) இல் N, Cl அணுக்களிடையே இரட்டைப்பிணைப்பு வரையப்படுள்ளது. இங்கு கவனத்தில் எடுக்கவேண்டிய விடயம் என்னவெனில் லூயியின் புள்ளி - கோட்டு கட்டமைப்பு அல்லது பரிவு கட்டமைப்பு வரையும்போது பல் - பங்கீட்டுவலுப்பிணைப்பு **C, N, O, S, P,** அணுக்கள் உடன் அலசன்கள் **(Cl, Br, I), O** என்பன பிணைக்கப்படும்போது விரைவில் உருவாக்கப்படும்.

பரிவுகட்டமைப்புகளின் உறுதித்தன்மையை மதிப்பிடுவதற்கான விதி

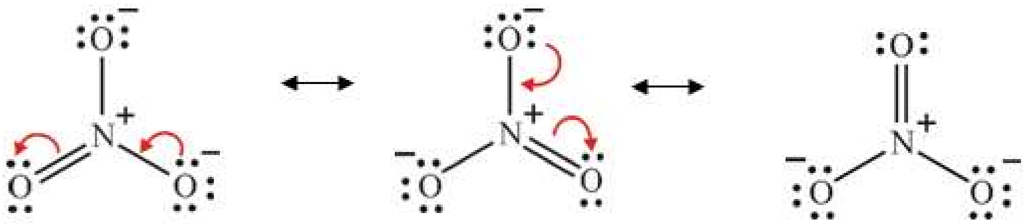
(1) அதிகூடிய உறுதித்தன்மையுடைய பரிவுக் கட்டமைப்பு மிகக் குறைந்த முறைமையான ஏற்றத்தையும் கூடிய எண்ணிக்கையான பங்கீட்டுப் பிணைப்பையும் கொண்டிருக்கும். பரிவுக்கலப்பு கட்டமைப்புக்கு அது கூடிய பங்களிப்புச் செய்யும். பிணைப்புகளின் உச்ச எண்ணிக்கையும் அட்டம விதியைப் பூர்த்தி செய்தலும் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கிச் செல்லும்.

(2) அடுத்தடுத்த அணுக்களின் ஒரே முறைமையான ஏற்றத்தைக் கொண்ட கட்டமைப்பு உறுதியற்றது.

(3) எதிர்தன்மையான முறைமையான ஏற்றம் அணுக்களில் இடப்படும்பொழுது நேர் ஏற்றம் மின்நேர்த்தன்மையுடைய மூலகத்திலும் எதிர் ஏற்றம் மின்னெதிர்த்தன்மையுடைய மூலகத்திலும் இடப்படும்.

(4) மின்னெதிர் இயல்பு கூடிய அணுக்களான F மற்றும் O இல் நேர்ஏற்றம் இடப்படின் அக்கட்டமைப்பு உறுதியற்றது.

உரு 2.28 இல் நைத்திரேற்று அயனின் (NO_3^-) பரிவுக் கட்டமைப்புக்களின் உருவாக்கம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

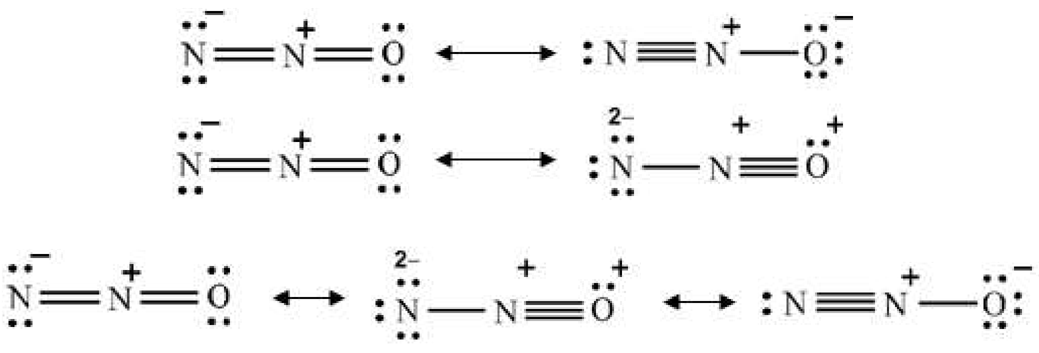


(a) (b) (c)

உரு: 2.28 NO_3^- அயனின் பரிவு அமைப்புகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றையதாக மாற்றமடைதல்

எல்லாப் பரிவுக் கட்டமைப்புகளும் சமமானவை. அதனால் அவற்றின் உறுதித் தன்மை சமமானவை. இவை பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பிற்கு சமமான பங்களிப்பை வழங்கும்.

N_2O இன் பரிவுக் கட்டமைப்புகள் பின்வருமாறு தரப்பட்டுள்ளது. இப்பரிவுக் கட்டமைப்புகள் அட்டம விதியைத் திருப்திப்படுத்துகின்றன.

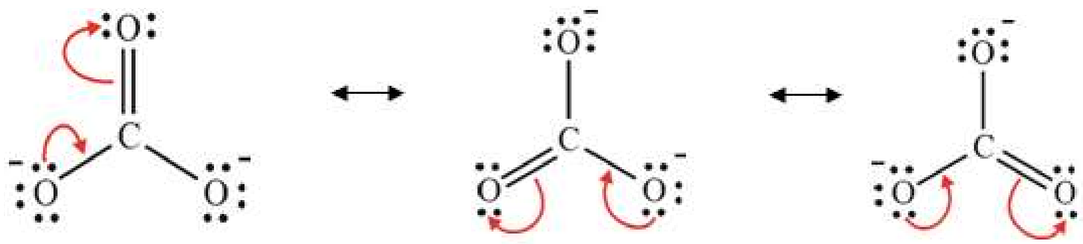


(a) (b) (c)

உரு 2.29 N_2O ன் பரிவு கட்டமைப்புகள்

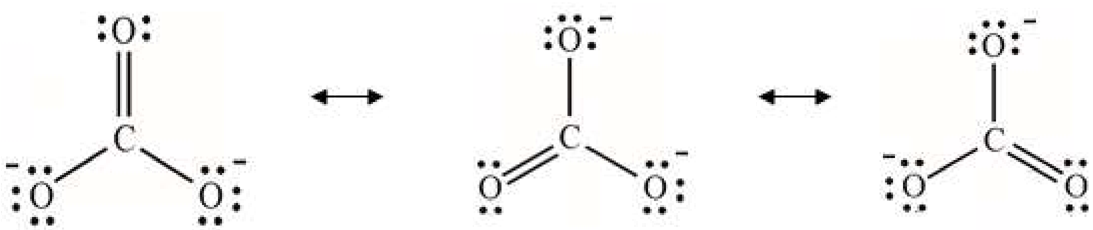
எவ்வாறாயினும் முறைமையான ஏற்றங்களின் அடிப்படையில், இப்பரிவுக் கட்டமைப்புக்களின் உறுதி சமமானவை அன்று. விதி (3) இன்படி கட்டமைப்பு (b) பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பிற்கு குறைவான பங்களிப்பை வழங்குகின்றது. (a) மற்றும் (c) கட்டமைப்புக்கள், கட்டமைப்பு (b) உடன் ஒப்பிடும்போது உறுதியானவை. ஆதலால் (a) மற்றும் (b) கட்டமைப்புக்கள் பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பிற்கு பிரதான பங்களிப்பை வழங்குகின்றன.

காபனேற்று அயன் இன் பரிவுக் கட்டமைப்புகள் (CO_3^{2-}) உரு 2.30 இல் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.



உரு 2.30 CO_3^{2-} ன் ஒரு பரிவுக் கட்டமைப்பு மற்றதாக மாற்றமுறுதல்

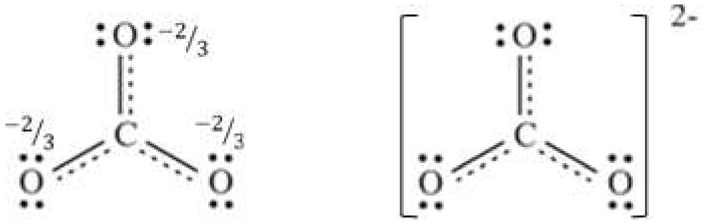
காபனேற்று அயனுக்கான நேரொத்த பரிவுக் கட்டமைப்புகள் பின்வருமாறு:



உரு 2.31 CO_3^{2-} அயனின் பரிவு கட்டமைப்பு

பரிவு கலப்பு அமைப்பை விளக்குவதற்கு காபனேற்று அயனின் பரிவு அமைப்புகளைப் பயன்படுத்தலாம். காபனேற்று அயன்களின் பரிவு அமைப்புக்களைக் கருதும்பொழுது ஒவ்வொரு ஒட்சிசன் அணுவையும் சூழ்ந்து ஆகக்குறைந்தது இரு தனிச்சோடி இலத்திரன்கள் உண்டு. பரிவு அமைப்புக்கள் உருவாகும் பொழுது π பிணைப்பின் நிலை மாறும்பொழுது மூன்றாவது தனிச்சோடி இலத்திரன் ஒட்சிசன் அணுக்களில் இருக்கலாம் அல்லது இல்லாது இருக்கலாம். π இலத்திரன் முகிலின் நிலை மாற்றமடைவதால் C - O பிணைப்பின் இலத்திரன் முகில் மூன்று C - O பிணைப்புகளுக்கும் ஓரிடப்படாதுள்ளது. CO_3^{2-} இன் பரிவுக்கலப்புக் கட்டமைப்புக் கீழே தரப்பட்டுள்ளது. ஓரிடப்படாத இலத்திரன் முகில் C - O பிணைப்பில் புள்ளி - ஒற்றைப்பிணைப்பால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

மூன்று பரிவுக்கட்டமைப்புக்களின் விளைவை இவ்வரைபடம் மூலம் எடுத்துக் காட்டலாம். பிணைப்பு வரிசை CO_3^{2-} இல் 1½ (2/3).

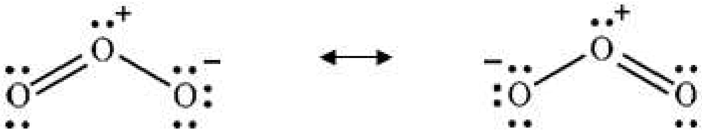


(a) (b)

உரு 2.32 (a) CO_3^{2-} அயனின் பரிவு கலப்புக்கட்டமைப்பு ஏற்றங்கள் உடன்
(b) CO_3^{2-} இன் பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பு முடிவு அணுக்களில்

கலப்புக் கட்டமைப்பு வரைவதற்கு சமமான பரிவுக் கட்டமைப்புகள் பயன்படுத்தி இருக்கும்போது மட்டும் மேலுள்ள பரிவுக் கட்டமைப்புகளில் தனித்தனி அணுக்களில் உள்ள ஏற்றங்கள் ஏற்புடையதாகக் காணப்படும். (உதாரணம்:- O_3, NO_3^-, CO_3^{2-}, NO_2^-) எவ்வாறாயினும் சமச்சீரற்ற மூலக்கூறுகள் / அயன்களுக்கு (உதாரணம்:- N_2O, $S_2O_3^{2-}$) இது ஏற்புடையது அல்ல.

ஓசோன் மூலக்கூறின் இரு பரிவு அமைப்புகளையும் கீழே காட்டியவாறு எடுத்துக் கூறலாம்.



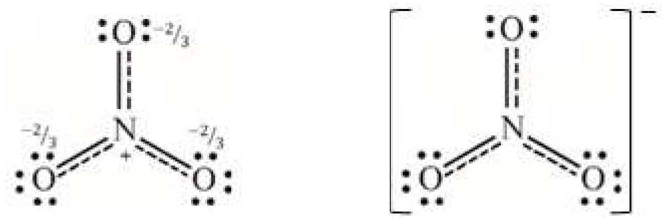
உரு 2.33 ஓசோனின் பரிவுக் கட்டமைப்புகள்

ஓசோனிலுள்ள இரு பிணைப்பு நீளங்களும் சமம். எனவே ஓசோனின் கட்டமைப்பு இருபரிவு அமைப்புகளினதும் இணைக்கப்பட்ட அமைப்பு எனக் கருதலாம். அவ்வமைப்புக் கீழே எடுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

(a) (b)

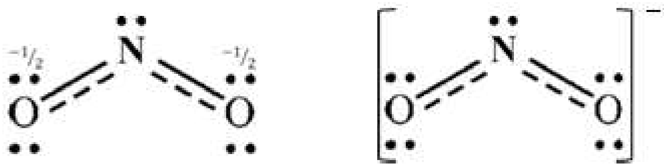
உரு 2.34 (a) O_3 இன் பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பு ஏற்றத்துடன்
(b) O_3 இன் பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பு முடிவிட / மைய அணுக்களில் ஏற்றம் இல்லாதவாறு

மற்றும் என்பனவற்றின் பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்புகளும் மேலுள்ளவற்றை ஒத்தவை. இவை கீழே உரு 2.35 மற்றும் 2.36 இல் முறைப்படி தரப்பட்டுள்ளது.



(a) (b)

உரு 2.35 (a) NO_3^- இன் பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பு ஏற்றத்துடன்
(b) NO_3^- இன் பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பு முடிவிட / மைய அணுக்களில் ஏற்றம் இல்லாதவாறு



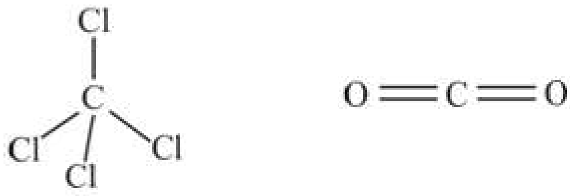
(a) (b)

உரு 2.36 (a) NO_2^- இன் பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பு ஏற்றத்துடன்
(b) NO_2^- இன் பரிவுக் கலப்புக் கட்டமைப்பு முடிவிட / மைய அணுக்களில் ஏற்றம் இல்லாதவாறு

2.3.4 மூலக்கூறுகளின் முனைவுத் தன்மையில் மின்னெதிர்த் தன்மையினதும் கேத்திர கணித ஒழுங்கமைப்பினதும் தாக்கம்.

இரசாயனப் பங்கீட்டுப் பிணைப்பை உருவாக்கும் அணுக்களுக்கிடையிலான மின்னெதிர்த்தன்மை வேறுபாடு உயர்வாக இருப்பின் இலத்திரன் முகில் முனைவாக்கம் அடையும் எனக் கருதப் படுகின்றது. முனைவாக்கம் அடைந்த பங்கீட்டுப் பிணைப்பு இலத்திரன்கள் மின்னெதிர்த்தன்மை கூடிய மூலகத்திற்கு அண்மையில் காணப்படுவதற்கான நிகழ்தகவு உயர்வு ஆகும். மின்னெதிர்த்தன்மை வேறுபாடு பிணைப்பின் முனைவுத் தன்மையைத் தீர்மானிப்பதில் இன்றியமையாத பங்கு வகிக்கின்றது. ஆகவே உயர்ந்த மின்னெதிர்த்தன்மை வேறுபாடு உயர்ந்த முனைவுத்தன்மை. எவ்வாறாயினும் ஒரு முழு மூலக்கூறின் முனைவுத்தன்மையைக் கருதும்பொழுது மூலக்கூறின் வடிவமும் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றது. உதாரணமாக C = O பிணைப்பு முனைவானது, எனினும் CO_2 மூலக்கூறு முனைவற்றது. CO_2 மூலக்கூறின் நேர்கோட்டு வடிவமே இதற்குக் காரணமாக அமைகின்றது. அதேபோன்று C - Cl பிணைப்பு முனைவுத்தன்மையுடையது. ஆனால் CCl_4 மூலக்கூறு முனைவற்றது, ஏனெனில் சமச்சீரான நான்முகி வடிவத்தை மூலக்கூறு கொண்டிருப்பதால் ஆகும். ஒரு மூலக்கூறில் பிணைப்புக்கள் முனைவுற்று இருப்பினும் , மூலக்கூறு சமச்சீராக இருக்கும்பொழுது , அதன் இரு முனைவுத் திருப்புத்திறன் பூச்சியம் ஆகும்.

முனைவற்ற மூலக்கூறுகளுக்கு ஒரு மூலகத்தின் ஈரணு மூலக்கூறுகள் (Cl_2, O_2, N_2, F_2, etc) உதாரணமாகும். இம்மூலக்கூறுகளின் பிணைப்புக்கள் முனைவற்ற பங்கீட்டுப் பிணைப்புகளுக்கு உதாரணங்களாக அமையும்.



உரு 2.37 CCl_4, CO_2 இன் மூலக்கூறுகள்

2.3.5 இருமுனைவுத் திருப்புத்திறன்

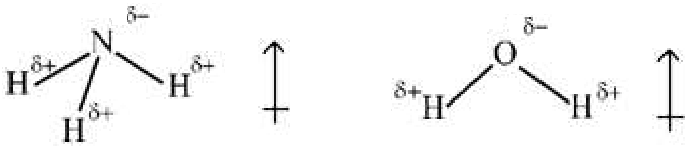
ஒற்றைப் பிணைப்பைக் கொண்டுள்ள HCl மூலக்கூறைக் கருதும்பொழுது இவ்எண்ணக்கரு தெளிவாகின்றது.முனைவுத்தன்மையுடைய மூலக்கூறில் , மூலக்கூறின் ஒரு முனைவில் மறை முனைவு உருவாகின்றது. நேர்முனைவு மூலக்கூறின் மற்ற முனைவில் உருவாகின்றது. அதன்படி HCl மூலக்கூறின் எதிர்முனைவு Cl அணுவிலும், நேர்முனைவு H அணுவிலும் உள்ளது. முனைவு பிணைப்புகளைக் குறிப்பதற்கான முறை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

$$^{\delta+}H \text{---} Cl^{\delta-}$$

இருமுனைவானது ‘ $+\!\!\longrightarrow$ ’ இவ்வாறு குறிக்கப்படும். அம்புக்குறியின் தலை மூலக்கூறின் எதிர் முனைவை நோக்கியுள்ளது.

$$\underset{+\!\!\longrightarrow}{^{\delta+}H \text{---} Cl^{\delta-}}$$

உதாரணம்:



ஒரு மூலக்கூறில் நிலையான இருமுனைவு இருப்பின் ஒவ்வொரு முனைவிலும் காணப்படும் முனைவாக்கத்தின் பருமன் சமனாக இருப்பதால் மின்சார்பாக நடுநிலையான மூலக்கூறு உருவாகின்றது. இருமுனைவுத் திருப்புத்திறன் முனைவின் ஏற்றத்தின் பருமனை (ஏற்றப் பிரிப்பை) இருஅணுக்களுக்கிடையிலான தூரத்தாற் பெருக்குவதன் மூலம் கணிக்கப்படுகின்றது. HCl மூலக்கூறைக் கருதும்பொழுது சமச்சீரற்ற இலத்திரன் முகில் காணப்படுவதால் ஒரு முனைவு H அணுவிலும் மற்ற முனைவு Cl அணுவிலும் அமைந்துள்ளது. HCl அணுவின் இரு முனைவுத் திருப்புதிறனைப் பின்வருமாறு கணிப்பிடலாம்.

இருமுனைவுத் திருப்புத்திறன் (m) = முனைவின் ஏற்றம் (d) × பிணைப்பு நீளம் (r)

மேலுள்ள சமன்பாட்டில் d கள் அலகு கூலோம் (C) மற்றும் r இன் அலகு மீற்றர் (m). ஆகவே இருமுனைவுத் திருப்பத்தின் அலகு Cm ஆகும்.

மூலக்கூறுகளின் இருமுனைவுத்திறன் / இருமுனைவுத் திருப்பம் (இது ஒரு காவிக் கணிய மாகும். இது பருமன், திசை இரண்டையும் கொண்டவை.) வழமையாக டெபை (debye) (D) எனும் அலகில் குறிப்பிடப்படும். 1 D ஆனது 3.34×10^{-30} Cm இற்குச் சமனானது.

$$1\ D = 3.34 \times 10^{-30}\ Cm$$

2.3.6 மின்னெதிர்த் தன்மையின் பருமனில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும் காரணிகள்

மூலகமொன்றின் மின்னெதிர் இயல்பு, மூலகம் உள்ள சூழலினால் சிறிதளவு மாற்றமடையக் கூடியவாறு தங்கியுள்ளது. இருப்பினும் வழமை போன்று இம்மாற்றம் ஒரு மாறிலியாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும். மின்னெதிர் இயல்பின் ஆதிக்கம் செலுத்தும் நான்கு முக்கிய காரணிகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

- **கலப்பு:**
  - s பண்பு கூடும்போது மின்னெதிர் இயல்பு கூடும்.
  - C இன் மின்னெதிர் இயல்பு: $C(sp^3) < C(sp^2) < C(sp) < C$
  - எனவே CH_4, C_2H_4 மற்றும் C_2H_2 இல் C அணுக்களின் மின்னெதிர் இயல்பு அதிகரிக்கும் ஒழுங்கு $CH_4 < C_2H_4 < C_2H_2$ ஆகும்.

- **ஏற்றம்:**

  உதாரணம்:- N இன் மின்னெதிர் இயல்பு: $NH^{2-} < NH_3 < NH_4^+$

  இங்கு எல்லா N அணுக்களும் sp^3 கலப்புடையன. மின்னெதிர் இயல்பு $N^- < N < CN^+$; உயர் நேர் ஏற்றத்தைக் கொண்ட அணு, நடுநிலை அணுவைக் காட்டிலும் கூடிய மின்னெதிர் இயல்பைக் கொண்டிருக்கும். நடுநிலை அணுவானது, மறை ஏற்றம் கொண்ட அசைவை மின்னெதிர் இயல்பைக் கொண்டிருக்கும்.

- **ஒட்சியேற்ற எண்:**

  H_2S, SO_3^{2-} மற்றும் SO_4^{2-} இல் S அணுக்கள் யாவற்றினதும் கலப்பு sp^3 மற்றும் S அணுக்களில் உள்ள மின்னேற்றம் பூச்சியமாகும். S இன் கலப்பு மற்றும் ஏற்றம் என்பன மேற்கூறப்பட்ட எல்லா இனங்களிலும் சமமானவை. எனவே S இன் மின்னெதிர் இயல்பு மேலுள்ள இனங்களில் ஒட்சியேற்ற எண்ணினால் தீர்மானிக்கப்படும். H_2S, SO_3^{2-} மற்றும் SO_4^{2-} இல் S இன் ஒட்சியேற்ற எண்கள் முறையே -2, +4 மற்றும் +6 ஆகும். நடுநிலை அசைவுடன் ஒப்பிடும்போது உயர் நேர் ஏற்றம் கொண்ட அணு கூடிய மின்னெதிர் இயல்பைக் கொண்டிருக்கும். எனவே S இன் மின்னெதிர் இயல்பு $H_2S < SO_3^{2-} < SO_4^{2-}$ ஆகக் காணப்படும்.

- **மூலக்கூறில் கருதப்படும் அணுவுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஏனைய அணுக்களின் இயல்புகள்**

உதாரணம்:- C இன் மின்னெதிர் இயல்பு CF_4 இல் உயர்வாகக் காணப்படும். CCl_4 உடன் ஒப்பிடும்போது உயர் மின்னெதிர் இயல்புள்ள புளோரின் அணு நான்கு புளோரின் அணுக்கள், நான்கு குளோரின் அணுக்கள் இணைந்துள்ள காபன் அணுவைக் காட்டிலும் கூடியளவு நேர் ஏற்றம் கொண்டதாக மாற்றும். இதனால் புளோரின் அணுக்கள் இணைந்துள்ள காபன் அணுவின் மின்னெதிர் இயல்பு உயர்த்தப்படும்.

ஒத்த மூலகத்தின் ஒரு அணு, வேறுபட்ட மூலக்கூறில் காணப்படும்போது, அவ்வணுவிற்கு மேற்படி விதிமுறைகளைப் பிரயோகிக்கும்போது அணுவின் ஏற்றத்தைக் காட்டிலும், அதன் கலப்பிற்கு முன்னுரிமை வழங்கப்படல் வேண்டும். அணுக்களின் கலப்பு வகை சமமானவை எனில் ஏற்றத்தின் அடிப்படையில் முன்னுரிமை வழங்கப்படல் வேண்டும். உதாரணமாக NH_3, NH_4^+ என்பனவற்றில் நைதரசன் அணுவின் கலப்பு ஒத்தவை. எனவே நைதரசன் அணுவின் மின்னெதிர் இயல்பு ஏற்றத்தின் அடிப்படையில் தீர்மானிக்கப்படல் வேண்டும். NH_3 இல் நைதரசன் அணு நடுநிலை (ஏற்றம்)யானது. NH_4^+ கள் நைதரசன் அணு நேர் ஏற்றம் கொண்டது. மின்னெதிர் இயல்பு கொண்டதாகக் காணப்படும்.

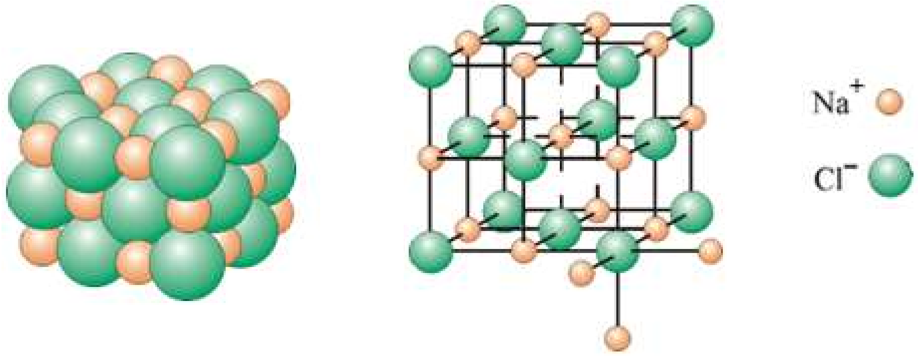
இதனைப் போன்று ஒரு அணுவின் கலப்பு மற்றும் ஏற்றம் என்பன சமமானவை எனின், அடுத்த ஒட்சியேற்ற எண்ணைக் கருத முடியும். உதாரணமாக CH_3F மற்றும் CH_4 என்பனவற்றில் கலப்பு மின்னேற்றங்கள் என்பன சமமானவை. CH_3F, CH_4 இல் காபனின் ஒட்சியேற்ற எண்கள் முறையே -2 உம் -4 உம் ஆகும். எனவே C அணுவின் மின்னெதிர் இயல்பு ஒட்சியேற்ற எண்ணை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஒப்பிட முடியும். எனவே CH_3F இல் உள்ள காபன் அணுவின் மின்னெதிர் இயல்பு (கூடிய ஒட்சியேற்ற எண்ணைக் கொண்டது). CH_4 இல் உள்ள காபன் அணவின் மின்னெதிர் இயல்பிலும் (குறைந்த ஒட்சியேற்ற எண்ணைக் கொண்டது) உயர்வாகக் காணப்படும்.

கலப்பு ஏற்றம் மற்றும் ஒட்சியேற்ற எண் சமமாகவுள்ளபோது மற்றைய அணுக்களின் விளைவைக் கருத முடியும். உதாரணமாக $CHCl_3$, CHF_3 என்பனவற்றில் காபன் அணுவின் மின்னெதிர் இயல்பை அவற்றுடன் இணைந்துள்ள மற்றைய அணுக்கள் சார்பாகத் தீர்மானிக்க முடியும். (கலப்பு ஏற்றம், ஒட்சியேற்ற எண் இவ்விரு காபன் அணுக்களுக்கும் சமமானவை.) எனவே இங்கு CHF_3 இல் உள்ள காபன் அணு $CHCl_3$ இல் உள்ள காபன் அணுவிலும் கூடிய மின்னெதிர் இயல்பு கொண்டது.

2.4 அயன் பிணைப்பு / அயன் இடைத்தாக்கம்

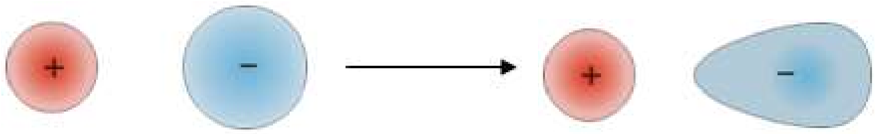
நேர் அயன்களுக்கும் மறை அயன்களுக்குமிடையில் ஏற்படும் நிலைமின்னியற் கவர்ச்சியினால் அயன் பிணைப்பு உருவாகின்றது. இங்கு நேர் அயன்களும் எதிர் அயன்களும் நிலையான குறித்த ஒழுங்கமைப்பில் அடுக்கப்பட்டு திண்ம நிலையில் 'சாலக கட்டமைப்பு' என்று அழைக்கப்படும் அமைப்பை உருவாக்கும். இங்கு ஒவ்வொரு நேரயனும் குறித்த எண்ணிக்கையான எதிர்

ஏற்றம் கொண்ட அயன்களால் சூழப்பட்டிருக்கும். அத்துடன் மறுதலையாகவும் காணப்படும். NaCl சாலகத்தில் ஒவ்வொரு Na^+ அயனும் $6Cl^-$ அயன்களாலும் ஒவ்வொரு Cl^- அயனும் 6 Na^+ அயன்களாலும் சூழப்பட்டிருக்கும்.



உரு 2.38 NaCl சாலக கட்டமைப்பு

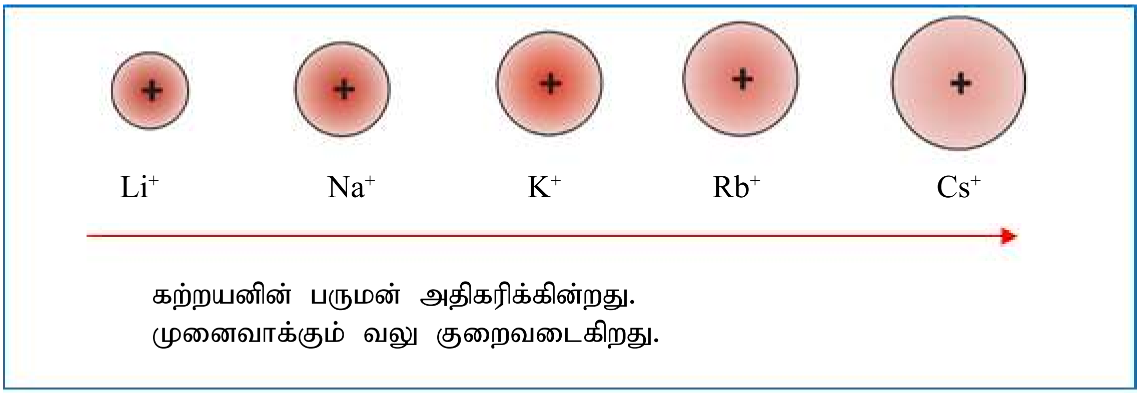
அயன் சாலகத்தில் கற்றயன்கள் தான் சிறியவையாக இருப்பதால் அவற்றின் இலத்திரன் முகில் கருவோடு வன்மையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அயன் சாலகத்தில் அனயன்கள் பெரிதாக இருப்பதால் அவற்றின் வெளியோட்டு இலத்திரன்கள் கற்றயனுடன் ஒப்பிடும்போது தளர்வாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. வெளி மின்புலங்களால் அன்னயன்களின் இலத்திரன் முகிலின் வடிவம் இலகுவாக மாற்றப்படக்கூடியது. நேர் மின்புலம் செல்வாக்குச் செலுத்தும்போது பெரிய அன்னயன்களின் இலத்திரன் முகிலின் வடிவம் இலகுவாகப் பாதிக்கப்படும். ஒரு கற்றயன் மின்புலத்தின் வலிமையினால் அன்னயன் ஒன்றின் இலத்திரன் முகிலைத் தன்னை நோக்கி இழுக்கும் ஆற்றல் உடையது. இவ் ஆற்றல் முனைவாக்கும் வலு என அழைக்கப்படும். ஒரு அன்னயனை நோக்கி கற்றயன் செல்லும்போது அதன் நேர் மின்புலத்தினால் கோளவடிவமான அன்னயனின் இலத்திரன் முகில் முட்டை வடிவமாக மாற்றமடையும் திறன் முனைவாகும் திறன் எனப்படும்.

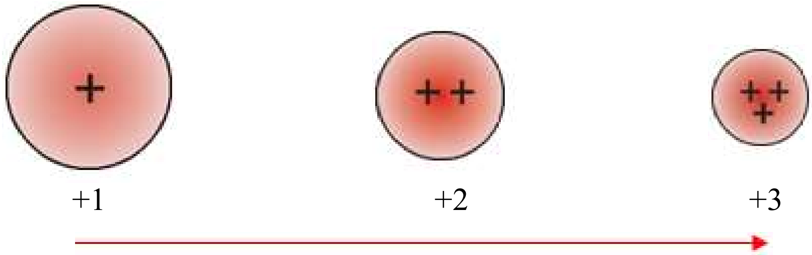


முனைவாக்கம் அற்ற நிலை
இலட்சிய நிலை

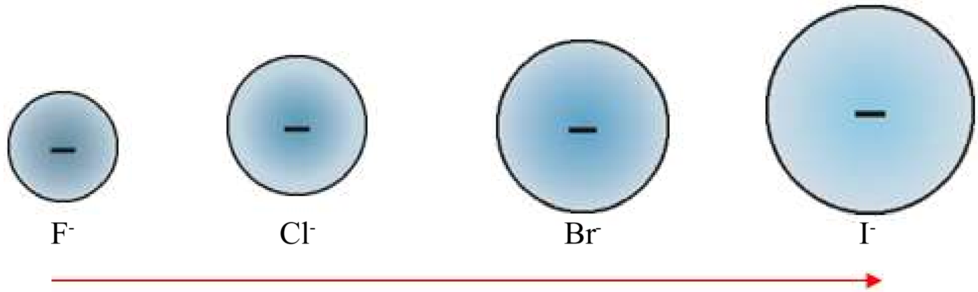
முனைவாக்கப்பட்ட நிலை

கற்றயனின் முனைவாக்கும் வலு, அன்னயனை முனைவாக்கப் போதுமானதன்று கற்றயன் சிறிதாகவும் உயர் ஏற்றமும் உள்ளதாக இருக்கும்பொழுது முனைவாக்கும் வலு உயர்வு.

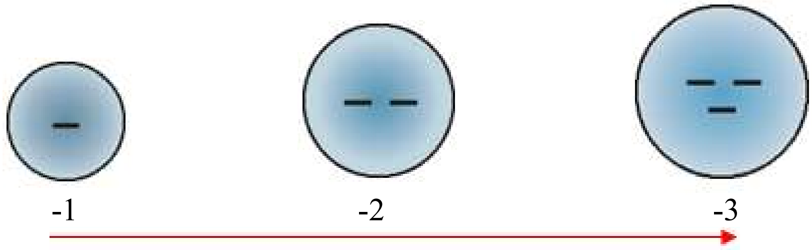




கற்றயனின் ஏற்றம் அதிகரிக்கின்றது.
கற்றயனின் பருமன் குறைகின்றது.
ஏற்ற அடர்த்தி அதிகரிக்கின்றது.
முனைவாக்கும் வலு அதிகரிக்கின்றது.



அன்னயனின் பருமன் அதிகரிக்கின்றது.
முனைவாகும் திறன் அதிகரிக்கின்றது.

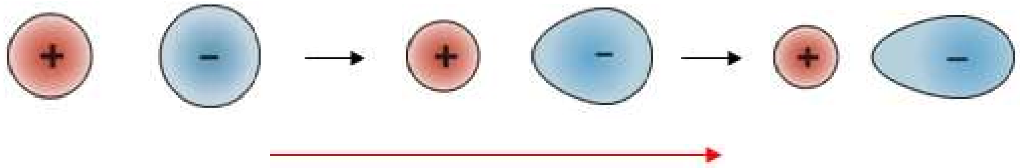


அன்னயனின் ஏற்றம் அதிகரிக்கின்றது.
அன்னயனின் பருமன் அதிகரிக்கின்றது.
முனைவாகும் திறன் அதிகரிக்கின்றது.

அயன் இயல்பளவு, பங்கீட்டு இயல்பளவு ஆகியன முனைவாக்கத்தில் தங்கியுள்ளது. (முனைவாக்கும் திறனிலும் முனைவாகும் திறனிலும்)

முனைவாக்கம் பின்வருவனவற்றால் அதிகரிக்கும்.

1. கற்றயனின் உயர் ஏற்றமும் சிறிய பருமனும்
2. அன்னயனின் உயர் ஏற்றமும் பெரிய பருமனும்



முனைவாக்கம் அதிகரிக்கின்றது.
அயன் இயல்பு குறைகிறது.
பங்கீட்டு இயல்பு அதிகரிக்கின்றது.

2.5 உலோகப் பிணைப்புக்கள்

பொதுவாக எளிய பங்கீட்டுப் பிணைப்பைக் கொண்ட சிறிய மூலக்கூறுகள் அயன் சேர்வைகளுடன் ஒப்பிடும்பொழுது தாழ் கொதிநிலையுடையவை. அயன் திண்மங்கள் மின்னைத் திண்ம நிலையில் மின்கடத்தும் திறன் அற்றவை. ஆனால் திரவநிலையில் மின்னைக் கடத்துபவை. வெவ்வேறு உலோகங்களின் உருகுநிலை விஸ்தாரமாகப் பரவியுள்ளன. உலோகங்கள் திண்மம், திரவம் என்ற நிலையுடன் சம்பந்தப்படாத நன்மின்கடத்திகள். உதாரணமாக இரசத்தின் (Hg) உருகுநிலை தாழ்வானது. (-39^0C). தங்குதனின் உருகுநிலை 3410^0C. எல்லாக் கருத்தாக்கங்களிலும் திரவசோடியம் அதன் உயர் வெப்பக் கடத்தும் கொள்ளளவு காரணமாகக் குளிரூட்டியாகப் பயன்படுகிறது. உலோகங்களுக்கிடையில் காணப்படும் இவ்வேறுபாட்டைப் பங்கீட்டு, அயன் பிணைப்புகளின் மாதிரியுருக்களைக் கொண்டு விளக்கமுடியாது.

உலோகப்பிணைப்பின் மாதிரியுரு Paul Kart Ludwig Drude னாலும் Hendrik Lorentz னாலும் வாயுக்களின் நடத்தையின் இயக்க மாதிரியுருவை அடிப்படையாகக் கொண்டு பிரேரிக்கப்பட்டது. இம்மாதிரியுருவின்படி உலோக அணுக்கள் வலுவளவு ஓட்டு இலத்திரன்களை உலோகப் பிணைப்பை உருவாக்குவதற்கு இழப்பதால் நேர் ஏற்றமுள்ள அயன்களை உருவாக்குகின்றன. ஆகவே பெரும் எண்ணிக்கையான அணுக்களால் விடுவிக்கப்படும் வலுவளவு ஓட்டு இலத்திரன்களால் மாபெரும் இலத்திரன் முகில் உருவாக்கப்படுகின்றது. இவ்விலத்திரன் முகில்நேர் அயன்களுக்கிடையில் உருவாகும் தள்ளுகை விசையைச் சமாளித்து உலோக அயன்களைச் சாலக அமைப்பில் வைத்திருக்கின்றது. நேர் அயன்களால் ஆன சாலகத்தை நிலையாக்குவதற்காக இலத்திரன்கள் தொடர்ந்து சாலக கட்டமைப்பில் அசைந்த வண்ணம் இருக்கும். நேர்அயன்களுக்கும் இலத்திரன் முகிலிற்கும் இடையிலான நிலைமின் கவர்ச்சி

விசை உலோகப் பிணைப்பு எனப்படும். உலோகப் பிணைப்பின் பலம் முதன்மையாக மூன்று முக்கிய காரணிகளில் தங்கியுள்ளது.

- உலோகப் பிணைப்பை ஏற்படுத்துவதற்கு அணுக்களால் வழங்கப்படும் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை.

  உதாரணமாகச் சோடியம் அணு வலுவளவு ஓட்டில் ஒரு இலத்திரனை மட்டும் கொண்டிருப்பதால் ஒரு இலத்திரனை மட்டும் உலோகப் பிணைப்பிற்கு வழங்கக்கூடியதாக உள்ளது. ஆனால் மகனீசியம் இரு இலத்திரன்களை உலோகப்பிணைப்பிற்கு வழங்குகின்றது. அணுவினால் உலோகப் பிணைப்பிற்கு வழங்கப்படும் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்க உலோகப் பிணைப்பின் வன்மை அதிகரிக்கின்றது.

- அயன்ஆரை

  கற்றயன் ஆரை அதிகரிக்க இலத்திரன் முகிலின் இலத்திரன் அடர்த்தி குறைகின்றமையால் உலோகப் பிணைப்பு நலிவடைகின்றது

- அயன் தன்மை

  இது எந்தளவிற்கு வலுவளவு ஓட்டு இலத்திரனை ஒரு உலோகப் பிணைப்பிற்கு இலத்திரனை வழங்குகின்றது என்பதைக் கருதுகின்றது. உதாரணமாகச் சோடியம் வலுவளவு ஓட்டில் உள்ள இலத்திரனை முற்றாக உலோகப் பிணைப்பிற்கு வழங்குகின்றது. எவ்வாறாயினும் அயனாக்கற் சக்தி அதிகரிக்க உலோகப் பிணைப்பை உருவாக்க இலத்திரனை விடுவிக்கும் நிகழ்தகவு குறைகின்றது. இக்காரணி கார உலோகங்கள், காரமண் உலோகங்களைப் பாதிப்பதில்லை. ஆனால் தாண்டல் உலோகங்களைக் கருதும்போது இது முக்கியத்துவம் வகிக்கின்றது.

2.6 துணை இடைத்தாக்கங்கள் / துணை இடைக் கவர்ச்சிகள்

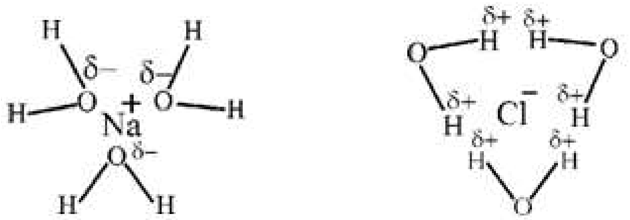
ஒரு மூலக்கூறில் உள்ள அணுக்கள் ஒரு குலைபோன்று வன்மையான பங்கீட்டுப்பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால் சில சமயங்களில் மூலக்கூறுகள் நலிந்த துணை இடைத் தாக்கத்தால் ஒன்றாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. அவைகள் பொதுவாக மூலக்கூற்றிடைக் கவர்ச்சி விசை அல்லது மூலக்கூற்றிடைப் பிணைப்பாகக் காணப்படும்.

- அயன் இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்கள்
- இருமுனைவு - இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்களும் , ஐதரசன் பிணைப்பும்
- அயன் - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்கள்
- இருமுனைவு - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்கள்.
- கலவை இடைக் கவர்ச்சி (இலண்டன் விசைகள்)

வண்டர் வாலிசுவின் கவர்ச்சி விசைகள் மூலக்கூற்றுத் துணிக்கைகள் அல்லது ஒரே மூலக்கூற்றுத் துணிக்கைகளைக் கொண்ட கூட்டங்களுக்கிடையிலான கவர்ச்சி அல்லது தள்ளுகை விசைகளாகும். இது இருமுனைவு-இருமுனைவு இடைத்தாக்கம் இருமுனைவு-தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கம், லண்டன் (தற்காலிக தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு-தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு) இடைத்தாக்க விசைகளை உள்ளடக்கும்.

அயன் இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்கள்

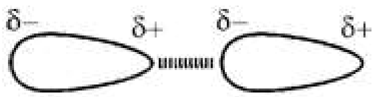
NaCl போன்ற அயன் சேர்வைகள் நீரில் Na^+ அயன்களுக்கும் Cl^- அயன்களுக்கும் நீர் மூலக்கூறுகளுக்கும் இடையில் ஏற்படும் துணை இடைத்தாக்கத்தினால் கரைகின்றது. ஒரு அயன் சேர்வையில் உள்ள கற்றயன் (உதாரணம்: NaCl இல் Na^+) நீரின் பகுதி எதிர் முனைவாக்கமுடைய அணுவுடன் (நீரில் உள்ள O) இடைத்தாக்கமடைகின்றது. அத்துடன் மறுதலையாக அன்னயனும் அயன் இருமுனைவுத்தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும். ஆகவே NaCl நீர்க்கரைசலில் உள்ள கற்றயன் Na^+ உம் (Cl^-) அனயனும் நீர் மூலக்கூறுகளால் சூழப்படுவதால் ஏற்படும் அயன் - இருமுனைவு இடைத்தாக்கத்தினால் கரைக்கப்படுகின்றது.



உரு 2.39 அயன் இருமுனைவு இடைத்தாக்கம் நீருக்கும் NaCl இன் அயன்களுக்கும்

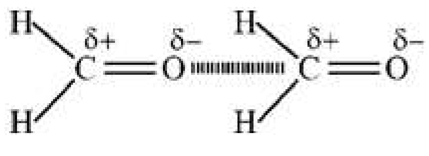
இருமுனைவு - இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்கள்

நிலையான இருமுனைவுடைய மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான இடைத்தாக்கங்கள் இருமுனைவு-இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்கள் என அழைக்கப்படும். இது தெளிவாகப் பின்வரும் உருவில் எடுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வகைக் கவர்ச்சி விசையின் பருமன் 0.5 - 15kJ/mol மேலும் இவ்விசையின் பருமன் ஐதரசன் பிணைப்பின் வன்மையை விடத் தாழ்வானது.



உரு 2.40 இருமுனைவு - இருமுனைவு இடைத்தாக்கம்

δ^+ ஏற்றமுள்ள முனைவிற்கும் δ^- ஏற்றமுள்ள முனைவிற்குமிடையேயுள்ள கவர்ச்சி விசை குறிப்பாக இருமுனைவு - இருமுனைவு இடைத்தாக்கம் எனப்படும். இரு மெதனல் (போமல்டிகைட்டு) மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான இடைத்தாக்கம் இருமுனைவு - இருமுனைவு இடைத்தாக்கமாகக் கருதலாம்.

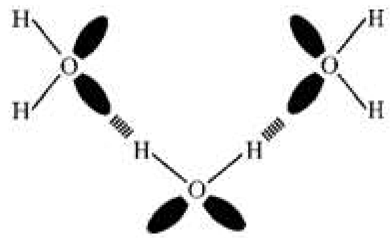


உரு 2.41 மெதனலில் இருமுனைவு - இருமுனைவு இடைத்தாக்கம்

ஐதரசன் பிணைப்புக்கள்

இது ஒரு வகையான இருமுனைவு - இருமுனைவுக் கவர்ச்சி இடைத்தாக்கம், அத்துடன் மற்ற வகையான இருமுனைவு இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்களிலும் வன்மையானது. பொதுவாக ஐதரசன் பிணைப்பின் பருமன் 4 - 40 kJ/mol வீச்சில் காணப்படும்.

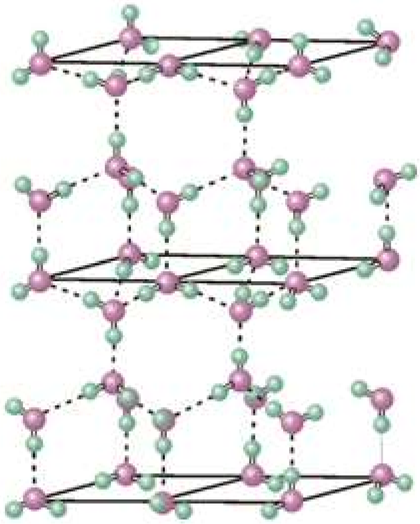
ஐதரசன் அணு ஒன்று N, O அல்லது F அணுவுடன் பிணைப்பில் ஈடுபட்டிருக்கும் பொழுது ஐதரசன் அணுவின் பகுதி ஏற்றம் (δ^+) வேறொரு மூலகத்துடன் பிணைப்பில் ஈடுபட்டிருக்கும் பொழுது பெறும் பகுதி ஏற்றத்துடன் ஒப்பிடும் பொழுது மிகவும் உயர்வானதாகவிருக்கும். இங்கு H உயர் பகுதியேற்றத்ததை அடைவதற்கான காரணம் ஐதரசனுக்கும் மின்னெதிர்த்தன்மை கூடிய (N, O, F) ஆகிய அணுக்களுக்கிடையிலான மின்னெதிர்த்தன்மை வேறுபாடு உயர்வாக இருத்தல் அத்துடன் ஐதரசன் அணு மிகச் சிறிய அணுவாக இருப்பதால் வன்மையான நிலைமின்புலம் உருவாக்கப்படும். (δ^+) பகுதி நேர்ஏற்றத்தையுடைய ஐதரசன் அணுவிற்கும் பகுதி (δ^-) ஏற்றத்தையுடைய மின்னெதிர்த்தன்மை உயர்வான (N, O, F) அணுக்களின் தனிச்சோடி இலத்திரன்களுக்குமிடையிலான இடைத்தாக்கம் ஐதரசன் பிணைப்பு எனப்படும். (δ^-) பகுதி ஏற்றமுடைய மின்னெதிரான அணு ஐதரசன் அணுவுடன் பிணைப்பில் ஈடுபட்டிருக்கவேண்டும் என்பது கட்டாயமானதன்று எந்த ஒரு மூலகத்துடனும் பிணைப்பில் ஈடுபட்டிருக்கலாம்.



உரு 2.42 நீரில் ஐதரசன் பிணைப்புக்கள்

மேலே உள்ள உருவில் ஓர் நீர் மூலக்கூறு நான்கு வேறு நீர் மூலக்கூறுகளுடன் ஐதரசன் பிணைப்பில் ஈடுபட்டுள்ளது. ஒரேவகையான மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான ஐதரசன் பிணைப்புக்கு உதாரணம் H_2O, NH_3 , HF.

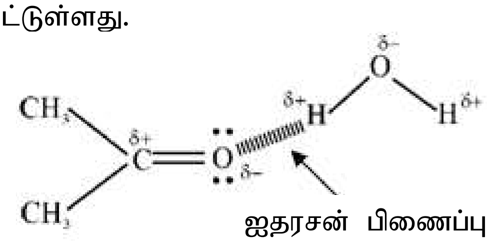
முனைவுத்தன்மையுடைய மாதிரியுரு மூலக்கூற்றுப் பதார்த்தங்களின் இயல்புகளுடனும் நடத்தையுடனும் பொருந்துகிறது. உதாரணம் நீர். பனிக்கட்டி நீரிலும் 9% அடர்த்தி குறைந்ததாக இருப்பதால் நீரில் மிதக்கிறது. நீரைக் குளிரூட்டுவதன் மூலம் வெப்பசக்தியை அகற்றும் பொழுது மூலக்கூறுகளின் இயக்கசக்தி குறைவடைவதன் காரணமாக நீர் 0^0C யில் உறைகின்றது. நீர் மூலக்கூறுகளின் இயக்கசக்தி குறைவடைதல் ஒவ்வொரு நீர் மூலக்கூறினையும் சூழ்ந்து ஐதரசன் பிணைப்பு உண்டாவதற்கான மீள்தகவினை அதிகரிக்கின்றது. 0^0C க்கு குளிரூட்டி வெப்பசக்தியை அகற்றும்போது நீர் மூலக்கூறுகள் நெருக்கமாக வருவதால் ஐதரசன் பிணைப்பு வன்மையடைகிறது. ஓர் நீர் மூலக்கூறைச் சூழ உள்ள ஐதரசன் பிணைப்புகள் அதிகரிக்கின்றது.



உரு 2.43 பனிக்கட்டியில் நீர்மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்காக்கம்

ஒவ்வொரு நீர் மூலக்கூறும் இரு ஐதரசன் அணுக்களை உபயோகித்து இரு ஐதரசன் பிணைப்பை உருவாக்குவதுடன் ஒட்சிசன் அணுவில் உள்ள இரு தனிச்சோடி இலத்திரன்களால் அருகேயுள்ள இரு நீர் மூலக்கூறுகளின் இரு ஐதரசன் அணுக்களைக் கவர்ந்து மேலும் இரு ஐதரசன் பிணைப்பை உருவாக்கும். ஒவ்வொரு நீர் மூலக்கூறையும் சூழ உள்ள நான்கு ஐதரசன் பிணைப்பும் நான்முகி வடிவில் நெருக்கமடையச் செய்கிறது. ஓர் ஒழுங்கு முறையில் நீர் மூலக்கூறுகள் பனிக்கட்டிகள் ஒழுங்குபடுத்தப்படும் போது திரவ நீரில் உள்ள சுயாதீன வெளியிலும் கூடிய அளவு சுயாதீன வெளியை (free space) அடைப்பதால் பனிக்கட்டி 9% வெளியை எடுக்கின்றது. பல எண்ணிக்கையான பளிங்குரு அமைப்புகள் பனிக்கட்டிக்கு இருப்பதுடன் பளிங்குரு கட்டமைப்பின் தன்மை அதன் சூழ்நிலையில் தங்கியுள்ளது.

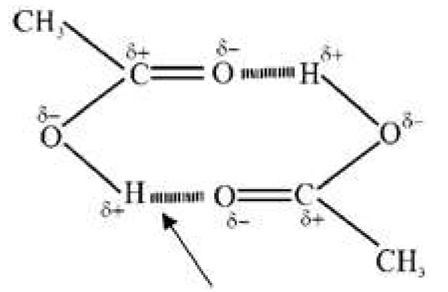
எவ்வாறாயினும் வேறுபட்ட மூலக்கூறுகளுக்கடையிலான இடைத்தாக்கத்தின் போதும் ஐதரசன் பிணைப்பு உருவாகலாம். அசற்றோன், நீர் கலவையில் ஐதரசன் பிணைப்புக் காணப்படும். இது கீழே குறித்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 2.44 அசற்றோன் / நீர் கலவையில் ஐதரசன் பிணைப்பு

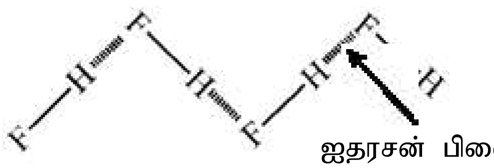
கீழே குறித்துக் காட்டியது போன்று காபொட்சிலிக்கமிலத்தில் காபொட்சிலிக் கூட்டத்தின் ஐதரசன் அணுவிற்கும் வேறொரு காபொட்சிலிக் அமிலத்தில் உள்ள காபைனைல் கூட்டத்தில் (C=O) உள்ள ஒட்சிசன் அணுவிற்குமிடையே ஐதரசன் பிணைப்பு உருவாதல் சாத்தியம். (δ^-) ஏற்றத்தையுடைய உயர்மின்னெதிர்த்தன்மையுடைய மூலக அணு H அணுவுடன் பிணைப்பில்

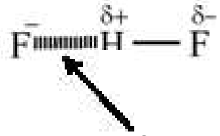
ஈடுபட்டிருத்தல் அவசியமன்று. ஆனால் (δ^-) பகுதி எதிர் ஏற்றம் ஒட்சிசன் அணு காபன் அணுவுடன் பிணைப்பில் ஈடுபட்டிருக்கும்பொழுதும் பெறப்படும். உதாரணம்: அதாவது அசற்றிக்கமிலம் போன்றவற்றில் பெறப்படும்.



உரு 2.45 அசற்றிக்கமிலத்தில் ஐதரசன் பிணைப்புக்கள்

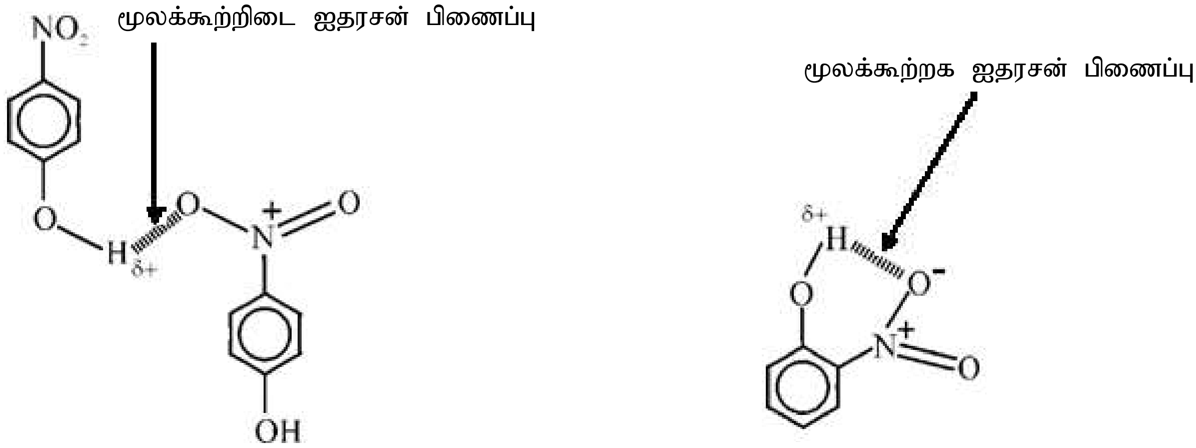
தூய HF இலும் ஐதரசன் பிணைப்பு காணப்படும். HF இல் பகுதி எதிர் ஏற்றத்தையுடைய அயன் $F^{\delta-}$ க்கும் பகுதி நேர் ஏற்றமுடைய ஐதரசன் புளோரைட்டு மூலக்கூறின் நேர் ஏற்றத்திற்கு மிடையில் $H^{\delta+}$ ற்குமிடையில் ஐதரசன் பிணைப்பு உருவாகும். ஐதரசன் பிணைப்பு தூய HF இல் மூன்று பௌதிக நிலைகளிலும் பெறப்படும். கீழே உள்ள உரு தூய HF இல் மூலக்கூற்று ஒழுங்கமைப்பைக் காட்டுகின்றது.





உரு 2.46 (a) HF இல் ஐதரசன் பிணைப்புக்கள் (b) NaF, HF கலவையில் ஐதரசன் பிணைப்பு

இரு மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் ஐதரசன் பிணைப்பு உருவாகும்பொழுது அது மூலக்கூற்றிடை ஐதரசன் பிணைப்பு எனப்படும். ஒரு மூலக்கூறில் உள்ள ஐதரசனுக்கும் அதே மூலக்கூறில் உள்ள மின் எதிரான அணுவிற்குமிடையில் ஐதரசன் பிணைப்பு உருவாகும்பொழுது அது மூலக்கூற்றாக ஐதரசன் பிணைப்பு எனப்படும். ஓதோ-நைத்திரோ பீனோதலிலும் பரா நைத்திரோ பீனோலிலும் காணப்படும் ஐதரசன் பிணைப்பு கீழே குறித்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது மூலக்கூற்றிடை ஐதரசன் பிணைப்பிற்கும் மூலக்கூற்றக ஐதரசன் பிணைப்பிற்கும் இடையிலான வேறுபாட்டை எடுத்துக் காட்டுகின்றது.

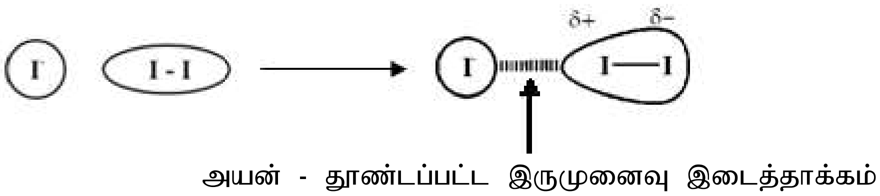


உரு 2.47 O நைத்திரோ பீனோலிலும் P - நைத்திரோ பீனோலிலும் H - பிணைப்புக்கள்

சிலவற்றில் மின் எதிரான மூலகமாகக் காணப்படும் பொழுது ஐதரசன் பிணைப்பின் வன்மை தாழ்வாக உள்ளது. ஆகவே வேறொரு விதியில் Cl உம் உள்வாங்கப்பட்டுள்ளது. அது FONCl விதி எனப்படும். பொதுவாக வன்மையான ஐதரசன் பிணைப்பு முனைவாக்கப்பட்ட ஐதரசன் அணு δ^+ க்கும் முனைவாக்கப்பட்ட F, O அல்லது N அணுவிற்குமிடையில் அவதானிக்கப் பட்டது.

அயன் - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கங்கள்

(I_2) அயடீன் முனைவற்ற மூலக்கூறு நீரில் கரையமாட்டாது. எவ்வாறாயினும் I_2, KI கரைசலில் கரைகின்றது. இவ்அவதானத்தை அயன் - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கத்தினால் மாத்திரம் விளக்கமுடியும். இம்மாதிரியில் அயடைட்டு அயனுக்கும் (I^-) அயடீன் மூலக்கூறுடன் இடைத்தாக்கமுற்று I_2 மூலக்கூறில் இருமுனைவைத் தூண்டுகின்றது. தூண்டப்பட்ட இரு முனைவுக்கும் இடைத்தாக்கம் உருவாகின்றது. இவ்விடைத்தாக்கம் I^- அயன் I_2 மூலக்கூறுடன் இணைந்து I_3^- அயன் உருவாவதற்கு உதவுகின்றது.



உரு 2.48 அயன் - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கம்

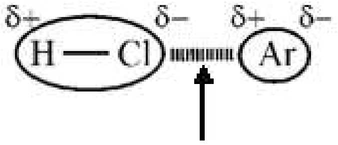
ஆகவே அயன் தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கத்தினால் அயடீன் KI நீர்க்கரைசலினால் கரைக்கப்படுகின்றது

இருமுனைவு - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கம்

இது முனைவுள்ள மூலக்கூறு ஒன்று ஓர் அணுவை அல்லது முனைவற்ற மூலக்கூறினை தூண்டுவதனால் உருவாகும் முனைவிற்குமிடையிலான நலிந்த கவர்ச்சி விசையாகும். இரு முனைவையுடைய மூலக்கூறின் நிலைமின் இயக்கவிசையின் பயனாக அணு அல்லது

முனைவற்ற மூலக்கூறின் வெளி இலத்திரன் முகில் மீள் ஒழுங்காக்கத்திற்கு உட்படுகின்றது. இதன் விளைவாக நிரந்தர இருமுனைவுள்ள மூலக்கூறிற்கும் , தூண்டப்பட்ட இருமுனைவுடைய அணு அல்லது மூலக்கூறுக்குமிடையே நிலைமின் கவர்ச்சி உண்டாகின்றது. இவ்விடைத்தாக்க விசை $1/r^6$ க்கு விகித சமமாகும். இங்கு r இருமூலக்கூறுகளுக்குமிடையிலான தூரத்தை (அல்லது ஏற்ற மையத்தைக்) குறிக்கும். இருமுனைவுத் திருப்புத் திறனின் பெறுமானம் முனைவற்ற மூலக்கூறின் அல்லது அணுவின் முனைவாகும் தன்மையிலும் முனைவு மூலக்கூறின் இருமுனைவுத் திருப்புத் திறனின் பருமனிலும் தங்கியுள்ளது. HCl மூலக்கூறிற்கும் Ar அணுவிற்குமிடையிலான கவர்ச்சி விசை இதற்கு உதாரணமாக அமையும்.

உதாரணம்:



இருமுனைவு - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கம்

உரு 2.49 இருமுனைவு - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கம்

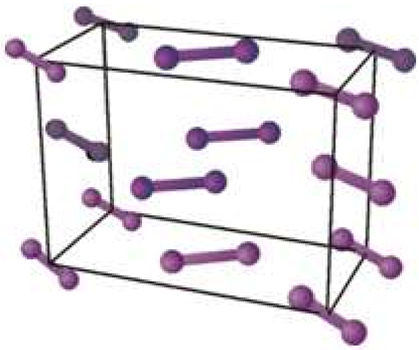
லண்டன் இடைத்தாக்கங்கள் அல்லது கலைவு இடைவிசைகள்
(தற்காலிக (கணநிலை) இருமுனைவு - தூண்டப்பட்ட இருமுனைவு இடைத்தாக்கம்)

முனைவற்ற மூலக்கூறுகள், மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான நலிந்த இடைத்தாக்கத்தினால் ஒன்றாக இணைந்துள்ளன. இவ்இடைத்தாக்கம் வாயுக்களிலும், திண்ம நிலையில் உள்ள சடத்துவ மூலகங்களிலும் காணப்படுகின்றது. இவ்வகையான நலிந்த இடைத்தாக்கங்கள் லண்டன் விசைகள் என அழைக்கப்படும். மூலக்கூறு முனைவற்றதாக இருப்பினும் தொடர்ச்சியான இலத்திரன்களின் அசைவினால் ஒரே நேரத்தில் உயர் இலத்திரன் அடர்த்தியுள்ளதும் தாழ் இலத்திரன் அடர்த்தியுள்ள பிரதேசங்களும் உருவாக்கப்படுகின்றன. எவ்வாறாயினும் இரு முனைவுகளின் பிரதேசமும் (location) அடுத்த கணமே மாற்றமடையும். தற்காலிகமாக கண நிலையில் உருவாகும் முனைவாக்கப்பட்ட மூலக்கூறின் ஒரு முனைவிற்கும், தூண்டப்பட்ட இருமுனைவுடைய ஒவ்வாத ஏற்றம் உடைய இன்னுமோர் மூலக்கூறின் இருமுனைவிற்குமிடையிலான கவர்ச்சி லண்டன் விசை என அழைக்கப்படும். $(\delta^- - \delta^+)$ லண்டன் இடைத்தாக்கம். இது கலைவு இடைவிசைகள் எனவும் அழைக்கப்படும். அத்துடன் முனைவற்ற மூலக்கூறுகள் ஒன்றினால் ஒன்று (பரஸ்பர) முனைவாக்கமடைவதால் உருவாகும் மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான கவர்ச்சி விசையாகும்.

லண்டன் விசைகள் முனைவற்ற, முனைவுள்ள எல்லா அணுக்கள், மூலக்கூறுகளுக்குமிடையில் காணப்படும். பெருமளவு மூலக்கூற்றுத் திணிவு வேறுபாட்டையுடைய பதார்த்தங்களை ஒப்பிடும்பொழுது அவற்றின் பௌதிக இயல்புகளைத் தீர்மானிப்பதில் கலைவு விசைகளே முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன.

திண்ம நிலையில் அயடீன் மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான பிணைப்பு

அயடீன் முனைவற்ற மூலக்கூறு, திண்ம நிலையில் மூலக்கூற்றுப் பளிங்காகக் கருதப்படுகின்றது. அயடீன் மூலக்கூறுகள் கனமானவையும் பெரும் பருமனையும் கொண்டவை. திண்ம நிலையில் உள்ள அயடீன் மூலக்கூறுகள் அறைவெப்பநிலையில் பெற்றிருக்கும் சக்தி அவை இடம்பெயரப் போதுமானதன்று. திண்மநிலையில் அவை ஒழுங்கான முறையில் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டு லண்டன் விசைகளால் கவரப்பட்டு இணைக்கப்படுகின்றன. I_2 மூலக்கூறுகளின் பெரிய மேற்பரப்பு, அயலில் உள்ள மூலக்கூறுகளுடன் பிணைந்து மூலக்கூற்றுச் சாலகத்தை உருவாக்குவதற்குத் தேவையான லண்டன் விசையைக் கொடுக்கின்றது. I_2 மூலக்கூறுகள் முனைவற்றவையாக இருப்பதால் அவற்றின் கரைதிறன் முனைவு கரைப்பான்களிலும் பார்க்க முனைவற்ற கரைப்பானில் அதிகம்.



உரு 2.50 அயடீனின் மூலக்கூற்றுச் சாலகம்

பின்வரும் அட்டவணை சில மாதிரி எளிய மூலக்கூறுகளின் கொதிநிலை வேறுபாடுகளைக் காட்டுகிறது. இக்கொதிநிலை வேறுபாட்டினை இருமுனைவு - இருமுனைவு மூலக்கூற்றிடைக் கவர்ச்சி விசையினை உபயோகித்து விளக்கலாம்.

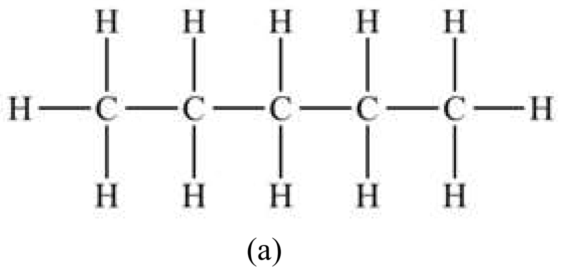
அட்டவணை 2.7 எளிய மூலக்கூறுகள் சிலவற்றின் கொதிநிலை மாற்றம் அவற்றின் இருமுனைவு திருப்புத்திறனுடன்.

மூலக்கூறு	மூலக்கூற்று திணிவு (g mol^{-1})	இருமுனைவுத் திறன்	கொதிநிலை (^{0}C)	மூலக்கூற்றிடைத் தாக்க விசை வகை
O_2	32	0	-183	லண்டன்
NO	30	0.153	-152	இருமுனைவு - இருமுனைவு
Kr	83.8	0	-152	லண்டன்
HBr	81	0.82	-62	இருமுனைவு - இருமுனைவு
Br_2	160	0	59	லண்டன்
ICl	162.5	1.6	97	இருமுனைவு - இருமுனைவு

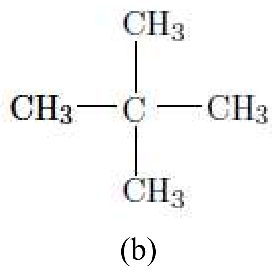
NO வினதும் O_2 இனதும் மூலக்கூற்றுத் திணிவுகள் ஒப்பிடப்படக்கூடியன. ஆயினும் NO இன் மொத்த திணிவு O வை விட உயர்வானது. எனவே NO மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான இடைத்தாக்கு விசையின் வன்மை O_2 மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான இடைத்தாக்க விசையின் வன்மையிலும் உயர்வானது. இவ்அவதானத்தை முனைவுத்தன்மை இருதிருப்புத்திறன் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் விளக்கலாம். மின் எதிர்த்தன்மை வேறுபாடு கொண்ட அணுக்களை யுடைய மூலக்கூறு NO ஆகும். NO இன் பிணைப்பு முனைவுடையதாக இருப்பதால் 0.1553 D இருமுனைவுத் திருப்புத்திறனைக் கொண்டுள்ளது. ஆனால் O_2 முனைவற்ற மூலக்கூறு அதன் இருமுனைவுத் திருப்புத்திறன் பூச்சியம். NO வில் காணப்படும் மூலக்கூற்றிடைக் கவர்ச்சி விசையாகிய இருமுனைவு-இருமுனைவு கவர்ச்சி, O_2 மூலக்கூறுகளுக்கிடையே காணப்படும் லண்டன் விசையிலும் வலிமையானது. இதன் விளைவாக NO இன் கொதிநிலை O_2 வை விட உயர்வு. திரவ நிலையில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான இடைத்தாக்கவிசை உண்டாவதற்குத் தேவையான வெப்பம் O_2 வை விட NO விற்கு உயர்வாக உள்ளது.

Br_2 மூலக்கூறும் (ICl) அயடீன்ஓர்குளோரைட்டும் சம இலத்திரனுக்குரியன. புரோமின் மூலக்கூறு முனைவற்றது. 59 ^{0}C இல் கொதிக்கின்றது. ICl முனைவுள்ள மூலக்கூறு. 97 ^{0}C யில் கொதிக்கின்றது. 40 ^{0}C உயர்வானது. கொதிநிலை ICl மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான கவர்ச்சி விசை Br_2 மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலான கவர்ச்சி விசையைவிட உயர்வானது என எடுத்துக் காட்டுகின்றது. வன்மையான இருமுனைவு - இருமுனைவுக் கவர்ச்சிவிசை கொண்ட எப்பதார்த்தமும் உருகுவதற்கும் கொதிப்பதற்கும் உயர் சக்தியை உறிஞ்சவேண்டும்.

லண்டன் விசைகளின் வன்மை மூலக்கூறுகளின் வடிவத்திலும் தங்கியுள்ளது. அடர்வான சமச்சீரான மூலக்கூறுகளிலிலும் பார்க்க நீளமான (தட்டையான) மூலக்கூறுகளிலுள்ள இலத்திரன்கள் இலகுவாக முனைவுறும் அல்லது இடம்பெயரும் (கலைவடையும்). உதாரணமாக *n*-பென்தேன் 36 ^{0}C (309 K) இல் கொதிக்கின்றது ஆனால் நியோ பென்தேன் 9 ^{0}C (282 K) இல் கொதிக்கின்றது. எனவே *n*-பென்தேனிலுள்ள லண்டன் விசை நியோ-பெந்தேனில் உள்ளதிலும் உயர்வானது. ஏனெனில் நியோ-பெந்தேன் வடிவத்தில் C - C பிணைப்பிலுள்ள வலுவளவு இலத்திரன்கள் சூழலிலிருந்து திரையிடப்பட்டுள்ளது. ஆனால் *n*-பெந்தேனின் வடிவத்தில் C - C பிணைப்பிலுள்ள வலுவளவு இலத்திரன்கள் (more exposed) அத்துடன் மேற்பரப்பிற்கு அண்மையிலுள்ளன. எனவே C - C பிணைப்பு இலத்திரன்களை (involves) லண்டன் விசைகள் நியோ-பெந்தேனின் (*neo*-pentane) கூடிய தூரத்தினூடாக தொழிற்பட வேண்டியுள்ளது. இதன் விளைவாக மொத்தக் கவர்ச்சி விசை நலிந்ததாக உள்ளது. லண்டன் விசை எல்லா வகையான மூலக்கூறுகளிற்கிடை யிலும் பாகுபாடின்றி அதாவது நடுநிலையான அல்லது ஏற்றமுடைய அல்லது முனைவுள்ள, முனைவற்ற மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் காணப்படுகின்றது.



(a)



(b)

உரு 2.51 (a) *n*-பென்தேன் (b) *neo*-பென்தேன்

3. இரசாயனக் கணிப்புகள்

உள்ளடக்கம்

3.1 ஒட்சியேற்ற எண்

3.1.1 மூலக்கூறு ஒன்றில் அல்லது பல்லணு அயன் ஒன்றில் அல்லது சேர்வை ஒன்றில் உள்ள அணுவொன்றின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் துணிவதற்கு பிரயோகிக்கக் கூடிய அடிப்படை வசதிகள்.

3.1.2 ஒரு தாழ்த்தேற்றுத் தாக்கத்தில் இலத்திரன் இடமாற்றப் பாதையைக் காண்பதற்கு, அணுக்களின் ஒட்சியேற்ற நிலைகளைப் பயன்படுத்தல்.

3.2 அசேதனச் சேர்வைகளின் பெயர்கள்

3.2.1 ஓரணு அயன்களால் உருவாக்கப்பட்ட அயன் சேர்வைகளின் பெயரீடு.

3.2.2 வெவ்வேறு ஏற்றங்களுடைய இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கற்றயன்களை உருவாக்கும் மூலகத்தை உடைய அயன் சேர்வைகளின் பெயர்கள்.

3.2.3 எளிய பங்கீட்டுச் சேர்வைகளின் பெயர்கள்

3.2.4 பல்லணு அயன்கள்

3.2.5 அசேதன அமிலங்கள்

3.3 அணுத்திணிவு, மூல் மற்றும் அவகாதரோ மாறிலி

3.3.1 அணுத்திணிவலகு, மூல் மற்றும் அவகாதரோவின் மாறிலி என்பனவற்றுக்கு இடையிலான இணைப்பு.

3.3.2 மூலகத்தின் சராசரி அணுத்திணிவைக் கணித்தல்.

3.3.3 மூல்

3.3.4 மூலர் திணிவு

3.4 இரசாயனச் சூத்திரங்களின் வகைகள்

3.4.1 இரசாயனச் சூத்திரத்திலிருந்து திணிவுச் சதவீதம்.

3.4.2 சேர்வைகளின் சூத்திரத்தைத் துணிதல். (மூலக்கூற்று / அனுபவ)

3.4.3 அனுபவச் சூத்திரத்திணிவு மற்றும் மூலக்கூற்றுத்திணிவு என்பனவற்றைப் பயன்படுத்தி மூலக்கூற்றுச் சூத்திரத்தைத் துணிதல்.

3.5 கலவையில் கூறு ஒன்றின் அமைப்பு

3.5.1 பின்னத்தில் தரப்படும் அமைப்பு

3.5.2 ஒரு கரைசலில் சதவீத அமைப்பு (ஏகவினக் கலவை)

3.5.3 மூலற்றிறன்

3.5.4 மூலர்த்திறன்

3.6 இரசாயனத் தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தல்.

3.6.1 செவ்வை பார்த்தல் சரிபார்த்தல் முறையில் இரசாயனத் தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தல்.

3.6.2 ஒரு தாழ்த்தேற்று முறையின் தாக்கச் சமன்பாடுகளைச் சமப்படுத்துதல் / ஈடுசெய்தல்.

3.6.3 எளிய கருத்தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தல்.

3.7 கரைசல்களைத் தயாரித்தல்

3.8 இரசாயனத் தாக்கங்களை அடிப்படையாக உடைய கணித்தல்கள்

அறிமுகம்

இரசாயனவியலில் அடிப்படை கணிதவியல் கணிப்புகளைப் பயன்படுத்தல் மற்றும் இரசாயனவியல் சார்ந்த தத்துவங்களைப் மதித்து விளங்கிக் கொள்வதற்குத் தேவையான அறிவைத் திருத்தமாகப் பெற இந்த அலகு உதவும்.

3.1 ஒட்சியேற்ற எண்

ஒட்சியேற்ற எண்ணைப் பயன்படுத்தி சேர்வை அல்லது மூலக்கூறு ஒன்றில் உள்ள அணுக்கள் அல்லது அயன்களில் இடம் மாறப்பட்டுள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கையைக் கணிக்கலாம். ஒட்சியேற்ற எண் ஆனது ஒரு இரசாயனச் சேர்வையில் உள்ள அணுவொன்றில் இருந்து இழக்கப்பட்ட அல்லது ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கையை விளங்கிக் கொள்ள உதவும் ஒட்சியேற்ற எண் சேர்வை அல்லது மூலக்கூறு ஒன்றில் உள்ள அணுவொன்றின் மின்னேற்றத்தைக் குறிக்கும். இங்கு எல்லாப் பிணைப்புகளும் அயன் பிணைப்புகளாகக் கருதப்படும். இதன்படி பங்கீட்டு சேர்வை இல்லை. பங்கீட்டுச் சேர்வை அல்லது மூலக்கூறு ஒன்றில் காணப்படும் அணுவின் ஒட்சியேற்ற எண்ணானது குறித்த அணுவொன்றின் மற்றைய அணுக்களில் பங்கிடப்படும் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கையைக் கருதி கண்டு கொள்ளப்படும்.

(a) ஒத்த அணுக்களால் உருவாக்கப்பட்ட பங்கீட்டுப் பிணைப்புகளுக்கு - இரண்டு பிணைப்பு அணுக்கள் இடையே மினனெதிர் இயல்பு வித்தியாசம் இல்லை. இரண்டு அணுக்கள் இடையே இலத்திரன்கள் சமச்சீராக பிளக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறான அணுக்களின் ஒட்சியேற்ற எண் பூச்சியமாகும்.

(b) ஒவ்வாத அணுக்களால் உருவாக்கப்பட்ட பங்கீட்டுப் பிணைப்புகளுக்கு - இரண்டு வேறுபட்ட அணுக்களால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளபோது பிணைப்பு இலத்திரன் பங்கீடு சமச்சீராகக அவ்வணுக்கள் இடையே காணப்படாது. இவ்வாறான பிணைப்புகளில் பிணைப்பு இலத்திரன்கள் மின்னெதிர் இயல்பு கூடிய அணுவை நோக்கி கூடுதலாக ஒழுங்கமைந்து காணப்படும். இதன்படி நேர், மறை ஒட்சியேற்ற எண்களால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டு ஒட்சியேற்ற எண்கள் விளங்கப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 3.1 இல் அணுக்களின் / அயன்களின் வித்தியாசமான ஒட்சியேற்ற எண்களுக்கான உதாரணம் தரப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 3.1 அணுக்கள் / அயன்களால் வெளிக்காட்டப்படும் வேறுபடும் ஒட்சியேற்ற எண்களுக்கான உதாரணங்கள்:

வகை	ஒட்சியேற்ற எண்	உதாரணம்
மூலக நிலையிலுள்ள அணுக்கள்	பூச்சியம்	Na(s), He(g), Hg(l), N_2(g)
ஓரணு அயன்கள்	ஏற்றத்திற்குச் சமனானவை.	Na^+, O^{2-}, Ca^{2+}
புளோரின்	-1	NaF, OF_2
ஒட்சிசன்	-2	H_2O, P_2O_5
	+2	OF_2 மட்டும்
	-1	O_2^{2-} / பரஒட்சைட்டுக்கள் (peroxides)
	-1 மற்றும் பூச்சியம்	O_2^- / மேலொட்சைட்டுக்கள் (superoxides)
ஐதரசன்	+1	H_2O, CH_4
	-1	உலோக ஐதரைட்டுக்கள் மட்டும் (NaH)

3.1.1 மூலக்கூறு ஒன்றில் அல்லது பல்லணு அயன் ஒன்றில் அல்லது சேர்வை ஒன்றில் உள்ள அணுவொன்றின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் துணிவதற்கு பிரயோகிக்கக்கூடிய அடிப்படை வசதிகள்

எளிய மூலக்கூறுகள், மூலக்கூற்று அயன்கள் மற்றும் சேர்வைகளில் காணப்படும் அணுக்கள் அல்லது அயன்களின் ஒட்சியேற்ற எண்களைத் துணிய கீழே தரப்பட்ட இரண்டு அடிப்படை விதிகள் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளன.

(a) சேர்வை ஒன்றில் காணப்படும் எல்லா அணுக்களினதும் ஒட்சியேற்ற எண்களின் கூட்டுத் தொகை பூச்சியமாகும்.

(b) அயன் ஒன்றில் உள்ள எல்லா அணுக்களினதும் ஒட்சியேற்ற எண்களின் கூட்டுத்தொகை அவ்வயனின் ஏற்றத்திற்குச் சமனாகும்.

மேற்படி இரண்டு விதிகளுக்கும் பொருத்தமான உதாரணங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

மூலக்கூறு ஒன்றில் உள்ள அணுவொன்றின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் துணிதல்.

உதாரணம் 1: பொஸ்பீன் (Phosphine) (PH_3)

PH_3 இல் உள்ள P இன் ஒட்சியேற்ற எண்.

PH_3 இன் மொத்த ஏற்றம் பூச்சியம்.

3[H இன் ஒட்சியேற்ற எண்] + [P இன் ஒட்சியேற்ற எண்] = 0

3[+1] + [P இன் ஒட்சியேற்ற எண்] = 0

P இன் ஒட்சியேற்ற எண் = **-3**

உதாரணம் 2: பொஸ்போரிக்கமிலம் (Phosphoric) (H_3PO_4)

H_3PO_4 இல் உள்ள Pஇன் ஒட்சியேற்ற எண்.

H_3PO_4 இன் மொத்த ஏற்றம் பூச்சியமாகும்.

3[Hஇன் ஒட்சியேற்ற எண்] + [Pஇன் ஒட்சியேற்ற எண்] + 4 [ஒட்சிசனின் ஒட்சியேற்ற எண்] = 0

3[+1] + [P இன் ஒட்சியேற்ற எண்] + 4[-2] = 0

P இன் ஒட்சியேற்ற எண் = **+5**

பல்லணு அயனில் உள்ள அணுவொன்றின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் துணிதல்.

உதாரணம் 1: சல்பேற்று அயன் (Sulphate) (SO_4^{2-})

SO_4^{2-} இல் உள்ள S இன் ஒட்சியேற்ற எண்.

SO_4^{2-} இன் மொத்த ஏற்றம் -2 ஆகும்.

4[O இன் ஒட்சியேற்ற எண்] + [S இன் ஒட்சியேற்ற எண்] = -2

4[-2] + [S இன் ஒட்சியேற்ற எண்] = -2

S இன் ஒட்சியேற்ற எண் = **+6**

சேர்வை ஒன்றில் உள்ள ஒரு அணுவின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் துணிதல்.

உதாரணம் 1: கல்சியம் ஒட்சைட்டு (Calcium oxide) (CaO)

CaO இல் உள்ள Ca இன் ஒட்சியேற்ற எண்.

CaO இன் மொத்த / தேறிய ஏற்றம் பூச்சியமாகும்.

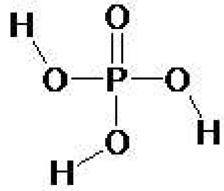
[Ca இன் ஒட்சியேற்ற எண்] + [O இன் ஒட்சியேற்ற எண்] = 0

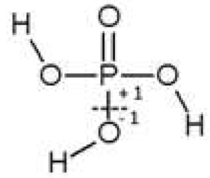
[Ca இன் ஒட்சியேற்ற எண்] + [-2] = 0

Ca இன் ஒட்சியேற்ற எண் = **+2**

ஒரு மூலக்கூறின் கட்டமைப்புச் சூத்திரமானது மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்புச் சூத்திரமானது மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பை வரிவடிவமாகப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்துவதுடன் மற்றும் அணுக்கள் எவ்வாறு ஒழுங்கமைந்துள்ளன என்பதனையும் சுட்டிக் காட்டும். இக்கட்டமைப்புகள் மூலக்கூறில் உள்ள ஒவ்வொரு அணுக்களினதும் ஒட்சியேற்ற எண்களை அமைப்பு அணுக்களின் மின்னெதிர் இயல்பு வித்தியாசத்தைப் பயன்படுத்தி கணித்துக் கொள்ள உதவும். இந்த அணுகுமுறை பிரதானமாகப் பங்கீட்டுப் பிணைப்பில் உள்ள மூலக அணுக்களின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் தீர்மானிக்கப் பயன்படுத்தப்படும். இந்த முறையில் ஒவ்வொரு பிணைப்பிலும் உள்ள சோடி இலத்திரன்களும் மின்னெதிர் இயல்பு கூடிய அணுவின் சார்பாக ஒழுங்கமைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதப்படும். கூடிய மின்னெதிர் இயல்புடைய அணு இலத்திரனைப் பெற்றுக் கொள்ளும் கரு (-1) மின்னேற்றத்தால் குறிக்கப்படும். மின்னெதிர் இயல்பு குறைந்த அளவு இலத்திரனை இழக்கும் கரு (+) ஏற்றத்தினைால் குறிக்கப்படும். இலத்திரன்களின் கணித்தலின் பின்னர் மைய அணுவின் இறுதி / தேறிய ஏற்றம் மைய அணுவின் ஒட்சியேற்ற எண் எனப்படும். இது கீழே வழங்கப்பட்ட உதாரணங்கள் மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

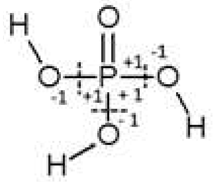
உதாரணம் 1: பொஸ்போரிக்கமிலம் (Phosphoric acid) (H_3PO_4)

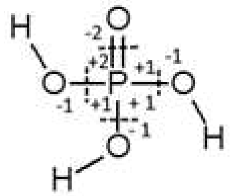




படி 1: சேர்வையின் கட்டமைப்பை வரைக.

படி 2: மின்னெதிர்த்தன்மை வித்தியாசத்தை அடிப்படையாகக்கொண்டு பிணைக்கப்பட்ட அணுக்களிற்கு +1 அல்லது -1 வழங்குக.





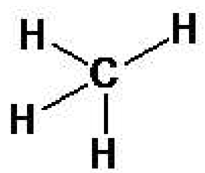
படி 3: இலக்கு வைத்த மூலகத்தைச் சூழவுள்ள எல்லாப் பிணைப்புகளுக்கும் தொடர்க.

படி 4: இலக்கு வைத்த மூலகத்தைச் சூழ வழங்கப்பட்ட ஏற்றங்கள் யாவற்றையும் கூட்டுக.
பொசுபரசு= **(+2)+(+1)+(+1)+(+1) = +5**
பொசுபரசின் ஒட்சியேற்ற எண் = **+5**

உரு 3.1: H_3PO_4 இலுள்ள P அணுவின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் துணிவதற்கான படிகள்

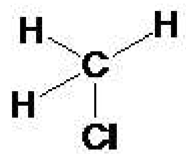
காபன் அணுவை மைய அணுவாகக் கொண்ட சேர்வைகளில் காபனின் ஒட்சியேற்ற எண்.

உதாரணம் 1: மிதேன் (CH_4)



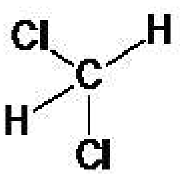
C யின் ஒட்சியேற்ற எண் = -4

உதாரணம் 2: குளோரோ மிதேன் (CH_3Cl)



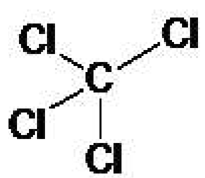
C யின் ஒட்சியேற்ற எண் = -2

உதாரணம் 3: இருகுளோரோ மிதேன் (CH_2Cl_2)



C யின் ஒட்சியேற்ற எண் = 0

உதாரணம் 4: நாற்குளோரோ மிதேன் (CCl_4)



C யின் ஒட்சியேற்ற எண் = +4

3.1.2 ஒரு தாழ்த்தேற்றுத் தாக்கத்தில் இலத்திரன் இடமாற்றப் பாதையைக் காண்பதற்கு, அணுக்களின் ஒட்சியேற்ற நிலைகளைப் பயன்படுத்தல்.

மூலகங்களும் சேர்வைகளும் ஒன்றோடொன்று தாக்கமுறும்போது புதிய சேர்வைகள் உருவாகின்றன. திண்மச் சோடியத்திற்கும் குளோரின் வாயுவிற்குமிடையிலான தாக்கத்தைக் கருதுக.

$$2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(s)$$

மூலக நிலை அயன் திண்மம்

இத்தாக்கத்தில், மூலகநிலையிலுள்ள சோடியம், குளோரின் ஆகியன முறையே நேரேற்றமுடைய சோடியம் கற்றயன், மறையேற்றமுடைய குளோரைட்டு அனயன் ஆகியனவாக மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வகையான தாக்கங்களில் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இலத்திரன்கள் ஒரு அணுவிலிருந்து மற்றைய அணுவிற்கு மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வாறான இலத்திரன் நகர்வைக் காட்டும் தாக்கங்கள் ஒட்சியேற்றல் - தாழ்த்தல் தாக்கங்கள் அல்லது தாழ்த்தேற்றுத் தாக்கங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

தாழ்த்தேற்றுத் தாக்கங்கள் யாவற்றிலும், ஒரு அணு, ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இலத்திரன்களை இழக்கும். இச்செயன்முறை ஒட்சியேற்றம் எனப்படும். அத்துடன் மற்றைய அணு ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இலத்திரன்களை ஏற்கும். இந்தப் படி தாழ்த்தல் எனப்படும்.

ஒட்சியேற்றம் இலத்திரன்களை இழத்தல் $Na(g) \longrightarrow Na^+(g) + e.$

$\qquad 0 \qquad\qquad +1$

ஒட்சியேற்றத்தில், ஒரு அணு / அயனின் ஒட்சியேற்ற எண் அதிகரிக்கும்.

தாழ்த்தல் இலத்திரன்களை ஏற்றல் $Cl_2(g) + 2e \longrightarrow 2Cl^-(g)$

$\qquad 0 \qquad\qquad -1$

தாழ்த்தலில் ஒரு அணு / அயனின் ஒட்சியேற்ற எண் குறையும்.

இவ் உதாரணத்தில் குளோரின் வாயுவை ஒட்சியேற்றும் கருவி (சோடியத்தை ஒட்சியேற்றமடையச் செய்யும்) என இனம் காணலாம் / பெயரிடலாம். சோடியத்தைத் தாழ்த்தும் கருவி (குளோரினை தாழ்த்தலடையச் செய்யும்) என இனம் காணலாம் / பெயரிடலாம்.

ஒட்சியேற்றம் $\longrightarrow$ ஒட்சியேற்ற எண் அதிகரித்தல்

தாழ்த்தல் $\longrightarrow$ ஒட்சியேற்ற எண் குறைவடைதல்

கீழே காட்டப்பட்டுள்ள உதாரணங்களின் மூலம் தாழ்த்தேற்றத் தாக்கத்தில் இலத்திரன்களின் இடமாற்றத்தை விளங்கிக் கொள்ள முடியும்.

உதாரணம் 1: மிதேனின் (CH_4) இன் தகனம்

பின்வரும் சமப்படுத்திய சமன்பாட்டின் மூலம் மெதேனின் (CH_4) தகனத்தை எடுத்துக் காட்டலாம். இத்தாக்கத்தில் C, O என்பவற்றின் ஒட்சியேற்ற நிலைகள் CO_2, H_2O தோன்றும்போது மாற்றமடையும். இதைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

உதாரணம்:

தாக்கம்	$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$			
ஒட்சியேற்ற நிலை	C = -4	O = 0	C = +4	H = +1
எண்	H = +1		O = -2	O = -2

ஐதரசனின் ஒட்சியேற்ற எண் மாற்றமடையவில்லை.
காபனின் ஒட்சியேற்ற எண் -4 இல் இருந்து +4 இற்கு மாற்றமடைகின்றது. எனவே காபன் ஒட்சியேற்றப்படுகின்றது.
ஒட்சிசனின் ஒட்சியேற்ற எண் 0 இலிருந்து -2 இற்கு மாற்றமடைகின்றது. எனவே ஒட்சிசன் தாழ்த்தப்படுகின்றது.

ஒட்சியேற்றத் தாக்கம்: CH_4 இல் உள்ள C, ஒட்சியேற்றமடைந்து CO_2 உருவாகின்றது.
ஒவ்வொரு C அணு 8 இலத்திரன்களை இழக்கின்றது.

தாழ்த்தல் தாக்கம்: ஒட்சிசன் தாழ்த்தப்பட்டு H_2O உருவாகின்றது.
ஒவ்வொரு ஒட்சிசன் அணு 2 இலத்திரன்களை ஏற்கின்றது.

உதாரணம் 2: புரோபேன் (C_3H_8) இன் தகனம்.

இத்தாக்கம் கீழ்வரும் சமப்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டின் மூலம் காட்டப்படும். இங்கு CO_2 மற்றும் H_2O என்பன உருவாகும்போது C மற்றும் O இன் ஒட்சியேற்ற எண்கள் மாற்றமடைகின்றன.

தாக்கம்	${}^{X}CH_3{}^{Y}CH_2{}^{Z}CH_3(g)$	$+ 5O_2(g) \longrightarrow$	$3CO_2(g)$ +	$4H_2O(l)$
ஒட்சியேற்ற எண்	${}^{X}C = -3, {}^{Y}C = -2, {}^{Z}C = -3$	O = 0	C = +4	O = -2
C அணுக்களின் ஒட்சியேற்ற எண்களின் கூட்டுத்தொகை	(-3)+(-2)+(-3) = -8		$(+4) \times 3 = +12$	

மூன்று காபன் அணுக்களினதும் சேர்க்கப்பட்ட ஒட்சியேற்ற எண் -8 இலிருந்து +12 இற்கு மாறியுள்ளது. எனவே CO_2 விளைவை உருவாக்க மொத்தமாக காபன் அணுக்களினால் 20 இலத்திரன்கள் இழக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே இங்கு காபன் ஒட்சியேற்றப்பட்டுள்ளது.

ஒட்சிசன் ஒட்சியேற்ற எண் 0 இலிருந்து -2 இற்கு மாற்றமடைந்துள்ளது. எனவே 4 இலத்திரன்களைப் பெற்று இரண்டு O^{2-} விளைவு உண்டாகியுள்ளது. எனவே ஒட்சிசன் தாழ்த்தப்பட்டுள்ளது.

ஒட்சியேற்றத் தாக்கம்: $CH_3CH_2CH_2$ இலுள்ள காபன், CO_2 ஆக ஒட்சியேற்றப்பட்டுள்ளது.
ஒவ்வொரு C அணு 8 இலத்திரன்களை இழக்கின்றது.

தாழ்த்தல் தாக்கம்: ஒட்சிசன் தாழ்த்தப்பட்டு H_2O மற்றும் CO_2 உண்டாகியுள்ளது.

உதாரணம் 3: புரோபீன் (C_3H_6) இருந்து புரோபேன் (C_3H_8) உருவாதல்.

கீழ்காட்டப்பட்ட ஈடுசெய்யப்பட்ட சமன்பாட்டின் மூலம் இது காட்டப்பட்டுள்ளது. இத்தாக்கத்தில் C_3H_6 இல் உள்ள C இன் ஒட்சியேற்ற எண் மாற்றமடைந்து ஆனது

தாக்கம்	$^XCH_3{}^YCH^ZCH_2(g)$	$+\ H_2(g) \longrightarrow$	$^XCH_3{}^YCH_2{}^ZCH_3(g)$
ஒட்சியேற்ற எண்	$^XC = -3$, $^YC = -1$, $^ZC = -2$	$H = 0$	$^XC = -3$, $^YC = -2$, $^ZC = -3$
C அணுக்களின் ஒட்சியேற்ற எண்களின் கூட்டுத்தொகை	$(-3)+(-1)+(-2) = -6$		$(-3)+(-2)+(-3) = -8$

காபனின் மொத்த ஒட்சியேற்ற எண் -6 இலிருந்து -8 இற்கு மாற்றமடைகின்றது. எனவே இங்கு 2 இலத்திரன்கள் ஏற்கப்பட்டு விளைவு உண்டாகியுள்ளது. எனவே காபன் தாழ்த்தப்பட்டுள்ளது.

ஐதரசனின் ஒட்சியேற்ற எண் 0 இலிருந்து +1 இற்கு மாற்றமடைந்து விளைவு உண்டாகின்றது. எனவே இங்கு பொருத்தமான ஐதரசன் இரண்டு இலத்திரன்களை இழந்து இரண்டு H^+ ஐ விளைவாகிய C_3H_8 இல் உண்டாக்குகின்றது. எனவே ஐதரசன் ஒட்சியேற்றப்படுகின்றது.

தாழ்த்தல் தாக்கம்: CH_3CHCH_2 இலுள்ள காபன் தாழ்த்தலடைந்து $CH_3CH_2CH_3$ உண்டாகின்றது.

ஒட்சியேற்றத் தாக்கம்: ஐதரசன் ஒட்சியேற்றப்பட்டு $CH_3CH_2CH_3$ உண்டாகியுள்ளது.

3.2 அசேதனச் சேர்வைகளின் பெயர்கள்

சேர்வைகளுக்கு ஒழுங்கான வழியில் பெயரிடுதலுக்கு IUPAC பெயரிடுதல் முறை அங்கீகரிக்கப்பட்டுள்ளது. IUPAC என்பதன் பொருள் *International Union of Pure and Applied Chemistry* (தூய மற்றும் பிரயோக இரசாயனவியலுக்கான சர்வதேச ஒன்றியம்). இதன் உதவியுடன் இரசாயனச் சேர்வைகளுக்கு ஒத்த தன்மையான சிறப்பான பெயர்களை வழங்க முடியும்.

பொதுப் பெயர்கள் (IUPAC பெயரீட்டு முறை அறிமுகப்படுத்துவதற்கு முன்னர்) பாவனையில் காணப்பட்ட தற்காலத்திலும் இவ்வகையான பெயர்கள் IUPAC பெயரீட்டுக்கு ஈடாகப் பாவனையில் உள்ளது.

3.2.1 ஓரணு அயன்களால் உருவாக்கப்பட்ட அயன் சேர்வைகளின் பெயரீடு

மாற்றப்படாத உலோகப் பெயரையும் பின்பு ide என முடிவடையும் மாற்றப்பட்ட அலோகப் பெயரையும் எழுதுக. பின்வரும் அட்டவணை 3.2 இல் சில பெயர்கள் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 3.2 பொதுவான சில எளிய அயன்களின் (ஓரணு அயன்கள்) பெயர்கள்

கற்றயன்கள்			அனயன்கள்		
H^+	ஐதரசன்	- hydrogen	H^-	ஐதரைட்டு	- hydride
Na^+	சோடியம்	- sodium	Cl^-	குளோரைட்டு	- chloride
K^+	பொற்றாசியம்	- potassium	Br^-	புரோமைட்டு	- bromide
Ca^{2+}	கல்சியம்	- calcium	O^{2-}	ஒட்சைட்டு	- oxide
Al^{3+}	அலுமினியம்	- aluminum	S^{2-}	சல்பைட்டு	- sulfide
Zn^{2+}	நாகம்	- zinc	N^{3-}	நைத்திரைட்டு	- nitride

ஒரு வகையான கற்றயனை உருவாக்கும் மூலகத்தை உடைய அயன் சேர்வைகளின் பெயர்கள்

பெயரை எழுதுவதற்கான விதிகள்:

1. எப்பொழுதும் கற்றயனின் பெயர் முதலில் எழுதுதல் வேண்டும்.
2. கற்றயனின் பெயர் அதன் மூலகத்தின் பெயராகும்.
3. அனயனின் பெயர் அதன் மூலகத்தின் பகுதியான பெயருடன், -ide என முடிவடையும்.
4. கற்றயன் மற்றும் அனயனின்களின் பெயர்கள் இடையே இடைவெளி விடுதல் வேண்டும்.

கீழ்வரும் உதாரணங்களில் பிரயோகங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உதாரணம்:- NaCl = sodium chloride

MgO = magnesium oxide

CsBr = caesium bromide

3.2.2 வெவ்வேறு ஏற்றங்களுடைய இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கற்றயன்களை உருவாக்கும் மூலகத்தை உடைய அயன்சேர்வைகளின் பெயர்கள்.

பொதுவான பெயர்களில் உயர்ந்த ஏற்றம் (உயர் ஒட்சியேற்ற எண்) உடைய கற்றயன்களிற்கு -ic எனவும் தாழ்ந்த ஏற்றம் (தாழ்ந்த ஒட்சியேற்ற எண்) உடைய கற்றயன்களுக்கு -ous எனவும் முடிவடையும். இதனை Fe^{2+} ஐ ferrous எனவும் Fe^{3+} ஐ ferric எனவும் பெயரிடலில் காணலாம். கீழே பொதுவான கற்றயன்களின் பொதுப் பெயர்களும், IUPAC பெயர்களும் தரப்பட்டுள்ளன. எனினும் IUPAC பெயரீட்டில், உலோக அயனின் ஏற்றம் உரோமன் இலக்கத்தில் உலோகத்தின் பெயருக்குப் பின்னால் இடைவெளியின்றி சிறிய அடைப்புக்குறியினுள் எழுதப்படும்.

அட்டவணை 3.3 வெவ்வேறு ஏற்றங்களுடைய இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கற்றயன்களை உருவாக்கும் கற்றயன்களின் பெயர்கள்.

கற்றயன்	பொதுப் பெயர்	முறைமையான பெயர் (IUPAC*)
Fe^{2+}	ferrous - பெரஸ்	iron(II)
Fe^{3+}	ferric - பெரிக்கு	iron(III)
Cu^{+}	cuprous - கியூபிரஸ்	copper(I)
Cu^{2+}	cupric - கியூபிரிக்கு	copper(II)
Co^{2+}	cobaltous - கோபோல்ற்றஸ்	cobalt(II)
Co^{3+}	cobaltic - கோபோல்ற்றிக்	cobalt(III)
Sn^{2+}	stannous - இசுத்தானஸ்	tin(II)
Sn^{4+}	stannic - இசுத்தானிக்கு	tin(IV)
Pb^{2+}	plumbous - பிளம்பஸ்	lead(II)
Pb^{4+}	plumbic - பிளம்பிக்கு	lead(IV)
Hg_2^{2+}	mercurous - மேர்க்கூரஸ்	mercury(I)
Hg^{2+}	mercuric - மேர்க்கூரிக்கு	mercury(II)

IUPAC பெயர் எழுதுவதற்கான விதிகள்:

1. எப்பொழுதும் கற்றயனின் பெயரை முதலில் எழுதவேண்டும்.
2. கற்றயனின் பெயர் அதன் மூலகத்தின் பெயர், அதன் ஒட்சியேற்ற எண் (ஏற்றம்) பெரிய உரோமன் இலக்கத்தில் சிறிய அடைப்புக் குறியினுள் இடைவெளி விடாது எழுதவேண்டும்.
3. அனயனின் பெயர் அதன் மூலகத்தின் பகுதிப்பெயர், பெயர் முடிவு -ide
4. கற்றயன் மற்றும் அனயன்களின் பெயர்கள் இடையே இடைவெளி விடவும்.

உதாரணம்: FeS- iron(II) sulfide**

Fe_2S_3- iron(III) sulfide

CuCl - copper(I) chloride

$CuCl_2$ - copper(II) chloride

** sulfide மற்றும் sulphide இரண்டும் சரியானவை மற்றும் ஏற்றுக் கொள்ளப்படும். எனினும் பெயரிடலில் sulfide ஏற்றுக் கொள்ளப்படும்.

மேலுள்ள சேர்வைகளுக்கான பொதுப் பெயர்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

FeS- ferrous sulfide

Fe_2S_3- ferric sulfide

CuCl - cuprous chloride

$CuCl_2$ - cupric chloride

3.2.3 எளிய பங்கீட்டுச் சேர்வைகளின் பெயர்கள்

அதிகளவான மூலகங்கள் பங்கீட்டுச் சேர்வைகளை ஆக்குகின்றன. இவ்வகையான சேர்வைகளைப் பெயரிடும்போது நேர் ஒட்சியேற்ற எண்ணைக் கொண்ட மூலகத்தின் பெயர் முதலில் எழுதப்படல் வேண்டும். அதனைத் தொடர்ந்து மறை ஒட்சியேற்ற எண்ணைக் கொண்ட மூலகத்தின் பெயர் எழுதப்படல் வேண்டும்.

எளிய பங்கீட்டுச் சேர்வைகளின் பெயர்களை எழுதுவதற்கான ஒழுங்கு விதிகள்:

1. சேர்வையின் பகுதியாகக் காணப்படும், குறைந்த மின்னெதிர் இயல்பு கொண்ட மூலகத்தின் பெயர், பெயரின் முதற்பகுதியாகவும் சேர்வையின் பகுதியாகக் காணப்படும். கூடிய மின்னெதிர் இயல்பு கொண்ட மூலகத்தின் பெயர் பெயரின் இரண்டாம் பகுதியாகவும் வரவேண்டும்.
2. சேர்வையின் பெயரில் முதற்பகுதிக்கும் இரண்டாம் பகுதிக்கும் இடையில் இடைவெளி விடுதல் வேண்டும்.
3. கூடிய மின்னெதிர் இயல்புடைய மூலகத்தின் முடிவுப் பெயர் -ide என மாற்றப்படல் வேண்டும்.
4. ஒத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கை குறித்துக் காட்ட முற்சேர்க்கை பயன்படுத்தப்படும். ஒத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் முற்சேர்க்கை பின்வருமாறு இடப்படும்.
   1 = *mono*, 2 = *di*, 3 = *tri*, 4 = *tetra*, 5 = *penta*, 6 = *hexa*, 7 = *hepta*, 8 = *octa*
   இருப்பினும் பெயரில் முதலாவது மூலகத்தின் முன்னால் *"mono"* எனும் முற்சேர்க்கை இடப்படுவதில்லை.
5. முற்சேர்க்கை முடிவு *"a"* அல்லது *"o"* எனவும் மற்றும் இரண்டாவது மூலகத்தின் தொடக்கம் *"a"* அல்லது *"o"* எனவும் காணப்படின்,உச்சரிப்பிற்காக முற்சேர்க்கையின் இறுதி உயிரெழுத்து (vowel) விலக்கப்படும்.

   உதாரணம்: mono + oxide = monoxide
   tetra + oxide = teroxide

உதாரணம்:

CO	-	carbon monoxide
H_2S	-	dihydrogen monosulfide
SO_3	-	sulfur trioxide
N_2O_3	-	dinitrogen trioxide
N_2O_4	-	dinitrogen tetroxide
P_4O_6	-	tetraphosphorus hexoxide
H_2O	-	dihydrogen monoxide
OF_2	-	oxygen difluoride

3.2.4 பல்லணு அயன்கள் (Polyatomic ions)

சில அலோக அணுக்கள் பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்பினால் இணைந்து பல்லணு அயன்கள் உருவாகும். பல்லணு கற்றயன்களைக் காட்டிலும் பல்லணு அனயன்கள் கூடியளவில் காணப்படும்.

பல்லணு அயன்களின் பெயரை எழுதும்போது பின்பற்ற வேண்டிய நியதிகள்:
இவ்வகை அயன்களின் பெயர்கள் எழுதும்போது பின்வரும் பிற்சேர்க்கை பயன்படுத்தப்படும்.

1. பல்லணுக் கற்றயன்களின் பெயர்கள் *-ium* இல் முடியும்.
2. பல்லணு அனயன்களின் பெயர்கள் *-iid, -ite* மற்றும் *-ate* இல் முடிவடையும்.

அட்டவணை 3.4 இல் பொதுவான பல்லணு அயன்களின் பெயர்கள் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 3.4 பல்லணு அயன்களின் பெயரும் சூத்திரமும்

அயன்	பெயர்		
NH_4^+	ammonium	-	அமோனியம்
OH^-	hydroxide	-	ஐதரொட்சைட்டு
CN^-	cyanide	-	சயனைட்டு
HS^-	hydrogen sulfide	-	ஐதரசன் சல்பைட்டு
O_2^{2-}	peroxide	-	பரஒட்சைட்டு
O_2^-	superoxide	-	மேலொட்சைட்டு
SO_3^{2-}	sulfite	-	சல்பைற்று
NO_2^-	nitrite	-	நைற்றைற்று
ClO_2^-	chlorite	-	குளோரைற்று
HSO_3^-	hydrogen sulfite	-	ஐதரசன் சல்பைற்று
SO_4^{2-}	sulfate	-	சல்பேற்று
HSO_4^-	hydrogen sulfate	-	ஐதரசன் சல்பேற்று
AlO_2^-	aluminate	-	அலுமினேற்று
ZnO_2^{2-}	zincate	-	சிங்கேற்று
NO_3^-	nitrate	-	நைத்திரேற்று
ClO_3^-	chlorate	-	குளோரேற்று
MnO_4^{2-}	manganate	-	மங்கனேற்று
MnO_4^-	permanganate	-	பரமங்கனேற்று
CrO_4^{2-}	chromate	-	குரோமேற்று
$Cr_2O_7^{2-}$	dichromate	-	இருகுரோமேற்று
$C_2O_4^{2-}$	oxalate	-	ஒட்சலேற்று
CO_3^{2-}	carbonate	-	காபனேற்று
HCO_3^{2-}	hydrogen carbonate	-	ஐதரசன் காபனேற்று
$S_2O_3^{2-}$	thiosulfate	-	தயோசல்பேற்று
PO_4^{3-}	phosphate	-	பொஸ்பேற்று
HPO_4^{2-}	hydrogen phosphate	-	ஐதரசன் பொஸ்பேற்று
$H_2PO_4^-$	dihydrogen phosphate	-	இருஐதரசன் பொஸ்பேற்று

பல்லணு அயன்களை உடைய சேர்வைகளின் பெயர்கள்

மேலே கூறப்பட்ட ஒழுங்கு விதிகளுக்கு அமைவாக கீழே தரப்பட்ட பல சேர்வைகள் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

$K_2Cr_2O_7$ ஆனது ஒரு எளிய கற்றயனையும், ஒரு பல்லணு அனயனையும் கொண்டுள்ளது.
கற்றயன் பகுதியின் பெயர் = potassium
அனயன் பகுதியின் பெயர் = dichromate
சேர்வையின் பெயர் = potassium dichromate (பொற்றாசியம் இருகுரோமேற்று)

$(NH_4)_2Cr_2O_7$ ஆனது ஒரு பல்லணு கற்றயனையும், ஒரு பல்லணு அனயனையும் கொண்டது.
கற்றயன் பகுதியின் பெயர் = ammonium
அனயன் பகுதியின் பெயர் = dichromate
சேர்வையின் பெயர் = ammonium dichromate (அமோனியம் இருகுரோமேற்று)

பல்லணு அயன்களைக் கொண்ட சில பொதுவான சேர்வைகளின் பெயர்கள்:
KH_2PO_4 = potassium dihydrogenphosphate (பொற்றாசியம் இருஐதரசன் பொஸ்பேற்று)
FeC_2O_4 = iron(II) oxalate (இரும்பு(II) ஒட்சலேற்று)
$NaHCO_3$ = sodium hydrogencarbonate (சோடியம் ஐதரசன் காபனேற்று)

3.2.5 அசேதன அமிலங்கள்

நீர்க்கரைசலில் அயனாக்கமடையக்கூடிய ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட புரோத்தனையும், ஒட்சிசனைக் கொண்டிராத அனயனையும் உடைய சேர்வைகள் hydro முற்சேர்க்கையை உபயோகித்து, அதனைத் தொடர்ந்து மற்றைய அலோகம் அல்லது அல்லுலோகக் கூட்டத்தின் பெயர் -ic இல் முடியுமாறு மாற்றப்பட்டு பெயரிடப்படும்.

HCl (Hydrogen chloride) = hydrochloric acid
ஐதரசன் குளோரைட்டு ஐதரோகுளோரிக் அமிலம்

HBr (hydrogen bromide) = hydrobromic acid
ஐதரசன் புரோமைட்டு ஐதரோபுரோமிக் அமிலம்

HCN (hydrogen cyanide) = hydrocynic acid
ஐதரசன் சயனைட்டு ஐதரோசயனிக் அமிலம்

H_2S (dihydrogen sulfide) = hydrosulfuric acid
ஈர்ஐதரசன் சல்பைட்டு ஐதரோசல்பூரிக் அமிலம்

ஆனால் நீர்க்கரைசல்களில் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அயனாக்கமடையக்கூடிய புரோத்தனையும், ஒட்சிசன் உடைய அனயனையும் உடைய சேர்வைகள் ஒட்சிசன் அமிலங்கள் என அழைக்கப்படும். அனயனின் பெயர் பிற்சேர்க்கையுடன் எழுதப்படும். இது அமிலத்தின் பெயராகப் பாவிக்கப்படும்.

அனயன் பெயர் -ate இல் முடிவடைந்தால், பிற்சேக்கை -ic பயன்படுத்தப்படும்.

H_2SO_4 (அனயன் SO_4^{2-} sulfate) = sulfuric acid

அனயன் பெயர் -ite இல் முடிவடைந்தால், பிற்சேர்க்கையாக -ous பயன்படுத்தப்படும்.

H_2SO_3 (அனயன் SO_3^{2-} sulfite) = sulfurous acid

ஒத்த மைய அணுவிலிருந்து உருவாக்கப்பட்ட வேறுபட்ட ஒட்சோ அனயன்கள் (oxoanions) ஒட்சி அனயன்களின் (oxyanions) இன் பெயரிடல்.

ஓர் ஒட்சோ அனயன் அல்லது ஒட்சி அனயன் என்பது $A_xO_y^{z-}$ எனும் பொதுச் சூத்திரத்தைக் கொண்ட அயனாகும். A ஆனது இரசாயன மூலகமொன்றையும், O ஆனது ஒட்சிசன் அணுவையும் பிரதிநிதித்துவப்படுத்துகின்றது. சில மூலகங்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒட்சோ அனயன்களை உருவாக்கக்கூடியன. ஒவ்வொன்றும் வேறுபட்ட எண்ணிக்கையைக் கொண்டவை. வேறுபட்ட எண்ணிக்கையில் ஒட்சிசன் அணுக்களைக் கொண்ட ஒட்சோ அனயன்களின் தொடர் கீழ் உள்ளவாறு பொதுவாகப் பெயரிடப்படும்.

முற்சேர்க்கை *per–* ஆனது உயர் எண்ணிக்கையில் ஒட்சிசன் அணுக்களைக் கொண்ட அனயன் களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும். மற்றும் *hypo–* எனும் முற்சேர்க்கை இழிவு எண்ணிக்கையில் ஒட்சிசன் அணுக்களைக் கொண்ட அனயன்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும்.

மைய அணுவில் காணப்படும் ஒட்சிசன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும். ஒழுங்கு முறைக்கேற்ப ஒட்சோ அனயனின் பெயர் கீழ் உள்ளவாறு பெறப்படும்.

hypo____ite	*___ite*	*___ate*	*per___ate*
ClO^- = hypochlorite	ClO_2^- = chlorite	ClO_3^- = chlorate	ClO_4^- = perchlorate
(+1)	(+3)	(+5)	(+7)

இவ்வகையான ஒட்சோ அனயன்கள் ஒட்சோவமிலங்கள் அல்லது உப்புக்களில் காணப்படலாம். குளோரோ ஒட்சோவமிலங்கள் மற்றும் அவற்றின் சோடியம் உப்புக்கள் அட்டவணை 3.5 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 3.5 குளோரோ ஒட்சோவமிலங்கள் மற்றும் அவற்றின் சோடியம் உப்புக்களின் சூத்திரங்களும் பெயர்களும்

Cl இன் ஒட்சியேற்ற எண்	ஒட்சோவமிலத்தின் சூத்திரம்	ஒட்சோவமிலத்தின் பெயர்	சோடியம் உப்பின் சூத்திரம்	சோடியம் உப்பின் பெயர்
+1	HClO	hypochlorous acid (உபகுளோரஸ் அமிலம்)	NaClO	sodium hypochlorite (சோடியம் உபகுளோரைற்று)
+3	$HClO_2$	chlorous acid (குளோரஸ் அமிலம்)	$NaClO_2$	sodium chlorite (சோடியம் குளோரைற்று)
+5	$HClO_3$	chloric acid (குளோரிக்கமிலம்)	$NaClO_3$	sodium chlorate (சோடியம் குளோரேற்று)
+7	$HClO_4$	perchloric acid (பரகுளோரிக்கமிலம்)	$NaClO_4$	sodium perchlorate (சோடியம் பரகுளோரேற்று)

* க.பொ.த. (உ.த)இல் கருதப்படும் பெயரீட்டு முறை *IUPAC* இன் 2005 இன் சிவப்பு புத்தகம் உசாத்துணையாகக் கருதப்பட்டுள்ளது.

3.3 அணுத்திணிவு, மூல் மற்றும் அவகாதரோ மாறிலி

3.3.1 அணுத்திணிவலகு, மூல் மற்றும் அவகாதரோவின் மாறிலி என்பனவற்றுக்கு இடையிலான இணைப்பு

அணுக்கள் மிகச் சிறியவை. இவற்றின் திணிவுகளை வெளிக்காட்ட கிராம் (grams), கிலோ-கிராம் (kilograms) போன்ற பொதுவான திணிவுக்குரிய அலகுகளைப் பயன்படுத்தல் சௌ-கரியமான தல்ல. இங்கு அணுத்திணிவு அலகு (atomic mass units) (u) என அழைக்கப்படும் சிறிய அலகு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இரசாயன மூலகமொன்றினது ஓர் அணுவின் திணிவு, அணுத் திணிவாக, அணுத்திணிவலவாக வெளிக்காட்டப்படும். மூலகங்களுக்கு பல்வேறுபட்ட சமதானிகள் அறியப்பட்டுள்ளன. ஓர் உதாரணமாக காபன் ஆனது ^{12}C, ^{13}C மற்றும் ^{14}C எனப் பெயரிடப்பட்ட மூன்று சமதானிகளைக் கொண்டது. எனவே அணுத்திணிவிற்காக சராசரி அணுத்திணிவு பயன்படுத்தப்படும்.

3.3.2 மூலகத்தின் சராசரி அணுத்திணிவைக் கணித்தல்.

பின்வரும் வழியில் எந்தவொரு அணுவினதும் சராசரி அணுத்திணிவை கணிக்க முடியும். காபன் மற்றும் குளோரின் என்பனவற்றைப் பொருத்தமான மூலகங்களைக் கருதி இது விளக்கப் பட்டுள்ளது.

உதாரணம் 1: இயற்கையான காபனின் சராசரி அணுத்திணிவைக் கணித்தல்.

காபன் மாதிரியில் சமதானிகளின் திணிவுச் சதவீதம்.

^{12}C - 98.89%

^{13}C - 1.11%

^{14}C - புறக்கணிக்கத்தக்கது.

100 இயற்கையான காபன் அணுக்களின் மாதிரியின் திணிவு = [(98.89 × 12 u) + (1.11 × 13 u)]

இயற்கையான காபன் அணுவின் சராசரி அணுத்திணிவு = [(98.89 × 12 u) + (1.11 × 13 u)]/ 100

= 12.01 u

உதாரணம் 2: குளோரினின் சராசரி அணுத்திணிவைக் கணித்தல்.

குளோரின் சமதானிகளின் திணிவுச் சதவீதம்.

^{35}Cl - 75.77%

^{37}Cl - 24.23%

100 இயற்கையான குளோரின் அணுக்களின் மாதிரியின் திணிவு = [(75.77 × 35 u) + (24.23 × 37 u)]

இயற்கையான குளோரின் அணுவின் சராசரி அணுத்திணிவு = [(75.77×34.97 u)+(24.23×36.97 u)]/ 100

= 35.45 u

3.3.3 மூல் (Mole)

மிகத் திருத்தமான 12 g திணிவுடைய ^{12}C இல் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமான அலகுகள் / துணிக்கைகளை உடைய பதார்த்தங்கள் அல்லது அவகாதரோவின் இலக்கமானது ஒரு மூல் என முன்மொழியப்பட்டுள்ளது.

கீழே தரப்பட்ட உதாரணங்கள் ஒரு மூல் (1 mol) அளவான மூலகங்கள், மூலக்கூறுகள் மற்றும் அயன்களில் காணப்படும் துணிக்கையின் எண்ணிக்கை காட்டப்பட்டுள்ளது.

^{12}C இன் 1 mol இல் 6.022×10^{23} ^{12}C அணுக்கள் காணப்படும்.
$C_6H_{12}O_6$ இன் 1 mol இல் 6.022×10^{23} $C_6H_{12}O_6$ மூலக்கூறுகள் காணப்படும்.
$CaCl_2$ இன் 1 mol இல் 6.022×10^{23} Ca^{2+} அயன்கள் காணப்படும்.

அணுக்களின் எண்ணிக்கையை கணக்கிடுவதற்கு, u மற்றும் g (gram) என்பனவற்றுக்கிடையிலான தொடர்பை புரிந்து கொள்ள இந்தக் கருத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

6.022×10^{23} எண்ணிக்கை ^{12}C சமதானி அணுக்களின் மிகவும் திருத்தமான திணிவு 12 g மற்றும் ஒவ்வொரு ^{12}C சமதானி அணுவின் திணிவு 12 u. எனவே,

$$1\ u = 1.66 \times 10^{-24}\ g$$
$$6.022 \times 10^{23} u = 1\ g$$
$$(6.022 \times 10^{23}\ \text{atoms}) \times (12\ u/1\ \text{atom}) = 12.00\ g$$

3.3.4 மூலர் திணிவு

ஒரு மூல் (1 mol) அளவான பதார்த்தத்தின் திணிவு மூலர் திணிவு எனப்படும். தரப்பட்ட பதார்த்தத்தின் (இரசாயன மூலகம் அல்லது இரசாயனச் சேர்வை) திணிவை, பதார்த்தத்தின் அளவு (moles) ஆல் பிரிக்கப்படும்போது பெறப்படும். மூலர் திணிவின் SI அலகு $kg\ mol^{-1}$. எனினும் வழமையாக மூலர் திணிவானது $g\ mol^{-1}$ இனால் தரப்படும்.

O இன் மூலர் திணிவு $= 16.00\ g\ mol^{-1}$
H_2 இன் மூலர் திணிவு $= 2 \times 1.008\ g\ mol^{-1} = 2.016\ g\ mol^{-1}$
H_2O இன் மூலர் திணிவு $= (2 \times 1.008\ g\ mol^{-1}) + 16.00\ g\ mol^{-1}$
$= 18.016\ g\ mol^{-1}$

18.016 g திணிவுடைய நீர் ஆனது அவகாதரோ மாறிலி (ஒரு மூல் / 1 mol) அளவான நீர் மூலக்கூறுகளைக் கொண்டது.

உதாரணம் 3.1

NaCl இன் மூலர்திணிவைக் கணித்தல்.

விடை:

Na^+ இன் மூலர்திணிவு = 22.99 g mol^{-1}

Cl^- இன் மூலர்திணிவு = 35.45 g mol^{-1}

NaCl இன் மூலர்திணிவு = 22.99 g mol^{-1} + 35.45 g mol^{-1}

= 58.44 g mol^{-1}

58.44 g திணிவுடைய NaCl ஆனது,

1 mol Na^+ அயன்களைக் கொண்டது.

1 mol Cl^- அயன்களைக் கொண்டது.

1 mol NaCl அயன்களைக் கொண்டது.

3.4 இரசாயனச் சூத்திரங்களின் வகைகள்

அணுக்களின் வகைகள், மிகச் சிறிய அலகுப் பதார்த்தத்திலுள்ள ஒவ்வொரு அணுவின் மூலகங்களின் குறியீடுகளுடன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை என்பவற்றை எடுத்துக் காட்ட ஒரு பதார்த்தத்தின் இரசாயனச்சூத்திரம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஒரு சேர்வையின் வேறுபட்ட தகவல்களைப் பிரதிநிதிப்படுத்துவதற்கு ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட வகை இரசாயனச்சூத்திரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

(a) **அனுபவ சூத்திரம்**

ஒரு சேர்வையிலுள்ள ஒவ்வொரு மூலகத்தின் சார்பளவிலான அணுக்களின் எண்ணிக்கை அனுபவச்சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி எடுத்துக் காட்டப்படுகின்றது. சேர்வையின் மூலகங்களின் திணிவுகளிலிருந்து பெறப்படும் மிகச் சிறிய வகைச் சூத்திரம் இதுவேயாகும்.

ஐதரசன் பெரொக்சைட்டின் (H_2O_2) அனுபவசூத்திரம் HO.

எதேனின் (C_2H_6) அனுபவசூத்திரம் CH_3.

பென்சீனின் (C_6H_6) அனுபவசூத்திரம் CH.

எதைனின் (C_2H_2) இன் அனுபவசூத்திரம் CH.

(b) **மூலக்கூற்றுச்சூத்திரம்**

சேர்வை ஒன்றின் ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள ஒவ்வொரு மூலகத்தின் அணுக்களின் திருத்தமான எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும் சூத்திரம் மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம் ஆகும்.

ஐதரசன் பெரொக்சைட்டின் மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம் (H_2O_2).

எதேனின் மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம் (C_2H_6),

பென்சீனின் மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம் (C_6H_6).

எதைனின் மூலக்கூற்றுச்சூத்திரம் (C_2H_2).

3.4.1 இரசாயனச் சூத்திரத்திலிருந்து திணிவுச் சதவீதம்

பின்வரும் சமன்பாடுகளை உபயோகித்து ஒரு சேர்வையிலுள்ள தரப்பட்ட ஒரு மூலகத்தின் திணிவுச் சதவீதத்தைக் கணிக்கலாம்.

$$\text{மூலகம் A இன் திணிவுச் சதவீதம்} = \frac{\text{சூத்திரத்தில் A இன் மூல்கள்} \times \text{A இன் மூலர்திணிவு } (g\,mol^{-1})}{\text{சேர்வையின் மூலர்திணிவு } (g\,mol^{-1})} \times 100$$

எப்பொழுதும் ஒரு சேர்வையின் எல்லா மூலகங்களின் தனித்தனியான திணிவுச்சதவிதங்களின் கூட்டுத்தொகை 100%. எதேனின் காபன், ஐதரசன் திணிவுச் சதவீதங்களைக் கணித்தல், கீழே உதாரணமாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

உதாரணம் 3.2

எதேனின் காபன், ஐதரசன் திணிவுச் சதவீதம் துணிதல்.

எதேனின் மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம் C_2H_6

ஒரு மூல் எதேனில் இரண்டு மூல்கள் காபன், ஆறு மூல்கள் ஐதரசன் உள்ளன.

$$\text{காபனின் திணிவுச் சதவீதம்} = \frac{2mol \times 12g / mol}{(2mol \times 12g /mol) + (6mol \times 1g /mol)} \times 100$$

$$= 80\%$$

$$\text{ஐதரசனின் திணிவுச் சதவீதம்} = \frac{6mol \times 1g / mol}{(2mol \times 12g /mol) + (6mol \times 1g /mol)} \times 100$$

$$= 20\%$$

[C திணிவுச் சதவீதம்] + [H திணிவுச் சதவீதம்] = 100%

3.4.2 சேர்வைகளின் சூத்திரத்தைத் துணிதல் (மூலக்கூற்று / அனுபவ)

சேர்வைகளின் ஒவ்வொரு கூறின் / மூலகத்தின் திணிவைத் துணிவதற்குப் பரிசோதனை முறைகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு மூலகத்தின் திணிவு மூல் எண்ணிக்கையாக மாற்றப்பட்டு, மூலகங்களுக் கிடையிலான மூலர் விகிதத்தை உபயோகித்து கணித ரீதியாக ஒரு சேர்வையின் இரசாயன சூத்திரத்தை / அனுபவ சூத்திரம் / இரசாயனச் சூத்திரம் என்பவற்றைக் கணிக்கலாம்.

அனுபவ சூத்திரத்தைத் துணிவதற்கான அடிப்படைப் படிமுறைகள்

1. சேர்வையில் காணப்படும் ஒவ்வொரு மூலகத்தின் திணிவை கிராமில் பெறுக.
2. ஒவ்வொரு வகை அணுவிலும் மூல்களின் எண்ணிக்கையைத் துணிவதற்கு ஒவ்வொரு திணிவையும் அதற்குரிய மூலகத்தின் அணுத்திணிவினால் பிரிக்குக.
3. மிகக்குறைந்த மூல்எண்ணிக்கையை 1 ஆக மாற்றுவதற்கு, ஒவ்வொரு மூலகத்தின் மூல் எண்ணிக்கையை மிகக் குறைந்த மூல் எண்ணிக்கையால் பிரிக்குக. பெறப்படும் எண்கள் யாவும் முழு எண்களாக அல்லது முழு எண்களுக்கு அண்மையிலிருந்தால், இவ்வெண்கள் அனுபவசூத்திரத்தில் ஒவ்வொரு மூலகத்தின் குறியீட்டின் அடியில் குறிக்கப்படும். ஒன்று அல்லது ஒன்றிற்கு மேற்பட்டவை முழு எண்களாகக் காணப்படாவிடின் படி 4 ஐப் பயன்படுத்துக.

4. படி 3 இல் பெற்ற எண்களை, எல்லா எண்களும் முழு எண்களாகுமாறு பொருத்தமான மிகச் சிறிய முழுஎண்ணால் பெருக்குக. தசமதானம் 0.2 அல்லது 0.2 இலும் குறைவானவை, 0.8 அல்லது 0.8 இலும் உயர்வானவை ஆக இருப்பின் அண்மையிலுள்ள முழு எண்களாக மாற்றுக.
5. இவ்வெண்கள் அனுபவசூத்திரத்தில் ஒவ்வொரு மூலகத்தின் பின், கீழே (subscript) குறிக்கப்படும் எண்ணைக் குறிக்கும்.

3.4.3 அனுபவச் சூத்திரத்திணிவு மற்றும் மூலக்கூற்றுத்திணிவு என்பனவற்றைப் பயன்படுத்தி மூலக்கூற்றுச் சூத்திரத்தைத் துணிதல்.

1. அனுபவச் சூத்திரத்தில் இருந்து அனுபவச் சூத்திரத் திணிவைக் கணித்தல்.
2. மூலக்கூற்றுச் சூத்திரத்தில் இருந்து மூலக்கூற்றுச் சூத்திரத் திணிவைக் கணித்தல்.
3. முழு எண் பெறப்படுமாறு பிரித்தல்.
4. அனுபவச் சூத்திரத்தை மேற்படி எண்ணால் பெருக்குவதன் மூலம் மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம் பெறப்படும்.

மேலே உள்ள செயன்முறையை விளங்கிக் கொள்ள கீழ் உள்ள உதாரணம் உதவும்.

உதாரணம் 3.3

மூலக சதவீதங்கள் **Cl = 71.6%, C = 24.27%, H = 4.07%** ஆகவுடைய ஒரு சேர்வையின் மூலக்கூற்றுச் சதவீதத்தை கணிக்குக.

படி 01: திணிவுச் சதவீதங்கள்: Cl = 71.65%, C = 24.27%, H = 4.07%

மூலர்த்திணிவு = 98 g/mol

படி 02: 100 g சேர்வையில், Cl = 71.65 g, C = 24.27 g, H = 4.07 g

அணுத்திணிவுகள் C = 12, H = 1, Cl = 35.5

100 g சேர்வையில் மூல்களின் எண்ணிக்கை

$$\text{Cl மூல்கள்} = \frac{71.65\text{g}}{35.5\text{gmol}^{-1}} = 2.043\text{mol}$$

$$\text{C மூல்கள்} = \frac{24.27\text{g}}{12\text{gmol}^{-1}} = 2.022\text{mol}$$

$$\text{H மூல்கள்} = \frac{4.07\text{g}}{1\text{gmol}^{-1}} = 4.07\text{mol}$$

படி 03: Cl = 2.043 ÷ 2.022 = 1.01 C = 2.022 ÷ 2.022 = 1 H = 4.07 ÷ 2.022 = 2.01

படி 04: அனுபவச்சூத்திரம் = CH_2Cl

அனுபவச் சூத்திரத் திணிவு = 49 g/ mol

படி 05: மூலக்கூற்றுச் சூத்திரத் திணிவு / அனுபவச் சூத்திரத் திணிவு விகிதத்தைக் கணித்தல்.

மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம் = (அனுபவச் சூத்திரம்) × 2

$= (CH_2Cl) \times 2$

$= C_2H_4Cl_2$

சேர்வையின் மூலர்த்திணிவு தெரிந்தால், சேர்வையின் இரசாயனச் சூத்திரத்தைத் துணியலாம்.

3.5 கலவையில் கூறு ஒன்றின் அமைப்பு

3.5.1 பின்னத்தில் தரப்படும் அமைப்பு

ஒரு தொகுதியின் செறிவைக் கூறுவதற்கு மூன்று பொதுவான நூற்றுவீத முறைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இம்முறைகளாவன:

சமன்பாடு
A இன் திணிவு நூற்றுவீதம் $\frac{w}{w} = \frac{\text{A இன் திணிவு}}{\text{கலவையின் திணிவு}}$
A இன் கனவளவு நூற்றுவீதம் $\frac{v}{v} = \frac{\text{A இன் கனவளவு}}{\text{கலவையின் கனவளவு}}$
A இன் திணிவு நூற்றுவீதம் $(X_A) = \frac{\text{A இன் மூல் எண்ணிக்கை}}{\text{கலவையில் உள்ள மொத்த மூல் எண்ணிக்கை}}$

மூல் பின்னத்தைப் பயன்படுத்தி பின்னத்தை விளக்குதல்

மூல் பின்னம் (X) ஆனது ஒரு கூறின் மூல் எண்ணிக்கைக்கும், கலவையில் பிரசினமாய் இருக்கும் கூறுகள் ஒவ்வொன்றினதும் மூல்களின் கூட்டுத்தொகைக்கும் இடையிலான விகிதமாகும். உதாரணம்: கரையம் (A) மூல்பின்னமானது, கரையம் A இன் மூல் எண்ணிக்கைக்கும் கலயையில் உள்ள கூறுகள் ஒவ்வொன்றினதும் மூல் எண்ணிக்கைகளின் கூட்டுத்தொகைக்கும் $(n_A + n_B + n_C + ...)$ இடையிலான விகிதமாகும்.

$$\text{A இன் மூல் பின்னம் } (X_A) = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C + ...}$$

3.5.2 ஒரு கரைசலில் சதவீத அமைப்பு (ஏகவினக் கலவை)

சமன்பாடு
திணிவுச் சதவீதம் $\frac{w}{w} = \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 100\%$
கனவளவுச் சதவீதம் $\frac{v}{v} = \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 100\%$
A இன் திணிவு நூற்றுவீதம் $= \frac{\text{கரையத்தின் மூல் எண்ணிக்கை}}{\text{கரையத்தின் மூல் எண்ணிக்கை} + \text{கரையத்தின் மூல் எண்ணிக்கை}} \times 100\%$

பகுதி எண், தொகுதி எண்கள் என்பன ஒரே அலகைக் கொண்டிருப்பின், இறுதிக் கணியம் அலகைக் கொண்டிராது.

கலவை ஒன்றின் அமைப்பானது குறித்தளவு கரைசலில் காணப்படும் கரையத்தின் அளவைக் கொண்டு தனித்துவப்படுத்தி விளக்கப்படும். இந்த பொதுவான வழியில் கலவை ஒன்றின் அமைப்பு திணிவுச் சதவீதமாகக் கீழே உள்ளவாறு விளக்கப்படுத்தப்படும்.

உதாரணம்:- திணிவுச் சதவீதத்தைப் பயன்படுத்தல்.

$$\text{திணிவுச் சதவீதம்} = \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 100$$

$$\text{திணிவுச் சதவீதம்} = \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரையத்தின் திணிவு} + \text{கரைப்பானின் திணிவு}} \times 100$$

ஐதான கரைசல்கள், வளி மாதிரிகள் என்பவற்றின் அமைப்பைக் குறிப்பதற்குப் பொதுவாக ஒரு குறிப்பிட்ட கணியத்திலுள்ள பகுதிகள் பயன்படுத்தப்படும். ஐதான கரைசலில் கரையத்தின் அளவு மிகக்குறைவு மற்றும் கரைசலின் அடர்த்தி நீரின் அடர்த்திக்கு மிக அண்மையிலிருக்கும், எனவே 25^0C யில் கரைசலின் அடர்த்தியை 1 $kgdm^{-3}$ ஆகக் கருதலாம்.

சமன்பாடு	அமைப்பின் மாறுபட்ட விபரிப்பு
ஆயிரத்தில் ஒரு பகுதி (ppt)	$= \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 10^3$ $g\ kg^{-1}$, $mg\ g^{-1}$
மில்லியனில் ஒரு பகுதி (ppm)	$= \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 10^6$ $mg\ kg^{-1}$, $\mu g\ g^{-1}$
பில்லியனில் ஒரு பகுதி (ppb)	$= \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 10^9$ $\mu\ kg^{-1}$

கரைசலின் (ஏகவினக் கலவை) கனவளவுடன் ஒப்பிடும்போது கரையத்தின் கனவளவு குறைவாகக் காணப்படும்போது கரையத்தின் அமைப்பு கீழ் உள்ளவாறு தரப்படும்.

சமன்பாடு	அமைப்பின் மாறுபட்ட விபரிப்பு
ஆயிரத்தில் ஒரு பகுதி (ppt)	$= \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 10^3$ $mL\ L^{-1}$
மில்லியனில் ஒரு பகுதி (ppm)	$= \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 10^6$ $\mu L\ L^{-1}$
பில்லியனில் ஒரு பகுதி (ppb)	$= \frac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 10^9$ $nL\ L^{-1}$

ஐதான கரைசல்களுக்கு அமைப்பானது திணிவு / கனவளவு பின்னத்தால் விளக்கப்படும். இது ppm மற்றும் ppb மூலம் விபரிக்கப்படும். இதற்கு $mg\,dm^{-3}$ மற்றும் $mg\,dm^{-3}$ போன்ற அலகுகள் முறையே மாற்றீட்டு அலகுகளாகப் பயன்படுத்தப்படும்.

வேறுபட்ட பருமன்களின் அலகுகள் இடையிலான வித்தியாசத்தை வேறுபடுத்திக் கொள்ளவும். அளவுகளை கூடியளவு விஞ்ஞான முறையில் விளக்கவும் மெற்றிக் முற்சேர்க்கை பயன்படும்.

அட்டவணை 3.6 மெற்றிக் முற்சேர்க்கைகள்

மெற்றிக் முற்சேர்க்கை	மெற்றிக் குறியீடு	பெருக்கம்	மெற்றிக் முற்சேர்க்கை	மெற்றிக் குறியீடு	பெருக்கம்
tera-	T	10^{12}	deci-	d	10^{-1}
giga-	G	10^{9}	centi-	c	10^{-2}
mega-	M	10^{6}	milli-	m	10^{-3}
kilo-	k	10^{3}	micro-	μ	10^{-6}
hecto-	h	10^{2}	nano-	n	10^{-9}
deca-	da	10^{1}	pico-	p	10^{-12}

உதாரணம் 3.4

திணிவுப்படி **20.0%** ஐதரசன் பெரொக்சைட்டு கரைசலில் $\mathbf{H_2O_2}$ மூல் பின்னத்தைக் கணிக்குக.

$$\text{மூல் பின்னம் } (xA) = \frac{nA}{{}^{n}\text{மொத்தம்}} = \frac{H_2O_2 \text{ மூல்கள்}}{H_2O_2 \text{ மூல்கள்} + H_2O \text{ மூல்கள்}}$$

1 kg ஐதரசன் பெரொக்சைட்டு கரைசலில், H_2O_2 திணிவு $= 200.0\ g$

H_2O திணிவு $= 800.0\ g$

$$H_2O_2\text{மூல்கள்} = \frac{200.0g}{34\ gmol^{-1}} = 5.88\ mol \qquad H_2O_2\text{மூல்கள்} = \frac{800.0\ g}{18\ gmol^{-1}} = 44.44\ mol$$

$$\text{மூல் பின்னம் } (xA) = \frac{nA}{{}^{n}\text{மொத்தம்}} = \frac{5.88\ mol}{(5.88 + 44.44)\ mol} = 0.116$$

$$\text{மூல் சதவீதம்} = \text{மூல் பின்னம் } (x_A) \times 100 = 11.6\%$$

3.5.3 மூலற்றிறன் (Molality)*

ஒரு கிலோகிராம் கரைப்பானிலுள்ள கரைய மூல் அளவு கரைசலின் மூலற்றிறன் (m) ஆகும்.

சமன்பாடு	அலகு
மூலற் திறன் $= \dfrac{\text{கரைய மூல்}}{\text{கரைப்பானின் திணிவு}} = \dfrac{mol}{kg}$	$mol\ kg^{-1}$
மூலற் திறன் $= \dfrac{\text{கரைய மில்லி மூல்}}{\text{கரைப்பானின் திணிவு}} = \dfrac{mmol}{kg}$	$mol\ kg^{-1}$

உதாரணம்:- 1.25 mol kg^{-1} அல்லது 1.25 m சுக்குரோசு கரைசல் ஒவ்வொரு கிலோகிராம் நீரிற்கு (கரைப்பான்) 1.25 mol சுக்குரோசை (கரையம்) கொண்டிருக்கும்.

* நடைமுறையில் உள்ள க.பொ.த. (உயர்தர) இரசாயனவியல் பாடத்திட்டத்தில் உள்ளடக்கப்படவில்லை.

3.5.4 மூலர்த்திறன் (Molarity) (செறிவை விபரிக்கப் பயன்படுத்தப்படும்)

கரைசலின் கனவளவை அளத்தல் அதன் திணிவை அளப்பதிலும் வசதியானது. கரைசலின் செறிவை, ஒரு தரப்பட்ட கனவளவுக் கரைசலிலுள்ள கரைய அளவு என வரையறுக்கலாம். செறிவைக் குறிப்பதற்குப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தும் ஒரு அலகு மூலர்த்திறன் (M) ஆகும். ஒரு இலீற்றர் அல்லது கனடெசிமீற்றர் கனவளவு கரைசலிலுள்ள கரையமூல் எண்ணிக்கை மூலர்த்திறன் ஆகும்.

உதாரணம்:- ஒரு 1.25 மூலர் அல்லது 1.25M சுக்குரோசுக் கரைசல், ஒரு dm^3 சுக்குரோசுக் கரைசல் (கரைசல்) 1.25mol சுக்குரோசைக் (கரையம்) கொண்டுள்ளது.

சமன்பாடு	அலகு
மூலர்த் திறன் $= \dfrac{\text{கரைய மூல்கள்}}{\text{கரைப்பானின் திணிவு}} = \dfrac{mol}{dm^3}$	$mol\ dm^{-3}$
மூலர்த் திறன் $= \dfrac{\text{கரைய மில்லி மூல்}}{\text{கரைப்பானின் திணிவு}} = \dfrac{mmol}{dm^3}$	$mmol\ dm^{-3}$

1.25M (1.25 மூலர்) சுக்குரோசுக் கரைசலையும் 1.25m (1.25 மூலல்) சுக்குரோசுக் கரைசலையும் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தும் நீரின் அளவு சமமல்ல. அதாவது ஒரு தரப்பட்ட கரைசலிற்கு மூலர்த்திறனும் மூலல்திறனும் சமமாகவிருக்க முடியாது. ஆனால் ஐதான கரைசல்களுக்கு அவற்றிற்கிடையிலான வித்தியாசம் புறக்கணிக்கக்கூடியது.

உதாரணம் 3.5

10 mg NaCl ஐயும் **500 g** நீரையும் கலந்து ஒரு **NaCl** கரைசல் தயாரிக்கப்பட்டது. கரைசலின் மூலல் திறனையும் **NaCl** செறிவு **(ppm)** ஐயும் கணிக்குக.

விடை:

மூலல் திறன் (m) = கரைய மூல்கள் / கரைப்பான் திணிவு

NaCl மூல்கள் = 0.01 g/58 g mol^{-1} = 1.72 $\times 10^{-4}$ mol

மூலல்திறன் (m) = கரைய மூல் / கரைப்பான் திணிவு = 1.72 $\times$ 10^{-4} mol/0.5 kg

= 3.44 $\times$ 10^{-4} mol kg^{-1}

$$\text{NaCl செறிவு (ppm)} = \frac{\text{NaCl திணிவு (கிராமில்)}}{\text{கரைசல் திணிவு (கிராமில்)}} \times 10^6$$

$$= \frac{0.01(g)}{(500 + 0.01)\ g} \times 10^6 = 19.9\ ppm$$

3.6 இரசாயனத் தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தல்

இரசாயனத் தாக்கத்தில் பங்கெடுக்கும் ஆரம்ப இரசாயனப் பதார்த்தங்கள் தாக்கிகள் எனவும், தாக்கத்தின் மூலம் உருவாக்கப்படும் இனங்கள் விளைவுகள் எனவும் அழைக்கப்படும். ஒன்றோ அல்லது ஒன்றிலும் மேற்பட்ட விளைவுகள் இரசாயன மாற்றத்தினால் ஏற்படும். காபன் ஒட்சிசனுடன் இணைந்து காபனீர் ஒட்சைட்டை உருவாக்கல் போன்ற எந்தவொரு இரசாயன மாற்றமும் இரசாயனத் தாக்கம் என அழைக்கப்படும். இவ்வாறான இரசாயனத் தாக்கம் கீழே காட்டியவாறு இரசாயனச் சமன்பாட்டினால் குறிப்பிடப்படும்.

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

தாக்கிகள் விளைவுகள்

இரசாயனத் தாக்கத்தின்போது மூலக அணுக்கள் உருவாக்கப்படுவதோ அல்லது அழிக்கப்படுவதோ இல்லை. எனவே தாக்கிகள் விளைவுகள் இடையே திணிவு சமப்படுத்தல் வேண்டும். மாற்று வழியில் கூறுவதாயின் தாக்கிகளின் மொத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கை விளைவுகளின் மொத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமானது. ஒரு இரசாயனத் தாக்கம், மேற்கூறப்பட்ட மூலகங்கள் சமப்படுத்தப்பட்டு எழுதப்பட்டிருப்பின், அது சமப்படுத்தப்பட்ட / ஈடுசெய்யப்பட்ட தாக்கச் சமன்பாடுகள் என அழைக்கப்படும்.

எந்தவோர் இரசாயனத் தாக்கமும் இந்த விதிகளுக்கு அமைந்து நடத்தல் வேண்டும்.

ஒரு இரசாயனத் தாக்கத்தைச் சமப்படுத்துவதற்கான விதிகள்:

(a) தாக்கிகளின் பக்கத்திலுள்ள அணுக்கள் விளைவுகளின் பக்கத்திலுள்ள அணுக்களுக்குச் சமமாகவிருத்தல் வேண்டும்.

(b) இரசாயனத் தாக்கத்தைச் சமப்படுத்தத் தாக்கிகள் அல்லது விளைவுகளின் சூத்திரங்கள் மாற்றப்படக்கூடாது.

(c) ஒரு சமப்படுத்திய இரசாயனச் சமன்பாட்டின் எல்லாப் பகுதிகளும் ஏதாவதொரு எண்ணினால் பிரிக்கப்பட்டு அல்லது பெருக்கப்பட்டுப் புதியதொரு சமப்படுத்திய இரசாயனச் சமன்பாட்டை உருவாக்கலாம்.

(d) மிகவும் சிறந்த (ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடிய) சமப்படுத்திய சமன்பாடு எளிய முழுஎண்களைக் கொண்டதாகவிருக்கும். இவ் முழுஎண்கள் சமப்படுத்திய சமன்பாட்டின் குணகங்கள் எனப்படும். இது பீசமானமான இலக்கமாக விபரிக்கப்படும்.

இரசாயனத் தாக்கங்களைச் சமப்படுத்துவதற்கு இரண்டு வழிகள் உள்ளன.

(a) உய்த்தறிதல் முறை / சரிபார்த்தல் முறை

(b) தாழ்த்தேற்று முறை

3.6.1 செவ்வைபார்த்தல் / சரிபார்த்தல் முறையில் இரசாயனத் தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தல்.

படி 01: விவரணங்களை அடிப்படையாகக்கொண்டு தாக்கிகள், விளைவுகள் அவற்றின் பௌதிக நிலைகளை இனம் காணுதல். பொருத்தமான சூத்திரங்களை எழுதிச் சமப்படுத்தப்படாத இரசாயனச் சமன்பாட்டை எழுதுக.

படி 02: மிகவும் குறைந்த எண்ணிக்கையில் அவற்றைக் கொண்ட மூலகங்களில் ஆரம்பித்து (பார்வையிடல்) சரிபார்த்தல் மூலம் சமன்பாட்டைச் சமப்படுத்துதல். ஒவ்வொரு மூலகமாகத் தாக்கிகளிலும் விளைவுகளிலும் அணுக்களைச் சமப்படுத்துவதற்குக் குணகங்களைத் துணிதல்.

படி 03: அம்புக்குறியின் இருபக்கங்களிலும் அணுக்கள் / அயன்கள் ஆகியவற்றைச் சமப்படுத்துவதற்கு கண்டறிந்த குணகங்கள் சரியா எனச் சோதித்தல். அத்துடன் சமன்பாட்டைச் சமப்படுத்த உபயோகித்த குணகங்கள் சிறிய முழுவெண்களா எனச் சோதித்தல்.

எளிய இரசாயனத் தாக்கங்களைப் சரிபார்த்தல் மூலம் சமப்படுத்தலாம். (ஈடுசெய்யலாம்) கீழே தரப்பட்ட உதாரணத்தைக் கருதுக.

உதாரணம் 1:- சல்பூரிக்கமிலம் மற்றும் சோடியமைதரொட்சைட்டு என்பன தாக்கமடைந்து சோடியம் சல்பேற்று மற்றும் நீரை விளைவாகத் தரும் தாக்கம்.

படி 1: தாக்கிகள் = சல்பூரிக்கமிலம் மற்றும் சோடியமைதரொட்சைட்டு

விளைவுகள் = சோடியம் சல்பேற்று மற்றும் நீர்

சமப்படுத்தப்படாத தாக்கச் சமன்பாடு

$$H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

படி 2: விளைவுப் பக்கமாகக் காணப்படும் சோடியம் அணுக்களைப் பயன்படுத்தி இரசாயனச் சமன்பாட்டைச் சமப்படுத்தல். விளைவுப் பக்கமாகக் காணப்படும் சோடியம் அணுக்களின் மொத்த எண்ணிக்கை 2. எனவே சோடியம் சார்பான தாக்கத்தின் குணகம் 2.

எனவே தாக்கச் சமன்பாடு

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

படி 3: அம்புக்குறியின் இரண்டு பக்கமும் ஏனைய அணுக்கள் / அயன்களைச் சமப்படுத்தல்.

சமப்படுத்தப்பட்ட தாக்கச் சமன்பாடு

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

பௌதிக நிலைகள் உடன சமபபடுத்தப்பட்ட தாக்கச் சமன்பாடு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

$$H_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$$

உதாரணம் 2:- நைதரசன் மற்றும் ஐதரசன் என்பன தாக்கமடைந்து விளைவாக அமோனியாவைஉருவாக்கும் தாக்கம்.

படி 1: தாக்கிகள் = நைதரசன் மற்றும் ஐதரசன்

விளைவுகள் = அமோனியா

சமப்படுத்தப்படாத தாக்கச் சமன்பாடு

$$N_2 + H_2 \longrightarrow NH_3$$

படி 2: தாக்கிப் பக்கமாகவுள்ள நைதரசன் அணுக்களைப் பயன்படுத்தி தாக்கச் சமன்பாடுகளைச் சமப்படுத்தல். தாக்கிப் பக்கமாகவுள்ள நைதரசன் அணுக்களின் மொத்த எண்ணிக்கை 2. எனவே நைதரசன் சார்பான தாக்கக் குணகம் 2.

எனவே தாக்கச் சமன்பாடு

$$N_2 + H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

படி 3: குணகத்தைப் பயன்படுத்தி ஏனைய அணுக்கள் (அயன்களைச் சமப்படுத்தல்). சமப்படுத்தப்பட்ட தாக்கச் சமன்பாடு

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

பௌதிக நிலைகள் உடன் சமப்படுத்தப்பட்ட தாக்கச் சமன்பாடு கீழே தரப்படுகின்றது.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

3.6.2 ஒரு தாழ்த்தேற்று முறையின் தாக்கச் சமன்பாடுகளைச் சமப்படுத்துதல் / ஈடுசெய்தல்.

அணுக்களின் ஒட்சியேற்ற எண்களின் மாற்றத்துடன் தொடர்புடைய இரசாயனத் தாக்கங்கள் தாழ்த்தேற்றத் தாக்க வகையினுள் அடங்கும். தாழ்த்தேற்றத் தாக்கங்கள் பின்வரும் முறையில் சமப்படுத்தப்படும்.

முறை 1: ஒட்சியேற்ற எண் மாற்ற முறை

ஒட்சியேற்ற எண் மாற்றங்களைக் கருதுதல் மற்றும் இவற்றைத் தாக்கிகளின் குணகமாகப் பயன்படுத்தல்.

ஒரு உதாரணமாக, S இற்கும் HNO_3 இற்கும் இடையிலான தாக்கம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

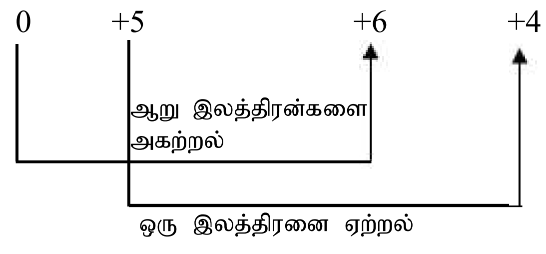
பின்வரும் வழிகள் சமன்பாட்டைச் சமப்படுத்த பிரயோகிக்கப்படும்.

படி 1: தாக்கத்தின் தாக்கிகள் மற்றும் விளைவுகளின் சூத்திரங்களைத் திருத்தமாக எழுதுதல்.

$$S(s) + HNO_3(aq) \longrightarrow H_2SO_4(aq) + NO_2(g) + H_2O(l)$$

படி 2: ஒட்சியேற்றம், தாழ்த்தல் என்பவற்றுக்குள்ளாகும் மூலகங்களிற்கு ஒட்சியேற்ற எண்களை வழங்குக.

$$S(s) + HNO_3(aq) \longrightarrow H_2SO_4(aq) + NO_2(g) + H_2O(l)$$



படி 3: ஒட்சியேற்ற எண் மாற்றம் சமனற்றுக் காணப்படுவதனால் இந்த இலக்கத்தினால் பெருக்கல் வேண்டும். கீழே காட்டப்பட்டவாறு இவ் இலக்கங்கள் சமப்படும். (இலத்திரன்களின் பரிமாற்றம் கட்டாயம் சமப்படுத்தப்படல் வேண்டும்.)

$$S(s) + 6HNO_3(aq) \longrightarrow H_2SO_4(aq) + 6NO_2(g) + H_2O(l)$$

படி 4: எஞ்சியுள்ள அணுக்களைச் சமப்படுத்துக.

$$S(s) + 6HNO_3(aq) \longrightarrow H_2SO_4(aq) + 6NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

முறை 2: அயன் இலத்திரன் அரைத்தாக்கத்தைப் பயன்படுத்தல் முறை

ஒவ்வொரு ஒட்சியேற்றத் தாழ்த்தல் தாக்கத்திலும் ஒரு தாக்கி தாழ்த்தப்படல் வேண்டும். ஒரு தாக்கி ஒட்சியேற்றப்படல் வேண்டும். சிலவேளைகளில் ஒரு தாக்கத்தில் ஒரே மூலகம் ஒட்சியேற்றத்திற்கும் தாழ்த்தலுக்கும் உட்படும். இத் தாக்கம் விசேடமாக இருவழி விகாரத் தாக்கம் என அழைக்கப்படும். இவ்விரு தாக்கங்களும் (ஒட்சியேற்றம், தாழ்த்தல்) அரைத்தாக்கங்களாகும். தாழ்த்தேற்று தாக்கத்தை சமப்படுத்துவதற்குரிய முதலிரு படிகள் இவ்வரைத்தாக்கங்களைக் கண்டறிந்து சமப்படுத்தலாகும்.

தாழ்த்தேற்றுத் தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தும் செயன்முறை:

படி **A**: தாக்கத்தை இரு அரைத்தாக்கங்களாகப் பிரித்தல்.

படி **B**: இரு அரைத்தாக்கங்களையும் சமப்படுத்துதல்.

படி **C**: இரு பக்கங்களிலும் உள்ள இலத்திரன்களை நீக்குவதற்கு இரு அரைத் தாக்கங்களையும் இணைக்குக.

உதாரணம்: H_2SO_4 (aq) முன்னிலையில் $K_2Cr_2O_7$ இற்கும் SO_2 இற்கும் இடையிலான தாக்கத்தில் Cr^{3+} மற்றும் SO_4^{2-} அயன்கள் பிரதான விளைவுகள் ஆகும்.

படி **A**: தாக்கத்தை இரு அரைத்தாக்கங்களாகப் பிரித்தல்.

$$Cr_2O_7^{2-} + SO_2 \longrightarrow Cr^{3+} + SO_4^{2-}$$

இரண்டு அரைத்தாக்கங்கள் வருமாறு:

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$$

$$SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-}$$

படி **B**: இரு அரைத்தாக்கங்களையும் சமப்படுத்துதல்.

படி 01: சமன்பாட்டின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள ஒவ்வொரு மூலகத்திற்கும் ஒட்சியேற்ற எண்களை வழங்குக.

படி 02: ஒட்சியேற்றப்பட்ட அல்லது தாழ்த்தப்பட்ட ஒவ்வொரு மூலகத்தின் அணுக்களைச் சமப்படுத்துக.

படி 03: "மொத்த" ஒட்சியேற்ற எண்ணைப் பெறுவதற்கு ஒட்சியேற்ற எண்ணை அவ்வொட்சியேற்ற எண் உடைய அணுக்களின் எண்ணிக்கையால் பெருக்குக.

படி 04: மற்றைய பக்கத்திற்கு இலத்திரன்களைச் சேர்த்து அரைத்தாக்கங்களைச் சமப்படுத்துக.

படி 05: அமில ஊடக கரைசல்களுக்கு H^+ அயன்களையும் கார ஊடக கரைசல்களுக்கு OH^- அயன்களையும் சேர்த்து ஏற்றத்தைச் சமப்படுத்துக.

படி 06: H_2O மூலக்கூறுகளைச் சேர்த்து ஐதரசனைச் சமப்படுத்துக.

படி 07: இரு பக்கங்களிலும் ஒட்சிசனைச் சரிபார்க்க.

படி B இல் கூறப்பட்ட அரை அயன்தாக்க சமப்படுத்தல் முறையின் பயன்பாடு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

அமில ஊடகத்தில் $Cr_2O_7^{2-}$ ஐ Cr^{3+} ஆகத் தாழ்த்தல்

படி 1: குரோமியத்தின் ஒட்சியேற்ற எண்ணை இடுதல்.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) \longrightarrow Cr^{3+}(aq)$$

(+6) (+3)

படி 2: குரோமியம் அணுவை இருபுறமும் சமப்படுத்தல்.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq)$$

படி 3: அணுக்களின் எண்ணிக்கையால் ஒட்சியேற்ற எண்ணைப் பெருக்கி இருபுறமும் மொத்த ஒட்சியேற்ற எண்ணைக் குறித்தல்.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq)$$

(+6)×2 (+3)×2

ஒட்சியேற்ற எண் மாற்றம் ஆறு

(+12 இலிருந்து +6 இற்கு)

படி 4: ஒட்சியேற்ற எண் வித்தியாசத்தைச் சமப்படுத்த இலத்திரன்களை இடுதல்.

$$6e + Cr_2O_7^{2-}(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq)$$

இருபுறமும் மொத்த ஏற்றத்தைக் கணிக்க.

$$\underbrace{6e + Cr_2O_7^{2-}(aq)} \longrightarrow \underbrace{2Cr^{3+}(aq)}$$

மொத்த ஏற்றம் மறை எட்டு (-8) — மொத்த ஏற்றம் நேர் ஆறு (-6)

படி 5: ஏற்றத்தைச் சமப்படுத்த H^+ அயன்களைச் சேர்க்க.

$$14H^+(aq) + 6e + Cr_2O_7^{2-}(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq)$$

படி 6: ஐதரசனைச் சமப்படுத்த நீர் மூலக்கூறுகளை இடுதல்.

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

படி 7: இருபுறமும் மொத்த அணுக்களை சரிப்பார்த்துச் சமப்படுத்தல்.

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

அமில ஊடகத்தில் SO_2 ஐ SO_4^{2-} ஆக ஒட்சியேற்றல்.

படிகள் 1, 2, 3

$$\underbrace{\underset{+4}{SO_2(g)} \longrightarrow \underset{+6}{SO_4^{2-}(aq)}}$$

ஒட்சியேற்ற எண் மாற்றம் இரண்டு

படி 4: ஒட்சியேற்ற மாற்றத்தைச் சமப்படுத்த இலத்திரன்களை இடுதல்.

$$SO_2(g) \longrightarrow SO_4^{2-}(aq) + 2e$$

படி 5: இருபுறமும் மொத்த ஏற்றங்களைக் கணிக்க

$$\underbrace{SO_2(g)}_{\text{மொத்த ஏற்றம் (0)}} \longrightarrow \underbrace{SO_4^{2-}(aq) + 2e}_{\text{மொத்த ஏற்றம் (-4)}}$$

பின்பு ஏற்றத்தைச் சமப்படுத்த H^+ அயன்களைச் சேர்க்க.

$$SO_2(g) \longrightarrow SO_4^{2-}(aq) + 2e + 4H^+(aq)$$

படி 6 மற்றும் 7:

ஐதரசனைச் சமப்படுத்த நீர் மூலக்கூறுகளை இடவும்.

$$2H_2O(l) + SO_2(g) \longrightarrow SO_4^{2-}(aq) + 2e + 4H^+(aq)$$

படி **C**: இரு பக்கங்களிலும் உள்ள இலத்திரன்களை நீக்குவதற்கு இரு அரைத் தாக்கங்களையும் இணைக்குக.

ஒட்சியேற்ற அரைச் சமன்பாட்டை 3 ஆல் பெருக்கி இருபுறமும் இலத்திரன்களைச் சமப்படுத்தல்.

சமன்பாடுகளை இணைத்தல்.

$$14H^+(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3SO_2(g) + 6H_2O(l) + 6e \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq) + 12H^+(aq) + 7H_2O(l) + 6e$$

எளிமையாக்கப்பட்ட சமன்பாடு (சமப்படுத்தப்பட்ட அயன் சமன்பாடு)

$$2H^+(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3SO_2(g) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq) + H_2O(l)$$

சமப்படுத்தப்பட்ட தாக்கச் சமன்பாடு

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

சமப்படுத்திய தாக்கங்களிலிருந்து பெறக்கூடிய தகவல்கள்

- தாக்கத்தில் தாக்கமடையும் ஒவ்வொன்றினதும் மூல்களின் எண்ணிக்கை
- தாக்கத்தில் உருவாகும் விளைவுகள் ஒவ்வொன்றினதும் மூல் எண்ணிக்கை
- தாழ்த்தேற்றித் தாக்கத்தில் ஈடுபடும் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை

H_2SO_4 முன்னிலையில் $K_2Cr_2O_7$ ஆனது SO_2 உடன் புரியும் மேலே கூறப்பட்ட தாக்கத்தைக் கருதுக.

(1) $K_2Cr_2O_7$ ஒரு அயன் சேர்வை. ஒரு $Cr_2O_7^{2-}$ அயன் ஆனது மூன்று SO_2 மூலக்கூறுகளுடன் தாக்கமடையும்.

(2) ஒரு மூல் $K_2Cr_2O_7$ ஆனது மூன்று மூல் SO_2 உடன் தாக்கமடைந்து ஒரு மூல் $Cr_2(SO_4)_3$ உம் ஒரு மூல் K_2SO_4 உம் ஒரு மூல் H_2O உம் உருவாகும்.

அரைத் தாக்க முறையைப் பயன்படுத்தி சமப்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடுகளுக்கு வேறு இரண்டு உதாரணங்கள் கீழே விபரிக்கப்பட்டுள்ளது.

உதாரணம் 3.6

$Fe^{2+}(aq) + NO_3^-(aq) \longrightarrow Fe^{3+}(aq) + NO(g)$ கார நிபந்தனைகளில் சமப்படுத்திய அரைத் தாக்கங்கள்

$Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Fe^{3+}(aq) + e^-$ (ஒட்சியேற்றத் தாக்கம்)

$NO_3^-(aq) + 2H_2O(\ell) + 3e^- \longrightarrow NO(g) + 4OH^-(aq)$ (தாழ்த்தல் தாக்கம்)

ஒட்சியேற்ற அரைத்தாக்கத்தை 3 ஆல் பெருக்குக.

$3[Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Fe^{3+}(aq) + e^-]$ ஒட்சியேற்றத் தாக்கம்

அரைத்தாக்கங்களை இணைக்குக.

$NO_3^-(aq) + 2H_2O(\ell) + 3e^- \longrightarrow NO(g) + 4OH^-(aq)$

$3[Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Fe^{3+}(aq) + e^-]$

$3Fe^{2+}(aq) + NO_3^-(aq) + 3e^- + 2H_2O(\ell) \longrightarrow 3Fe^{3+}(aq) + 3e^- + NO(g) + 4OH(aq)$

இலத்திரன்களை நீக்குக.

$3Fe^{2+}(aq) + NO_3^-(aq) + 2H_2O(\ell) \longrightarrow 3Fe^{3+}(aq) + NO(g) + 4OH^-(aq)$

உதாரணம் 3.7

கார ஊடகத்தில் இற்கும் இற்கும் இடையிலான தாழ்த்தேற்ற அயன் சமன்பாட்டைச் சமப்படுத்தல்.

$$MnO_4^- + Fe \longrightarrow MnO_2 + Fe^{2+}$$

விடை:

அரைத் தாக்கத்தைச் சமப்படுத்தல்:

ஒட்சியேற்ற அரைத்தாக்கம்: $Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e$ ------ (1)

தாழ்த்தல் அரைத்தாக்கம்: $2H_2O + 3e + MnO_4^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$ ------ (2)

ஒட்சியேற்ற அரை அயன் தாக்கம் (1)ஐ 3 ஆல் பெருக்குதல் மற்றும் தாழ்த்தல் அரை அயன் தாக்கம் (2)ஐ 2 ஆல் பெருக்குதல். இரண்டு அரைச் சமன்பாடுகளையும் சேர்க்கும்போது இலத்திரன்களை நீக்கி விடுதல்.

$$3Fe + 2MnO_4^- + 4H_2O \longrightarrow 3Fe^{2+} + 2MnO_2 + 8OH^-$$

எல்லைப்படுத்தும் சோதனைப் பொருள் / தாக்கி

ஒரு தாக்கத்தில் முற்றாகப் பயன்படுத்தப்படும் தாக்கி எல்லைப்படுத்தும் தாக்கி எனப்படும். மற்றைய (ஏனைய) தாக்கிகள் மிகையான தாக்கிகள் எனப்படும். பின்வரும் உதாரணம் தரப்பட்ட ஒரு தாக்கத்தில் உருவாகும் விளைபொருளின் அளவைக் கணிப்பதற்கு எல்லைப்படுத்தும் சோதனைப் பொருள் எண்ணக்கருவின் பயன்பாட்டை எடுத்துக் காட்டும்.

உதாரணம்:

3 mol N_2, 6 mol H_2 என்பவற்றிலிருந்து எத்தனை மூல்கள் NH_3 உருவாக்கப்படலாம்?

சமப்படுத்தப்பட்ட தாக்கச் சமன்பாடு:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

3 மூல் N_2 ஐ முற்றாகப் பயன்படுத்துவதற்குத்

தேவையான H_2 மூல்களின் எண்ணிக்கை $= N_2$ மூல் எண்ணிக்கை $\times\ 3 = 9$ மூல் H_2 தேவைப்படும்.

தேவையான H_2 இல் மூல் அதிகம் கிடைக்கக்கூடிய H_2 இன் மூல்.

எல்லைப்படுத்தும் காரணி H_2

6 மூல் H_2 ஐ முற்றாகப் பயன்படுத்துவதற்குத்

தேவையான N_2 மூல்களின் எண்ணிக்கை $= H_2$ மூல் எண்ணிக்கை $\times \frac{1}{3} = 2$ மூல் N_2 தேவைப்படும்.

தேவையான N_2 இல் மூல் குறைவு கிடைக்கக்கூடிய N_2 இன் மூல்.

மிகையான சோதனைப் பொருள் N_2

எல்லைப்படுத்தும் சோதனைப் பொருள் அளவை அடிப்படையாக உபயோகித்து உருவாகும் NH_3 அளவைக் கணிப்பதற்கு H_2 அளவு உபயோகிக்கப்படலாம்.

$$H_2 \text{ மூல் எண்ணிக்கை } \times \frac{2}{3} = 6 \text{ மூல் } \times \frac{2}{3} = 4 \text{ மூல் } NH_3$$

3.6.3 எளிய கருத்தாக்கங்களைச் சமப்படுத்தல்

கதிர்த் தொழிற்பாட்டு நியூக்கிளைட்டானது கருத்துணிக்கைகளை / இலத்திரன்களை அல்லது காமா(γ) கதிர்வீசல் வடிவத்தில் சக்தியை தோற்றுவித்து, கதிர்த்தொழிற்பாட்டுத் தேய்விற்கு உட்படலாம். அட்டவணை 3.6 இல் இவ்வாறான துணிக்கைகள், இலத்திரன்கள் காமா கதிர்வீசல் என்பவற்றின் பொதுவான சிறப்பியல்புகள் தரப்பட்டுள்ளன. அநேகமாகப் பொதுவாக உட்படுகின்ற கருத்துணிக்கைகள் அல்பா (α) துணிக்கைகளும் இலத்திரன்களும் ஆகும். இங்கு வெளியேற்றப் படும் உயர்கதி இலத்திரன்கள் பீற்றா (β) துணிக்கைகள் ஆகும்.

அட்டவணை 3.7 α, β, γ வெளிவீசல்களின் சிறப்பியல்புகள்

அல்பா	$^{4}_{2}He^{2+}$, $^{4}_{2}a$	2+	ஈலியம் அணுவின் திணிவிற்குச் சமம்
பீற்றா	$^{0}_{-1}b^{2+}$, $^{0}_{-1}b$	-1	இலத்திரனின் திணிவிற்குச் சமம்
காமா	$^{0}_{0}g$, g	0	திணிவு இல்லை

ஒரு மூலகத்தின் கதிர்த் தொழிற்பாட்டுச் சமதானி வேறொரு மூலகத்தின் அல்லது அதே மூலகத்தின் திணிவெண்ணில் வேறுபட்ட சமதானியாக இயற்கையில் மாற்றமடைதல் கதிர்த் தொழிற்பாடு என அறியப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறான மாற்றங்கள் கருத்தாக்கங்கள் அல்லது திரிபுகள் என அழைக்கப்படும். உதாரணமாக $^{226}_{88}Ra$ இன் கதிர்த்தொழிற்பாட்டுத் தேய்வினால் $^{222}_{86}Rn$ உருவாதல் பின்வருமாறு எழுதப்படும்.

$$^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{222}_{86}Rn$$

பெற்றார் கரு மகட் கரு

கருத்தாக்கங்களை ஈடுசெய்வதற்கான (சமப்படுத்துவதற்கான) விதிகள்

விதி 01: தாக்கமுறும் கருக்களின் திணிவெண்களின் கூட்டுத்தொகை உருவாகும் கருக்களின் திணிவெண்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமம்.

விதி 02: தாக்கமுறும் கருக்களின் அணுவெண்களின் கூட்டுத்தொகை உருவாகும் கருக்களின் அணுவெண்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமம்.

மேலே தரப்பட்ட தாக்கத்தைக் கருதுக.

$$^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{222}_{86}Rn$$

	பெற்றார் கரு (இரேடியம் 226)		அல்பா		மகட்கரு (இரேடன் 222)
திணிவு எண்	226	⟶	4	+	222
அணு எண்	88	⟶	2	+	86

உதாரணங்கள்:

$$^{7}_{4}\text{Be} \quad + \quad ^{0}_{-1}e \qquad \qquad ^{7}_{3}Li$$

பெற்றார் கரு பீற்றா மகட்கரு
(பெரிலியம் 7) (இலிதியம் 7)

திணிவு எண்	7	+	0	⟶	7
அணு எண்	4	+	-1	⟶	3

சில கருத்தாக்கங்களில் புரோத்தன்கள் ($^{1}_{1}p$), நியூத்திரன்கள் ($^{1}_{0}n$) என்பன சம்பந்தப்படுகின்றன.

3.7 கரைசல்களைத் தயாரித்தல்

கரையமொன்று ஒரு கரைப்பானில் கரைத்து உருவாக்கும் ஏகவினக் கலவையானது கரைசல் என அறியப்படும்.

மிகத் திருத்தமான தெரிந்த செறிவுடைய, தயாரிக்கப்பட்ட கரைசல்கள் நியமக் கரைசல்கள், முதன்மை நியமங்களுக்கு எதிராக நியம வளவாக்கம் செய்யப்படும். மட்டற்றதாகத் தூய்மையாகவும், உறுதியானதாகவும், நீரேற்றப்படாததாகவும், நீரில் உச்ச அளவில் கரையக்கூடியதாகவும் மற்றும் உயர் மூலக்கூற்று நிறையைக் கொண்ட சேர்வைகள் முதன் நியமங்கள் என அழைக்கப்படும்.
சில உதாரணமாக பின்வரும் நீரற்ற சேர்வைகளைக் கருதலாம்.

Na_2CO_3, $K_2Cr_2O_7$ மற்றும் KIO_3.

தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பகுப்பாய்வில் பயன்படுத்தப்படும் இரசாயனங்களான துணை / வழி நியமப் பதார்த்தங்கள் எனப்படுபவை முதன்மை நியமப் பதார்த்தங்களுக்கு எதிராக நியம வளவாக்கம் செய்யப்பட்டிருக்கும்.

கீழ்வரும் முறைகளைப் பயன்படுத்தி தெரிந்த செறிவுடைய கரைசல்களைத் தயாரித்துக் கொள்ள முடியும். செயன்முறை உதாரணங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

முறைகள்:

(1) தூய சேர்வையிலிருந்து திருத்தமாக அளந்தெடுக்கப்பட்ட திணிவு அல்லது கனவளவை கவனமாகப் பொருத்தமான கரைப்பானில் கரைத்தல்.
(2) சேகரிப்புக் கரைசல்களை (stock solution) ஐதாக்கல்.

மேலே கூறப்பட்ட இரு முறைகளிலும் வேறுபட்ட வழிகளில் கரைசலைத் தயாரித்தலை கீழே தரப்பட்டவை சுட்டிக் காட்டுகின்றன.

(1) **1.0 mol dm^{-3}, 500.00 cm^3 Na_2CO_3** கரைசல் தயாரித்தல்.

(a) தேவையான Na_2CO_3 மூல்களைக் கணித்தல்.

(b) சோதனைப்பொருள் போத்தலிலிருந்து தேவையான Na_2CO_3 யை திருத்தமாக நிறுத்தல்

(c) 500.00 cm^3 கனமானக் குடுவையினுள் Na_2CO_3யை இட்டு, சில காய்ச்சி வடித்த நீரில் நன்கு கரைத்தல்

(d) காய்ச்சி வடித்த நீரை உபயோகித்து 500.00 cm^3 குறிக்குக் கரைசலை ஐதாக்குதல்.

(2) **1.0 mol dm^{-3}, 250.00 cm^3 HCl** கரைசலை, செறிந்த **HCl** கரைசலில் **[36% (w/w)], 1.17 g ml^{-1} (1.17 g cm^{-3})** இருந்து தயாரித்தல்.

(a) கீழ் உள்ளவாறு செறிந்த HCl இன் செறிவைக் கணித்தல்.

செறிந்த HCl அமிலத்தின் 1 dm^3 இல் உள்ள,

HCl இன் திணிவு $= 1.17\ g\ cm^{-3} \times 1000\ cm^3 \times 36\%$

$= 421.2\ g$

செறிந்த HCl அமிலத்தின் 1 dm^3 இல் உள்ள,

HCl இன் மூல் எண்ணிக்கை $= 421.2\ g \div 36.5\ g\ mol^{-1}$

$= 11.5\ mol\ dm^{-3}$

செறிந்த HCl அமிலத்தில் HCl இன் செறிவு $= 11.5\ mol\ dm^{-3}$

(b) தேவைப்பட்ட கரைசலைத் தயாரிக்கத் தேவையான மூல் எண்ணிக்கையைக் கணித்தல்.

1.0 mol dm^{-3} HCl கரைசலின் 250.00 cm^3 கரைசலில் உள்ள

HCl இன் மூல் எண்ணிக்கை $= (1.0\ mol \times 250 cm^3) \div 1000\ cm^3$

$= 0.25\ mol$

தேவைப்பட்ட செறிந்த HCl அமிலத்தின் கனவளவு v என்க.

$0.25\ mol = (11.5\ mol \times v) \div 1000\ cm^3$

$v = 21.7\ cm^3$

(c) கரைசலைத் தயாரித்தல்.

செறிந்த HCl அமிலக் கரைசலின் 21.7 cm^3 ஐ திருத்தமாக அளந்தெடுத்து, 250.00 cm^3 கனமான குடுவையினுள் இடல். இது 250.00 cm^3 குறி வரை ஐதாக்கல். இவ்வாறு 1.0 mol dm^{-3}, 250.00 cm^3 HCl கரைசல் தயாரிக்கப்படும்.

(3) **1.0 mol dm^{-3}, Na_2CO_3** சேகரிப்புக் கரைசலிலிருந்து **(stock solution) 0.2 mol dm^{-3}, 100.00 cm^3, Na_2CO_3** கரைசல் தயாரித்தல்.

(a) 0.2 mol dm^{-3}, 100 cm^3 , Na_2CO_3 கரைசலிலுள்ள மூல்களைக் கணித்தல்.

(b) 0.2 mol dm^{-3}, 100 cm^3 , Na_2CO_3 கரைசலிலுள்ள Na_2CO_3 மூல்களிற்குச் சமமான எண்ணிக்கை Na_2CO_3 மூல்கள் உடைய 1 mol dm^{-3}, Na_2CO_3 கரைசல் கனவளவைக் கணித்தல்.

(c) 1 mol dm^{-3}, Na_2CO_3 கரைசலிலிருந்து கணித்த கனவளவைத் திருத்தமாக அளந்து 100.00 cm^3 கனமான குடுவையினுள் இடுதல்.

(d) காய்ச்சி வடித்த நீரை உபயோகித்து 100.00 cm^3 குறிக்குக் கரைசலை ஐதாக்குதல்.

(4) **6 mol dm^{-3}** சேகரிப்புக் **HCl** கரைசலிலிருந்து **1 mol dm^{-3}, 250.00 cm^3, HCl** கரைசலைத் தயாரித்தல்.

6 mol dm^{-3}, HCl கரைசலின் தேவையான கனவளவு v என்க.

v இற்கான கணிப்பு:

$$0.25 \text{ mol} = 6 \text{ mol} \times \frac{v}{1000} \text{ cm}^3$$

$$v = 41.60 \text{ cm}^3$$

6 mol dm^{-3}, HCl கரைசலின் 41.60 cm^3 ஐ திருத்தமாக அளந்தெடுத்து, 250.00 cm^3 கனமான குடுவைக்கு மாற்றல். பின்னர் குறி வரை ஐதாக்கல் மூலம் தேவையான கரைசலைப் பெறலாம்.

(5) இரண்டு சேகரிப்புக் கரைசல்களைக் கலந்து (உதாரணம்: **3 mol dm^{-3}** மற்றும் **0.5 mol dm^{-3} HCl** கரைசல்) **1 mol dm^{-3}, 250.00 cm^3 HCl** கரைசலைத் தயாரித்தல்.

3 mol dm^{-3}, HCl கரைசலின் v cm^3 தேவை எனக் கருதுக.

எனவே 0.5 mol dm^{-3}, HCl கரைசலின் (250 00 - v) cm^3 தேவை.

தயாரிக்கப்பட வேண்டிய HCl கரைசலிலுள்ள HCl இன் மூல் எண்ணிக்கை 0.25mol.

கனவளவு v இற்கான கனவளவு:

$$\left(\frac{v \times 3}{1000} \text{ mol dm}^{-3}\right) + (250.00 - v) \times \frac{0.5}{1000} \text{ mol dm}^{-3}) = 0.25 \text{ mol}$$

$$v = 50.00 \text{ cm}^3$$

தேவையான 3 mol dm^{-3}, HCl கரைசலின் கனவளவு = 50.00 cm^3

தேவையான 0.5 mol dm^{-3}, HCl கரைசலின் கனவளவு = (250.00 - 50.00) cm^3

= 200.00 cm^3

ஆகவே 3 mol dm^{-3}, HCl கரைசலில் 50.00 cm^3 உடன் 0.5 mol dm^{-3}, HCl கரைசலின் 200.00 cm^3 கலப்பதன் மூலம் 1 mol dm^{-3}, 250.00 cm^3, HCl கரைசலைத் தயாரிக்க முடியும்.

3.8 இரசாயனத் தாக்கங்களை அடிப்படையாக உடைய கணித்தல்கள்

செறிவு தெரிந்த ஒரு கரைசலை உபயோகித்து சில தெரியாத வெவ்வேறு வகை நீர்க்கரைசல்களின் செறிவைத் தீர்மானிப்பதற்கு இரசாயனத் தாக்கங்களைப் பயன்படுத்தலாம். செறிவு தெரிந்த கரைசல் (நியமக் கரைசல்) செறிவு தெரியாக் கரைசலுடன் அறியப்பட்ட ஒரு பீசமானத்துடன் தாக்கமுறும். நியமக் கரைசலுடன் செறிவு தெரியாக் கரைசல் முற்றாகத் தாக்கமுறும் நிலையில், நியமக் கரைசலின் செறிவையும் தாக்கத்தின் பீசமானத்தையும் உபயோகித்துத் தெரியாத கரைசலின் செறிவைக் கணிக்கலாம்.

உதாரணம் 1: அமில - காரத் தாக்கம்

0.1M நியமக் கரைசல் HNO_3 உடன் செறிவு தெரியாத கரைசல் $Ba(OH)_2$ தாக்கமுறவிடப்படுகின்றது. 25.00 cm^3 $Ba(OH)_2$ உடன் முற்றாகத் தாக்கமுறுவதற்கு 0.1M, 34.00 cm^3 HNO_3 தேவைப்படுகின்றது. கீழே காட்டப்பட்ட படிமுறைகளைப் பயன்படுத்தி $Ba(OH)_2$ இன் செறிவைக் கணிக்கலாம்.

$$2HNO_3(aq) + Ba(OH)_2(aq) \longrightarrow Ba(NO_3)_2(aq) + 2H_2O(l)$$

சமப்படுத்திய சமன்பாட்டின்படி இரண்டு மூல்கள் HNO_3 ஒரு மூல் $Ba(OH)_2$ உடன் தாக்கமுறுகின்றது.

பயன்படுத்திய HNO_3 மூல்களைக் கணித்தல்.

பயன்படுத்திய HNO_3 mol $= 0.1\ \text{mol dm}^{-3} \times \frac{34.00}{1000} \text{dm}^3 = 0.0034\ \text{mol}$

பயன்படுத்திய HNO_3 மூல் $= 25\ cm^3$ இல் உள்ள $Ba(OH)_2$ மூல் $\times 2$

$$0.0034\ \text{mol} = \text{Concentration of } Ba(OH)_2 \times \frac{25}{1000} \text{dm}^3 \times 2$$

$Ba(OH)_2$ இன் செறிவு $= 0.068\ \text{mol dm}^{-3}$

உதாரணம் 2: தாழ்த்தேற்றத் தாக்கம்

0.25 mol dm^{-3}, 27.00 cm^3 $Fe(NO_3)_2$ உடன் முற்றாகத் தாக்கமுறுவதற்குத் தேவையான 0.6 mol dm^{-3} $KMnO_4$ இன் கனவளவு யாது?

MnO_4^- இற்கும் Fe^{2+} இற்குமிடையிலான சமப்படுத்திய தாக்கம்

$$MnO_4^-(aq) + 5Fe^{2+}(aq) + 8H^+(aq) \longrightarrow 5Fe^{3+}(aq) + Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$$

பயன்படுத்திய Fe^{2+} mol $= 0.25\ \text{mol dm}^{-3} \times \frac{27.00}{1000} \text{dm}^3 = 6.75 \times 10^{-3}$ mol

பயன்படுத்தத் தேவையான MnO_4^- மூல் $= \frac{6.75 \times 10^{-3}}{5}$ mol

$KMnO_4$ இன் கனவளவு, v dm^3

$$\frac{6.75 \times 10^{-3}}{5} \text{mol} = 0.6\ \text{mol dm}^{-3} \times \frac{v}{1000} \text{dm}^3$$

$$V = 0.00225\ dm^3 = 2.25\ cm^3$$

உதாரணம் 3: திணிவுமானம்

$0.1\ mol\ dm^{-3}$, $Ba(OH)_2$ ஆனது $0.2\ mol\ dm^{-3}$, $30\ cm^3$, H_2SO_4 அமிலத்துடன் பூரணமாகத் தாக்கமடைந்து உருவாகும் $BaSO_4$ இன் திணிவைக் கணிக்க.

சமப்படுத்தப்பட்ட தாக்கச் சமன்பாடு,

$$H_2SO_4\,(aq) + Ba(OH)_2\,(aq) \longrightarrow BaSO_4\,(s) + 2H_2O\,(l)$$

சமப்படுத்தப்பட்ட தாக்கச் சமன்பாட்டின் அடிப்படையில் உருவாகும் $BaSO_4$ இன் திணிவைக் கணித்தல்.

பயன்படுத்தப்பட்ட H_2SO_4 இன் அளவு $= 0.2\ mol\ dm^{-3} \times \dfrac{30.00\ cm^3}{1000\ cm^3} = 0.006\ mol$

வீழ்படிவாகிய $BaSO_4$ இன் அளவு $= 0.006\ mol$

$BaSO_4$ இன் மூலர்திணிவு $= 233\ g\ mol^{-1}$

வீழ்படிவாகிய $BaSO_4$ இன் திணிவு $= 20.006\ mol \times 33\ g\ mol^{-1}$

$= 1.4\ g$

தீர்க்கப்பட்ட பிரசினங்கள்:

கேள்வி 1:

(a) iron(III) oxide இல் உள்ள இரும்பு, ஒட்சிசன் திணிவுச் சதவீதங்கள் யாவை?

(b) ஒரு கிலோகிராம் Fe_2O_3 இலிருந்து பிரித்தெடுக்கக்கூடிய இரும்பின் திணிவு கிராமில் யாது?

(c) ஒரு கிலோகிராம் இரும்பைப் பிரித்தெடுக்கத் தேவையான 66.4% Fe_2O_3 யை உடைய ஏமற்றைற்று தாதுப் பொருளின் மெற்றிக் தொன்கள் யாவை?

விடை:

(a) Fe இன் திணிவு %

$$\frac{1 \text{ mol } Fe \text{ இன் திணிவு} \times 2}{1 \text{ mol } Fe\,O_3 \text{ இன் திணிவு}} \times 100 = \frac{112 \text{ g Fe } \times}{160 \text{ g } Fe\,O_3} 100 = 70\%$$

O வின் திணிவுச் %

O வின் திணிவுச் % = 100% - Fe இன் திணிவுச் % 100% - 70% = 30%

(b) Fe இன் திணிவு

$$1000 \times 10^3 \text{ g } Fe\,O_3 \times \frac{70 \text{ g Fe}}{100\text{g } Fe\,O_3} = 700\text{g Fe}$$

(c) தேவையான ஏமற்றைற்றின் திணிவு

$$1\text{kg } Fe \times \frac{100 \text{ g } Fe\,O_3}{70\text{g } Fe} \times \frac{100 \text{ g தாதுப்பொருள்}}{66.4\text{g } Fe\,O_3}$$

$$= 2.15 \text{ kg}$$

கேள்வி 2:

ஒரு மாணவன் 4.0 mg சோடியம் அயன்கள் (NaCl வடிவத்தில்) 4.00 g குளுக்கோசு ($C_6H_{12}O_6$), 96 g நீர் என்பவற்றைக் கலந்து ஒரு கரைசல் தயாரிக்கின்றான்.

(a) கரைசலில் குளுக்கோசின் மூலல்திறன் யாது?

(b) கரைசலில் எவ்வளவு Na^+ ppm இல் காணப்படுகின்றது?

விடை:

(a) மூலல் திறன் $= \frac{\text{கரைய மூல்}}{\text{கரைப்பானின் திணிவு (kg)}}$

குளுக்கோசு மூல்கள் $= \frac{40\text{g குளுக்கோசு}}{180\text{g / mol}} = 0.022\text{mol}$

கரைப்பானின் (நீரின்) திணிவு kg இல் = 0.096 kg

மூலல் திறன் $= \frac{0.022\text{mol}}{0.096\text{kg}} = 0.23 \text{ mol kg}^{-1}$

(b) கரைசல் திணிவு = 0.004 g + 4.00 g + 96 g
= 100.004 g
= 39.99 ppm

கேள்வி 3:

NaCl, KCl ஆகியவற்றையுடைய கலவையின் திணிவு 5.48 g. இம்மாதிரி நீரில் கரைக்கப்பட்டு, மிகையான வெள்ளி நைத்திரேற்றுடன் ($AgNO_3$) பரிகரிக்கப்பட்டது. உருவாகும் AgCl ,12.70 g திணிவுடையது. கலவையில் உள்ள NaCl இன் திணிவுச் சதவீதத்தைக் கணிக்குக.

` $AgNO_3(aq), + Cl^-(aq) \longrightarrow AgCl (s) + NO_3^-(aq)$

விடை:

AgCl மூல்கள் $= \frac{12.70g}{143.32g / mol} = 0.088\ mol$

n(NaCl) NaCl இன் மூல் எண்ணிக்கை + n(KCl) KCl இன் மூல் எண்ணிக்கை= 0.088mol

$$0.088\ mol = \frac{\text{NaCl இன் திணிவு}}{58.48g / mol} + \frac{\text{KCl இன் திணிவு}}{74.5g / mol} \quad ....(1)$$

அத்துடன் NaCl திணிவு + KCl திணிவு = 5.48 g ------------------------------ (2)

சமன்பாடு (2) இலிருந்து KCl திணிவு = 5.48 g - NaCl திணிவு

சமன்பாடு (1) இற்கு பிரதியிட,

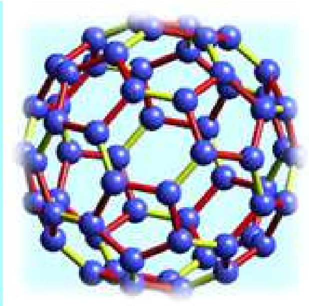
$$0.088\ mol = \frac{\text{NaCl இன் திணிவு}}{58.48g / mol} + \frac{(5.48g - \text{NaCl இன் திணிவு})}{74.5g / mol}$$

NaCl இன் திணிவு = 3.93 g

NaCl இன் திணிவுச் சதவீதம் $= \frac{3.93}{5.48} \times 100\% = 71.71\%$

அட்டவணை 3.8 சமன்பாடுகளின் சுருக்கம்

சமன்பாடு	அலகு
A இன் திணிவுப் பின்னம் **(w/w)** $= \dfrac{\text{A இன் திணிவு}}{\text{பதார்த்தம் அல்லது கலவையின் திணிவு}}$	-
A இன் கனவளவுப் பின்னம் **(v/v)** $= \dfrac{\text{A இன் கனவளவு}}{\text{கலவையின் கனவளவு}}$	-
A இன் மூல் பின்னம் **(X_A)** $= \dfrac{\text{A இன் மூல்கள்}}{\text{கலவையின் மொத்த மூல்கள்}}$ $\dfrac{n_A}{n_A + n_B + n_C + \ldots}$	-
சேர்வை ஒன்றில் மூலகம் **X** இன் திணிவுச் சதவீதம் $= \dfrac{\text{சூத்திரத்தில் உள்ள X இன் மூல்கள்} \times \text{X இன் மூலத்திணிவு } (\text{g mol}^{-1})}{\text{கரைசலின் கனவளவு}} \times 100\%$	-
திணிவுச் சதவீதம் **(w/w)** $= \dfrac{\text{பதார்த்தத்தின் திணிவு}}{\text{கலவையின் திணிவு}} \times 100\%$	-
கனவளவுச் சதவீதம் **(v/v)** $= \dfrac{\text{பதார்த்தத்தின் கனவளவு}}{\text{கலவையின் கனவளவு}} \times 100\%$	-
ஒரு ஆயிரத்தின் பகுதிகள் **(ppt)** $= \dfrac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 10^3$	-
ஒரு மில்லியனின் பகுதிகள் **(ppm)** $= \dfrac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 10^6$	-
ஒரு பில்லியனின் பகுதிகள் **(ppb)** $= \dfrac{\text{கரையத்தின் திணிவு}}{\text{கரைசலின் திணிவு}} \times 10^9$	-
மூலற்றிறன் / மூலல்றிறன் **(m)** $= \dfrac{\text{கரையத்தின் மூல்கள்}}{\text{கரைப்பானின் திணிவு}}$	mol kg^{-1}
மூலர்த்திறன் **(M)** $= \dfrac{\text{கரைய மூல்கள்}}{\text{கரைசலின் கனவளவு}}$	mol dm^{-3}



4. *s, p* மற்றும் *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் இரசாயனவியல்

உள்ளடக்கம்

4.0 *s, p, d* தொகுப்பு மூலகங்களின் இரசாயனம்.

s தொகுப்பு மூலகங்கள்
4.1 கூட்டம் 1 மூலகங்கள்
4.1.1 கூட்டப்போக்குகள்
4.1.2 கூட்டம் 1 மூலகங்களின் தாக்கங்கள்
4.1.3 உப்புகளின் வெப்பவுறுதித் தன்மை
4.1.4 கூட்டம் 1 உப்புகளின் கரைதிறன்
4.1.5 சுவாலைப் பரிசோதனை

4.2 கூட்டம் 2 மூலகங்கள்
4.2.1 கூட்டப் போக்குகள்
4.2.2 காரமண் கூட்ட 2 மூலகங்களின் தாக்கங்கள்
4.2.3 உப்புகளின் வெப்பவுறுதித்தன்மை
4.2.4 கூட்டம் 2 உப்புகளின் கரைதிறன்
4.2.5 சுவாலைப் பரிசோதனை

p தொகுப்பு மூலகங்கள்
4.3 கூட்டம் 13 மூலகங்கள்
4.3.1 கூட்டப் போக்குகள்
4.3.2 அலுமினியம்

4.4 கூட்டம் 14 மூலகங்கள்
4.4.1 கூட்டப்போக்குகள்
4.4.2 வைரமும், காரீயமும்
4.4.3 காபன் ஓரொட்சைட்டு, காபன் ஈரொட்சைட்டு
4.4.4 காபனின் ஒட்சோ அமிலம்

4.5 கூட்டம் 15 மூலகங்கள்
4.5.1 கூட்டப்போக்குகள்
4.5.2 நைதரசனின் இரசாயனம்
4.5.3 நைதரசனின் ஒட்சோ அமிலங்கள்
4.5.4 அமோனியாவும், அமோனியம் உப்புகளும்

4.6 கூட்டம் 16 மூலகங்கள்
4.6.1 கூட்டப்போக்குகள்
4.6.2 கூட்டம் 16 இன் ஐதரைட்டுக்கள்
4.6.3 ஒட்சிசன்
4.6.4 கந்தகம்
4.6.5 ஒட்சிசனைக் கொண்டிருக்கும் சேர்வைகள்
4.6.6 ஐதரசன்பெரொக்சைட்டு
4.6.7 கந்தகத்தைக் கொண்டிருக்கும் சேர்வைகள்
4.6.8 கந்தகத்தின் ஒட்சி அமிலங்கள்

4.7 கூட்டம் 17 மூலகங்கள்
4.7.1 கூட்டப்போக்குகள்
4.7.2 கூட்டம் 17 இன் எளிய சேர்வைகள்
4.7.3 குளோரினின் தாக்கங்கள்

4.8 கூட்டம் 18 மூலகங்கள்
4.8.1 கூட்டப்போக்குகள்
4.8.2 கூட்டம் 18 மூலகங்களின் எளிய சேர்வைகள்

4.9 *s, p* தொகுப்பு மூலகங்களினால் காட்டப்படும் ஆவர்த்தனப் போக்குகள்
4.9.1 வலுவளவோட்டு இலத்திரனிலையமைப்பு
4.9.2 உலோக இயல்பு
4.9.3 நீர், அமிலங்கள், மூலங்கள் என்பவற்றுடன்

மூன்றாம் ஆவர்த்தன ஒட்சைட்டுகளின் தாக்கங்கள்
4.9.4 ஐதரொட்சைட்டுகள், ஐதரைட்டுகள் என்பவற்றின் அமில, மூல ஈரியல்பு நடத்தை
4.9.5 மூன்றாம் அவர்த்தனத்தின் குறுக்கே ஏலைட்டுகளின் இயல்பு

d தொகுப்பு மூலகங்கள்
4.10 தாண்டல் மூலகங்கள்
4.10.1 இருக்கை
4.10.2 நான்காம் ஆவர்த்தன *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் இயல்புகள்
4.10.3 *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் ஒட்சைட்டுக்கள்
4.10.4 தெரிவு செய்யப்பட்ட சில *d* தொகுப்பு ஒட்சைட்டுக்களின் இரசாயனம்
4.10.5 தாண்டல் உலோக அயன்களின் இணைப்புச் சேர்வைகள்
4.10.6 எளிய, சிக்கல் அயன்கள், சேர்வைகள் என்பவற்றின் பெயரீடு
4.10.7 சிக்கல்களின் நிறங்களைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
4.10.8 *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் முக்கியத்துவம்.
4.10.9 தெரிவு செய்யப்பட்ட *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் கற்றயன்களிற்கான இனங்காணும் பரிசோதனைகள்

அறிமுகம்

இப்பகுதியானது s, p மற்றும் d தொகுப்பு மூலகங்களின் பௌதீக இரசாயன இயல்புகளை விபரிக்கின்றது. ஆவர்த்தன அட்டவணையிலுள்ள மூலகங்களுக்கிடையேயான போக்குகளையும் கோலங்களையும் இனங்காண இப்பகுதி உதவும்.

S தொகுப்பு மூலகங்கள்

4.1 கூட்டம் 1 மூலகங்கள்

கூட்டம் 1 இன் எல்லா மூலகங்களும் உலோகங்கள் - ஐதரசன் மட்டும் விதிவிலக்கு. அது அல்லுலோகமாகும். எல்லாக் கூட்டம் 1 மூலகங்களும் வலுவளவு ஓட்டில் ns^1 இலத்திரனிலையமைப்புடையன. ஆதலால் உயர் தாக்குதிறன் உடையன.

சோடியமானது இயற்கையில் வெவ்வேறு உப்புகளாக, NaCl (பாறை உப்பு) மற்றும் $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (வெண்காரம்) போன்று காணப்படும். KCl (சிலவைற்) மற்றும் $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (காணலைற்) போன்றன இயற்கையில் காணப்படும் பொற்றாசியம் உப்புக்களாகும்.

4.1.1 கூட்டப் போக்குகள்

எல்லாக் கார உலோகங்களும் பளபளப்பானவை அவை உயர் மின் மற்றும் வெப்பக் கடத்திகளாகும். இவ்வுலோகங்கள் மென்மையானவை அத்துடன் கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது மேலும் மென்மை அதிகரிக்கின்றது. கூட்டம் 1 உலோகங்களின் உருகுநிலைகள் கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது குறைகின்றன. கீழேயுள்ள அட்டவணை 4.1 இலுள்ள பெறுமானங்கள் இம்மூலகங்கள் மத்தியிலுள்ள போக்குகளை விளங்கிக் கொள்ளப் பயன்படுத்த முடியும். கூட்டம் 1 மூலகங்கள் சேர்வைகளை உருவாக்கும்போது எப்போதும் ஒட்சியேற்ற எண் +1 ஐக் காட்டும் பெரும்பாலான சேர்வைகள் உறுதியான அயன் திண்மங்களாகும்.

அட்டவணை 4.1 கூட்டம் 1 இன் இயல்புகள்

	Li	Na	K	Rb	Cs
தரைநிலை இலத்திரனிலையமைப்பு	[He]2s^1	[Ne]3s^1	[Ar]4s^1	[Kr]5s^1	[Xe]6s^1
உலோகஆரை/ pm	152	186	231	244	262
உருகுநிலை/ °C	180	98	64	39	29
M^+ இன் ஆரை/ pm	59	102	138	148	174
1ம் அயனாக்கசக்தி/ kJ mol^{-1}	520	495	418	403	375
2ம் அயனாக்கசக்தி/ kJ mol^{-1}	7298	4562	3052	2633	2234

Li இலிருந்து Cs வரை அணுவாரை அதிகரிப்பானது, இம்மூலகங்களின் அயனாக்க சக்திக் குறைவைக் கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி ஏற்படுத்துகின்றது. அத்துடன் இது கூட்டம் 1 இன் இரசாயன இயல்புகளை விளங்குவதற்கு உதவுகின்றது. கூட்டம் 1 இன் மூலகங்களின் தாக்குதிறன் கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி அதிகரிக்கின்றது.

**** ஒரு இரசாயனத் தாக்கத்தை எழுதும்போது சேர்வைகளின் பௌதிக நிலைகளைத் தருவது அவசியமானதாக இருந்தபோதும் அலகு 6 இல் பௌதிக நிலைகளைத் தருவது பூரண புள்ளிகளைப் பரீட்சையில் பெறுவதற்கு அவசியமானதல்ல.**

4.1.2 கூட்டம் 1 மூலகங்களின் தாக்கங்கள்

ஒட்சிசனுடன் (O_2) தாக்கம்	$4M + O_2 \longrightarrow 2M_2O$
மிகை ஒட்சிசனுடன்(O_2) Na பரவொட்சைட்டுகளைத் தரும்	$2Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2$
மிகை ஒட்சிசனுடன் (O_2) K, Rb , Cs சுப்பர் ஒட்சைட்டுகளைத் தரும்	$M + O_2 \longrightarrow MO_2$
நைதரசனுடன் (N_2) Li மட்டும் உறுதியான நைத்திரைட்டை ஆக்கும்	$6Li + N_2 \longrightarrow 2Li_3N$
ஐதரசனுடன் (H_2)	$2M + H_2 \longrightarrow 2MH$
நீருடன் (H_2O)	$2M + 2H_2O \longrightarrow 2MOH + H_2$
அமிலங்களுடன் (H^+)	$2M + 2H^+ \longrightarrow 2M^+ + H_2$

நீருடன் தாக்கம்

கூட்டம் 1 உலோகங்கள் கூட்டத்தின் வழியே கீழ்நோக்கி நீருடன் அதிகரிக்கும் தாக்குதிறன் உடையவை. நீருடன் தாக்குதிறன்போக்கு கீழேயுள்ளவாறு,

Li	Na	K	Rb	Cs
ஒப்பீட்டளவில் குறைவு	உக்கிரமாக	எரிதலுடன் உக்கிரமாக	வெடித்தலுடன் உக்கிரமாக	வெடித்தலுடன்

நீருடன் அல்லது வளியில் கிடைக்கும் நீராவியுடன் Li ஆனது உக்கிரமற்ற தாக்கத்தில் ஈடுபட்டு இலிதியம் ஐதரொட்சைட்டையும் ஐதரசன் வாயுவையும் உருவாக்கும். எவ்வாறாயினும், சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியம் இரண்டும் நீருடன் உக்கிரமாகத் தாக்கமுற்று உலோக ஐதரொட்சைட்டையும் ஐதரசன் வாயுவையும் உருவாக்குகின்றன. Li தாழ், ஏனையவை உயர் புறவெப்பத்தாக்கத்திற்குரியவை.

ஒட்சிசன் / வளியுடன் தாக்கங்கள்

Li ஆனது ஒட்சிசன் மற்றும் நைதரசன் (N_2) இரண்டுடனும் தாக்கமுறக்கூடியது. வெப்பமேற்றும்போது Li எரிந்து ஒரு வெண்பொடியாக இலிதியம் ஒட்சைட்டை (Li_2O) உருவாக்கும். நைதரசனுடன் இலிதியமானது இலிதியம் நைத்திரைட்டைத் (Li_3N) தரும். எவ்வாறாயினும் சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியம் நைதரசனுடன் தாக்கமற்றன. சோடியம் வளியில் எரிக்கப்படும்போது சிறிதளவு சோடியம் ஒட்சைட்டுடன் பிரதானமாக சோடியம்பரவொட்சைட்டை உருவாக்கும். இதற்கு மாறாகப்

பொட்டாசியத்தை வளியில் எரிக்கும்போது சிறதளவு பொட்டாசியம் ஒட்சைட்டு, பொட்டாசியம் பரவொட்சைட்டுடன் பிரதானமாகப் பொட்டாசியம் சுப்பர் ஒட்சைட்டை உருவாக்கும். சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் பரவொட்சைட்டில் ஒட்சிசனின் ஒட்சியேற்ற நிலை -1 உம் பொட்டாசியம் சுப்பர் ஒட்சைட்டில் -1 மற்றும் 0 உம் ஆகும்.

கூட்டம் 1 உலோக ஒட்சைட்டுக்கள் நீருடன் தாக்கி உலோக ஐதரொட்சைட்டுகளைக் கீழே காட்டியவாறு உருவாக்கும்.

$$Na_2O(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2NaOH(aq)$$

சூடாக்கப்படும்போது இலிதியமானது நைதரசனுடன் இலிதியம் நைதிரைட்டைத் தரும். இலிதியம் மட்டுமே ஒரு உறுதியான காரஉலோக நைத்திரைட்டை உருவாக்குகின்றது. நீருடன் இலிதியம் நைத்திரைட்டானது அமோனியாவையும் இலிதியம் ஐதரொட்சைட்டையும் உருவாக்கு கின்றது.

$$Li_3N(s) + 3H_2O(l) \longrightarrow 3LiOH(aq) + NH_3(g)$$

கூட்டம் 1 ஐதரொட்சைட்டுகள் காபனீர்ஒட்சைட்டுடன் தாக்கிப் பொருத்தமான காபனேற்றுகளை உருவாக்குகின்றது. இக்காபனேற்றுகள் காபனீர்ஒட்சைட்டுடன் மேலும் தாக்கி உலோக ஐதரசன் காபனேற்றுகளை உருவாக்குகின்றன.

$$2NaOH(aq) + CO_2(g) \longrightarrow Na_2CO_3(aq) + H_2O(l)$$

$$Na_2CO_3(aq) + CO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow 2NaHCO_3(aq)$$

சோடியம் ஐதரசன் காபனேற்றானது சோடியம் காபனேற்றைவிட நீரில் கரைதிறன் குறைந்தது.

ஐதரசன் வாயுவுடன் தாக்கம்

கூட்டம் 1 மூலகங்கள் ஐதரசனுடன் தாக்கித் திண்ம, அயனிக் உலோக ஐதரைட்டுகளை உருவாக்கும். இவ்வைதரைட்டுகளில் ஐதரசனின் ஒட்சியேற்ற எண் -1 ஆகும். இவ்வுலோக ஐதரைட்டுகள் நீருடன் உக்கிரமாகத் தாக்கி ஐதரசன் வாயுவைத் தருகின்றன.

$$2Na(s) + H_2(g) \longrightarrow 2NaH(s)$$

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

அமிலங்களுடன் தாக்கம்

இலிதியம், சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியம் என்பன ஐதான அமிலங்களுடன் உக்கிரமாகத் தாக்கமுற்று ஐதரசன் வாயுவை உருவாக்குவதடன் பொருத்தமான உலோக உப்புகளையும் உருவாக்குவனவாகும். இத்தாக்கங்கள் உயர் புறவெப்பமாகவும் வெடித்தலுடனும் அமையும். ஒரு சில தெரிவு செய்யப்பட்ட தாக்கங்கள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன.

$$2Li(s) + \text{dil. } 2HNO_3(aq) \longrightarrow 2LiNO_3(aq) + H_2(g)$$

$$2Na(s) + \text{dil. } H_2SO_4(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2(g)$$

4.1.3 உப்புக்களின் வெப்பவுறுதித் தன்மை

நைத்திரேற்றுகளின் பிரிகை

கூட்டம் 1 இன் நைத்திரேற்றுகள் பசளைக்காகவும் வெடிபொருட்களுக்காகவும் பயன்படுத்தப்படுவன. இந்நைத்திரேற்றுகள் வெப்பப்பிரிகையடைவன. $LiNO_3$ ஆனது இலிதியஒட்சைட்டு, நைதரசன் ஈரோட்சைட்டு மற்றும் ஒட்சிசனாகப் பிரிகையடையும். எவ்வாறாயினும் மற்றைய கூட்டம் 1 இன் நைத்திரேற்றுகள் வெப்பப்பிரிகையில் உரிய உலோக நைத்திரைற்றுகளையும் ஒட்சிசனையும் தருவனவாகும்.

$$4LiNO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2Li_2O(s) + 4NO_2(g) + O_2(g)$$

$$2KNO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KNO_2(s) + O_2(g)$$

காபனேற்றுகளின் பிரிகை

காபனேற்றுகள் உறுதியானவை. அவை ஒட்சைட்டுகளாகப் பிரியையடையமுன் உருகும் இயல்புடையன. எவ்வாறாயினும் Li_2CO_3 குறைந்த உறுதியுடையது. அத்துடன் இலகுவாகப் பிரிகையடையக்கூடியது.

$$Li_2CO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Li_2O(s) + CO_2(g)$$

இருகாபனேற்றுகளின் வெப்பப்பிரிகை

கூட்டம் 1 இன் இருகாபனேற்றுகளின் பிரிகை கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$2NaHCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

வெப்பவுறுதித்தன்மை கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி அதிகரிக்கும்.

4.1.4 கூட்டம் 1 உப்புகளின் கரைதிறன்

LiF, Li_2CO_3 மற்றும் Li_3PO_4 போன்ற சில இலிதியம் உப்புகளைத் தவிர கூட்டம் 1 இன் உப்புகள் நீரில் கரையக்கூடியவை.

அனயன்கள் நிறமுள்ளன அல்லாவிடின் எல்லா உப்புகளும் வெண்திண்மங்கள் ஆகும்.

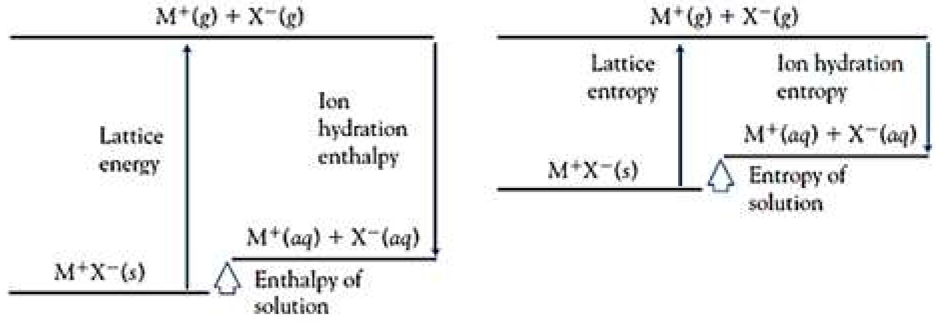
கூட்டம் 1 இன் ஏலைட்டுகளின் கரைதிறன் கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி அதிகரித்துச் செல்லும். இது அட்டவணை 4.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 4.2 சோடியம் ஏலைட்டுகளின் கரைதிறன்

உப்பு	கரைதிறன் / mol L^{-1}
NaF	0.99
NaCl	6.2
NaBr	9.2
NaI	12.3

அயனிக் திண்மங்களின் கரைதலுக்குரிய சக்திச் சக்கரத்தைப் பயன்படுத்திக் கரைதிறனுள்ள வேறுபாடுகளை விளங்கிக் கொள்ள முடியும். கரைதிறனானது கிப்ஸ் சுயாதீன சக்தி மூலம் விளக்கப்படமுடியும். கரைதலாக்கச் செயற்பாட்டிற்குரிய கிப்ஸ் சுயாதீன சக்தியின் மறைத்தன்மை காரணமாக கூட்டம் 1 அயன் திண்மங்கள் பெரும்பாலும் நீரிற் கரையக்கூடியன.

கரைசலாக்கச் செயற்பாடுகளின் வெப்பவுள்ளுறை மற்றும் எந்திரப்பிச் சக்கரங்கள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன.



உரு 4.1 கரைசலாக்கச் செயற்பாடுகளின் வெப்பவுள்ளுறை மற்றும் எந்திரப்பிச் சக்கரங்கள்

இவ்விரு சக்திச்சக்கரங்களையும் பயன்படுத்திக் கரைசலாக்க வெப்பவுள்ளுறை மற்றும் எந்திரப்பிகள் கணிக்கப்பட முடியும் என்பதுடன் இவ்வாறு கணிக்கப்பட்ட பெறுமானங்கள் கீழே அட்டவணை 4.3 இல் தரப்பட்டுள்ளன. சுயாதீன சக்தியானது பின்வரும் சமன்பாட்டால் கணிக்கப்படமுடியும்.

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T\Delta S^{\circ}$$

அட்டவணை 4.3 உப்புக்களின் கரைசலாக்கத்திற்குரிய சுயாதீன சக்தி மாற்றம்.

உப்பு	வெப்பவுள்ளுறை மாற்றம் / kJ mol^{-1}	எந்திரப்பி மாற்றம் × T (K × kJ mol^{-1} K^{-1})	சுயாதீன சக்தி மாற்றம் / kJ mol^{-1}
NaF	+ 1	-2	+3
NaCl	+ 4	+13	-9
NaBr	-1	+18	-19
NaI	-9	+23	-32

சோடியம் ஏலைட்டுகளில் கரைதிறன் போக்குகளுடன் பொருத்தப்பாடு அடையும் கணிக்கப்பட்ட சுயாதீனச் சக்திகள் இயல்பாகச் சோடியம் புளோரைட்டிலிருந்து சோடியம் அயடைட்டு வரையிலான சுயாதீனச் சக்தி மாற்றங்களின் மறைத்தன்மை அதிகரித்துச் செல்கின்றது.

4.1.5 சுவாலைச் சோதனை

கார உலோகங்களையும் அவற்றின் சேர்வைகளையும் இனங்காணச் சுவாலைச் சோதனையைப் பயன்படுத்த முடியும் கூட்டம் 1 உலோகங்கள் மற்றும் அவற்றின் சேர்வைகளின் சுவாலை நிறங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

இலிதியம் - சிவப்பு
சோடியம் - மஞ்சள்
பொட்டாசியம் - செவ்வூதா (lilac)
ருபீடியம் - சிவப்பு-ஊதா
சீசியம் - நீலம்-ஊதா

4.2 கூட்டம் 2 மூலகங்கள்

கூட்டம் 2 மூலகங்கள் காரமண் உலோகங்கள் என அறியப்படும். ns^2 என வலுவளவு ஓட்டு இலத்திரனிலையமைப்பு இருப்பதனால் இவற்றின் தாக்குதிறன் கூட்டம் 1 உலோகங்களை விடக் குறைவாகும். கல்சியம் மற்றும் மகனீசியம் இரண்டும் இயற்கையில் தொலமைற்றாக ($CaCO_3$. $MgCO_3$) மகனைற்று ($MgCO_3$), கைரசைற்று (kieserite) ($MgSO_4.H_2O$) மற்றும் கானலைற்று ($KMgCl_3.6H_2O$) என்பன மகனீசியம் கனியங்களாகும். புளோரோஅப்பற்றைற்று [$3(Ca_3(PO_4)_2)$. CaF_2] மற்றும் ஜிப்சம் ($CaSO_4.2H_2O$) ஆகியன வர்த்தக ரீதியாக முக்கியம் வாய்ந்த கல்சியத்தின் கனியங்களாகும்.

4.2.1 கூட்டப் போக்குகள்

பெரிலியம் மற்றும் மகனீசியம் என்பன நரைநிற உலோகங்கள். மற்றைய கூட்டம் 2 மூலகங்கள் மென்மையானவை, வெள்ளி நிறமானவை. கூட்டம் 2 உலோக ஒட்சைட்டுகள் காரத்தன்மை யானவை எனினும் BeO விதிவிலக்கானது. இது ஈரியல்பினைக் காட்டுகின்றது. பெரிலியமானது அலுமினியத்தை ஒத்த நடத்தை கொண்டது. இது ஆவர்த்தன அட்டவணையில் Al மற்றும் Be இற்கு இடையிலான மூலைவிட்டம் தொடர்பால் என அறிந்து கொள்ள முடியும்.

கூட்டம் 1 உலோகங்களுடன் ஒப்பிடும்போது கூட்டம் 2 மூலகங்கள் உயர் அடர்த்தியும் வலிமையான உலோகப் பிணைப்பும் உடையன. இதற்குக் காரணம் கூடிய எண்ணிக்கையான இலத்திரன்கள் உலோகப் பிணைப்பிற்கு பெறப்படுவதாகவும் குறைந்த அணுவாரையும் அமைவதால் வலிமையான உலோகப் பிணைப்பு அமைவதேயாகும்.

ns^2 இலத்திரனிலையமைப்பைக் கொண்டிருப்பதனால கூட்டம் 2 இன் முதலாம் அயனாக்க சக்திகள் கூட்டம் 1 மூலகங்களை விட உயர்வானதாகும். கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கித் தாக்குதிறன் அதிகரிப்பதும் +2 ஒட்சியேற்ற நிலையை உருவாக்குவதும் இலகுவானதாகும். அட்டவணை 4.4 இல் கூட்டம் 2 மூலகங்களின் இயல்புகள் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.4 கூட்டம் 2 இன் இயல்புகள்

	Be	**Mg**	**Ca**	**Sr**	**Ba**
தரைநிலை இலத்திரனிலையமைப்பு	[He]2s^2	[Ne]3s^2	[Ar]4s^2	[Kr]5s^2	[Xe]6s^2
உலோகஆரை / pm	112	150	197	215	220
உருகுநிலை / °C	1280	650	850	768	714
M^{2+} ஆரை / pm	27	72	100	126	142
1ம் அயனாக்கசக்தி / kJ mol^{-1}	899	736	589	548	502
2ம் அயனாக்கசக்தி / kJ mol^{-1}	1757	1451	1145	1064	965
3ம் அயனாக்கசக்தி / kJ mol^{-1}	14850	7733	4912	4138	3619

4.2.2 காரமண் மூலகங்களின் தாக்கங்கள்

ஒட்சிசனுடன் (O_2)	$2M + O_2 \longrightarrow 2MO$
மிகை ஒட்சிசனுடன் (O_2) Ba பரவொட்சைட்டை உருவாக்கும்.	$Ba + O_2 \longrightarrow BaO_2$
நைதரசனுடன் (N_2), உயர் வெப்பநிலைகளில்	$3M + N_2 \longrightarrow M_3N_2$
நீருடன் ($H_2O(l)$), அறைவெப்பநிலையில் (உதாரணம்: Ca, Sr and Ba)	$M + 2H_2O \longrightarrow M(OH)_2 + H_2$
சூடானநீருடன் ($H_2O(l)$) (உதாரணம்: Mg மெதுவாகத் தாக்கும்)	$Mg + 2H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + H_2$
நீராவியுடன் ($H_2O(g)$)	$Mg + H_2O \longrightarrow MgO + H_2$
அமிலங்களுடன் (H^+)	$M + 2H^+ \longrightarrow M^{2+} + H_2$
ஐதரசனுடன்(H_2), உயர் வெப்பநிலைகளில் Ca, Sr, Ba உடனும் உயர் அமுக்கத்தில் Mg உடனும்	$M + H_2 \longrightarrow MH_2$
செறிந்த அமிலங்களுடன்	$Mg + 2H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + SO_2 + 2H_2O$ $Mg + 4HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

நீருடன் தாக்கம்

பெரிலியம் நீருடன் தாக்கமற்றது ஆயினும் நீராவியுடன் தாக்கமுறும். மகனிசியம் நீருடன் தாக்கமுறுதல் அறைவெப்பநிலையில் புறக்கணிக்கத்தக்கது. எவ்வாறு இருப்பினும் சூடான நீருடன் மெதுவாகத் தாக்கமடையும். கல்சியம், துரந்தியம் மற்றும் பேரியம் என்பன குளிர் நீருடன் விரைவாகத் தாக்கமடைவன. நீருடன் தாக்கத்தில் உலோக ஐதரொட்சைட்டையும் ஐதரசன் வாயுவையும் உருவாக்குவனவாகும்.

$$Ca(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$$

ஐதரசனுடன் தாக்கம்

எல்லாக் கூட்டம் 2 இன் மூலகங்களும், Be விதிவிலக்கு, ஐதரசனுடன் தாக்கமுற்று உலோக ஐதரைட்டுக்களை உருவாக்குவன. இவை அயன் திண்மங்கள், இவ்ஐதரைட்டுக்களில் ஐதரசனின் ஒட்சியேற்ற நிலை -1. இவ் உலோக ஐதரைட்டுக்கள் (கூட்டம் 1 இனைப்போல் அபாயகரமான தல்ல) வீறாக நீருடன் தாக்கமடைந்து ஐதரசன் வாயுவைத் தருவனவாகும்.

$$Ca(s) + H_2(g) \longrightarrow CaH_2(s)$$
$$CaH_2(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq) + 2H_2(g)$$

நைதரசனுடன் தாக்கம்

கூட்டம் 2 இன் எல்லா மூலகங்களும் நைதரசனில் எரிக்கப்படும்போது நைத்திரைட்டுக்களை M_3N_2 உருவாக்கும். இவ்நைத்திரைட்டுக்கள் இலிதியம் போலவே நீருடன் அமோனியாவை உருவாக்குவன.

$$3Mg(s) + N_2(g) \longrightarrow Mg_3N_2(s)$$
$$Mg_3N_2(s) + 6H_2O(l) \longrightarrow 3Mg(OH)_2(aq) + 2NH_3(g)$$

4.2.3 உப்புகளின் வெப்பவுறுதித்தன்மை

நைத்திரேற்றுகளின் பிரிகை

வெப்பமேற்றும்போது, கூட்டம் 2 இன் நைத்திரேற்றுகள் பெரும்பாலும் இலிதிய நைத்திரேற்றினை ஒத்த தாக்கநடத்தையாகும். கூட்டம் 2 நைத்திரேற்றுகளில் பிரிகையில் உலோக ஒட்சைட்டு, நைதரசன் ஒட்சைட்டு மற்றும் ஒட்சிசனை உருவாக்குவனவாகும். கூட்டம் 2 இன் எல்லா நைத்திரேற்றுகளும் நீரில் கரையக்கூடியனவாகும்.

$$2Mg(NO_3)_2(s) \longrightarrow 2MgO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g)$$

காபனேற்றுகளின் பிரிகை

இக்காபனேற்றுகளின் வெப்பவுறுதியானது கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி அதிகரித்துச் செல்கிறது. இக்காபனேற்றுகளின் வெப்பவுறுதியானது கற்றயனின் பருமனுடன் அதிகரிக்கின்றது. கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது கற்றயனின் ஏற்ற அடர்த்தி குறைவுடன் கற்றயனின் முனைவாக்கும் வலுவும் குறைந்து செல்கின்றது.

Mg^{2+} உடன் இணைக்கப்பட்ட காபனேற்று அயனானது Ba^{2+} உடன் இணைக்கப்பட்டதினை விடக் கூடுதலாக முனைவாக்கப்படும். உயர்வாக முனைவாக்கப்பட்ட காபனேற்று அயனானது இலகுவான பிரிகைக்கு உட்படுவதானது $MgCO_3$ இன் பிரிகை வெப்பநிலையானது $BaCO_3$ இலும் குறைவானதாக அமைவதனை விளக்குகிறது. பொதுவான உலோக காபனேற்றின் பிரிகையானது பின்வருமாறு காட்டப்படுகின்றது.

$$MCO_3 \longrightarrow MO + CO_2$$

பிரிகை வெப்பநிலையானது $MgCO_3$ இன் 540 °C யிலிருந்து $BaCO_3$ இன் 1360 °Cக்கு அதிகரிக்கின்றது.

இருகாபனேற்றுகளின் பிரிகை

கூட்டம் 2 இன் ஐதரசன் காபனேற்றுகள் நீர்க்கரைசலில் மட்டும் உறுதியானவை. அத்துடன் திண்ம கூட்டம் 2 ஐதரசன் காபனேற்றுகள் அறைவெப்பநிலையில் உறுதியற்றன.

$$Ca(HCO_3)_2(aq) \longrightarrow CaCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

4.2.4 கூட்டம் 2 உப்புகளின் கரைதிறன்

கூட்டம் 2 உப்புகளின் இன் கரைதிறன்கள் சேர்வைகளில் தங்கியுள்ளன. நைத்திரேற்றுக்கள், நைத்திரைற்றுகள், ஏலைட்டுகள், ஐதரொட்சைட்டுகள், சல்பைட்டுகள் மற்றும் இருகாபனேற்றுகள் போன்ற சில சேர்வைகள் நீரில் கரையக்கூடியன.

ஐதரொட்சைட்டுகள், சல்பேற்று, சல்பைற்று, காபனேற்று, பொசுபேற்று, மற்றும் ஒட்சலேற்றுகள் போன்றவற்றின் கரைதிறன்மாறுகை, கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி மாறும்கோலம் கீழே அட்டவணை 4.5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

கூட்டம் 2 உப்புகளில் ஓரலகு மறைஏற்ற அனயன்களைக் கொண்ட உப்புகள், குளோரைட்டு மற்றும் நைத்திரேற்றுகள் போன்றன பொதுவாகக் கரையக்கூடியன. எவ்வாறாயினும் ஓரலகு ஏற்றத்திலும் கூடிய ஏற்றத்தைக் கொண்ட அனயனுக்குரிய உப்புகள், காபனேற்றுகள் மற்றும்

பொசுபேற்றுகள் போன்றன கரையும் தகவற்றன. எல்லாக் காபனேற்றுகளும் நீரில் கரையும் தகவற்றன. விதிவிலக்கு $BeCO_3$. ஐதரசன் காபனேற்றுகளின் கரைதிறன் காபனேற்றுகளின் கரைதிறனிலும் கூடியது.

$MgSO_4$ இலிருந்து $BaSO_4$ இற்குச் செல்லும்போது கூட்டம் 2 இன் சல்பேற்றுகளின் கரைதிறன் ஆனது கரையும் தகவிலிருந்து கரையாத் தகவிற்கு மாறிச் செல்கிறது, மாறாக ஐதரொட்சைட்டின் கரைதிறன் மாற்றமானது கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிக் கரையாத் தகவிலிருந்து கரையும் தகவிற்குச் செல்கிறது. உதாரணமாக $Mg(OH)_2$ அரிதிற் கரையும். அதேசமயம் $Ba(OH)_2$ கரையக்கூடியது என்பதுடன் வன்காரக் கரைசலை உருவாக்குகின்றது.

அட்டவணை 4.5 கூட்டம் 1 மற்றும் 2 இன் சேர்வைகளின் கரைதிறன்

	Na^+	**K^+**	**Mg^{2+}**	**Ca^{2+}**	**Sr^{2+}**	**Ba^{2+}**
Cl^-	aq	aq	aq	aq	aq	aq
Br^-	aq	aq	aq	aq	aq	aq
I^-	aq	aq	aq	aq	aq	aq
OH^-	aq	aq	IS	SS	SS	aq
CO_3^{2-}	aq	aq	IS	IS	IS	IS
HCO_3^-	aq	aq	aq	aq	aq	aq
NO_2^-	aq	aq	aq	aq	aq	aq
NO_3^-	aq	aq	aq	aq	aq	aq
S^{2-}	aq	aq	aq	aq	aq	aq
SO_3^{2-}	aq	aq	SS	IS	IS	IS
SO_4^{2-}	aq	aq	aq	SS	IS	IS
PO_4^{3-}	aq	aq	IS	IS	IS	IS
CrO_4^{2-}	aq	aq	aq	aq	IS	IS
$C_2O_4^{2-}$	aq	aq	SS	IS	IS	SS
aq - கரைவது		*IS* - கரையாதது		*SS* - அரிதிற் கரைவது		

4.2.5 சுவாலைப் பரிசோதனை

காரமண் உலோகங்கள் மற்றும் சேர்வைகள் சுவாலையுடன் சிறப்பான நிறங்களை உருவாக்கு வதுடன் கீழே காட்டிய சுவாலை நிறங்களைப் பயன்படுத்திச் சுவாலைச் சோதனை மூலம் இம் மூலகங்களை இனங்காணலாம்.

கல்சியம் - செம்மஞ்சள்-சிவப்பு
துரந்தியம் - கிரிம்சன் சிவப்பு
பேரியம் - மஞ்சள்-பச்சை

p தொகுப்பு மூலகங்கள்

4.3 கூட்டம் 13 மூலகங்கள்

4.3.1 கூட்டப் போக்குகள்

போரன் ஒரு உலோகப் போலி (metalloid) என்பதுடன் போரனின் சேர்வைகள் பங்கீட்டுச் சேர்வைகள் ஆகும். எவ்வாறிருப்பினும் அலுமினியமானது ஈரியல்புடன் கூடிய ஒரு உலோகமாகும். கல்லியம் இந்தியம் மற்றும் தாலியம் உலோகங்களாகும். சிறிய அணுவாரை காரணமாக, கூட்டத்தில் முதல் உறுப்பினரான B ஆனது கூட்டம் 13 இன் மற்றைய உறுப்பினர்களைவிட வேறுபட்டதாகும். போரன் ஆனது கூட்டம் 14 இன் Si உடன் உறுதியான மூலைவிட்டத் தொடர்புகளைக் காட்டுகின்றது. கூட்டம் 13 இன் எல்லா மூலகங்களும் உறுதியான +3 ஒட்சியேற்ற நிலைகளைக் காட்டுகின்றன. கூட்டம் 13 மூலகங்களின் இயல்புகள் கீழே அட்டவணை 4.6 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.6 கூட்டம் 13 மூலகங்களின் இயல்புகள்

	****B**	**Al**	****Ga**	****In**	****Tl**
தரைநிலை இலத்திரனிலை 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]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^1$
உலோகஆரை/ pm	-	143	141	166	171
பங்கீட்டு ஆரை/ pm	80	125	125	150	155
உருகுநிலை/ °C	2300	660	30	157	304
M^{3+}ஆரை/ pm	27	53	62	94	98
1ம் அயனாக்கசக்தி/ kJ mol^{-1}	799	577	577	556	590
2ம் அயனாக்கசக்தி/ kJ mol^{-1}	2427	1817	1979	1821	1971
3ம் அயனாக்கசக்தி/ kJ mol^{-1}	3660	2745	2963	2704	2878
** தற்போதைய க.பொ.த. (உயர்தரம்) இரசாயனவியல் பாடத்திட்டத்தில் இல்லை.					

4.3.2 அலுமினியம்

அலுமினியமானது புவியோட்டில் ஆகக்கூடிய இருக்கையுடைய மூலகங்களில் மூன்றாவதானதாகும். தனது வெளிக்காட்டப்படும் பரப்பில் அலுமினியமானது Al_2O_3 படையை உருவாக்குகின்றது. இப்படையானது ஒட்சிசனுடன் மேலும் தாக்கமுறுவதிலிருந்து அலுமினியத்தைத் தடுக்கின்றது. இத்தகைய ஊடுபுகவிடாத படையினால் Al ஆனது வளியுடன் தாக்கமற்ற ஒரு மூலகமாகக் கொள்ளப்படுகின்றது.

அலுமினியத்தின் தாக்கங்கள்

அலுமினியமானது O_2 உடனும் அலசன்களுடனும் உடனடியாகத் தாக்கமடையக் கூடியது. அத்துடன் N_2 உடனும் தாக்கமடையக் கூடியது.

ஒட்சிசனுடன் (O_2) : $4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$

அலசன்களுடன் (X_2) : $2Al + 3X_2 \longrightarrow 2AlX_3$

நைதரசனுடன் (N_2) : $2Al + N_2 \longrightarrow 2AlN$

அலுமினியமானது கூட்டம் 1 மற்றும் 2 மூலகங்களைவிடத் தாக்குதிறன் குறைந்தது. பெரிலியத்தைப் போன்று அமிலங்கள், காரங்கள் இரண்டுடனும் தாக்கமடையக்கூடியது. அமிலங்கள் மற்றும் மூலங்களுடன் Al இன் தாக்கங்களின் ஈடுசெய்த சமன்பாடுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$$

$$2Al(s) + 2OH^-(aq) + 6H_2O(l) \longrightarrow 2[Al(OH)_4]^-(aq) + 3H_2(g)$$

நீர்க்கரைசலில் அலுமினியம் அயனானது hexaaquaaluminium ion ஆகக் காணப்படும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

எவ்வாறாயினும், Al^{3+}இன் நீர்ப்பகுப்பால் $Al(OH_2)_5(OH)]^{2+}$ (pentaaquahydroxidoaluminium ion) உருவாகிறது. பின்னர் $[Al(OH_2)_4(OH)_2]^+$ (tetraaquadihydroxidoaluminium ion) உருவாக்கப் படுகின்றது.

$$[Al(OH_2)_6]^{3+}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons [Al(OH_2)_5(OH)]^{2+}(aq) + H_3O^+(aq)$$

$$[Al(OH_2)_5(OH)]^{2+}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons [Al(OH_2)_4(OH)_2]^+(aq) + H_3O^+(aq)$$

அலுமினியம் அயனுடன் OH^- இன் சேர்க்கையின் போது முதலில் (ஊன்பசை போன்று) ஜெலற்றீன் போல அலுமினியம் ஐதரொட்சைட்டு வீழ்படிவாகும். மிகையான OH^- அயன்களுடன் அலுமினிய ஐதரொட்சைட்டு வீழ்படிவானது tetrahydroxidoaluminate ion சிக்கல் அயனாக மாற்றப்படுகின்றது.

$Al^{3+}(aq) + 3OH^-(aq) \longrightarrow Al(OH)_3(s)$ (white gelatinous ppt)(வெள்ளை-ஜெலிவிழ்படிவு)

$Al(OH)_3(s) + OH^-(aq) \longrightarrow [Al(OH)_4]^-(aq)$ or $AlO_2^-(aq) + 2H_2O(l)$

கூட்டம் 13 மூலகங்கள் தமது ns^2np^1 இலத்திரனிலையமைப்பு மேலும் மூன்று பங்கீட்டுப் பிணைப்புகளை உருவாக்குவதன் மூலம் தமது வலுவளவு ஓட்டில் ஆறு இலத்திரன்கள் கொண்டமைய முடியும். இதன் விளைவாக, கூட்டம் 13 இன் பல சேர்வைகள் அட்டமத்தைப் பூர்த்தியாக்கா. பங்கீட்டுச் சேர்வைகள் ஆதலால் ஒரு இலத்திரன் வழங்கியிடமிருந்து ஒரு சோடி இலத்திரனை ஏற்றுக் கொள்கின்ற உலூயி அமிலங்களாகச் செயற்பட முடியும். அட்டமம் பூர்த்தியாகாத இச்சேர்வைகள் **இலத்திரன் பற்றாக்குறைச் சேர்வைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.** B மற்றும் Al இரண்டிலும் அட்டமம் பூர்த்தியாகாத சேர்வைகள் வாயு அவத்தையில் ஈர்பகுதியங் களாக அமைவதன் மூலம் அட்டம விதியைத் திருப்தி செய்கின்றன. (உரு: 4.2).

உரு: 4.2 வாயுநிலை Al_2Cl_6 இன் கட்டமைப்பு

4.4 கூட்டம் 14 மூலகங்கள்

4.4.1 கூட்டப் போக்குகள்

பங்கீட்டுப் பிணைப்பின் வலைப்பின்னல் கட்டமைப்பு உருவாவதன் காரணத்தால் கூட்டம் 14 இன் முதல் மூன்று மூலகங்களும் உயர் உருகுநிலைகள் உடையன. காபன் ஒரு அல்லுலோகம் அதேசமயம் சிலிக்கன், ஜேர்மானியம் ஆகியன உலோகப் போலிகள் ஆகும். கூட்டத்தில் இறுதி மூலகங்களான வெள்ளீயம் மற்றும் ஈயம் ஆகியன உலோகங்கள் ஆகும்.

காபனானது இயற்கையில், பிரதானமாக நிலக்கரி, மசகு எண்ணெய், கல்சைற்று ($CaCO_3$), CO_2 ஆக வளியிலும் மகனசைற்று ($MgCO_3$) மற்றும் தொலமைற்று ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) ஆகக் காணப்படுகிறது. கிறபைற்று, (காரியம்), வைரம் மற்றும் புல்லரீன்கள் ஆகியன காபனின் பிறதிருப்பங்கள் ஆகும். புல்லரீன்கள் அண்மையில் கண்டறியப்பட்டது. மிகவும் கண்டறியப்பட்ட புல்லரின் ஆனது C_{60}, buckminsterfullerene (அல்லது bucky-ball - உதைபந்து போன்ற) ஆகும். காபனானது உயிர்களின் அடிப்படையானதும் சேதன இரசாயனத்தில் மிக முக்கியமானதுமான மூலகமும் ஆகும். சிலிக்கன், ஜேர்மானியம் இரண்டும் கைத்தொழில் ரீதியில் பிரதானமாக குறைகடத்திகளாகப் பயன்படுகின்றன. இதற்கு மேலாகச் சிலிக்கனானது அசேதன பல்பகுதிய கைத்தொழிலில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

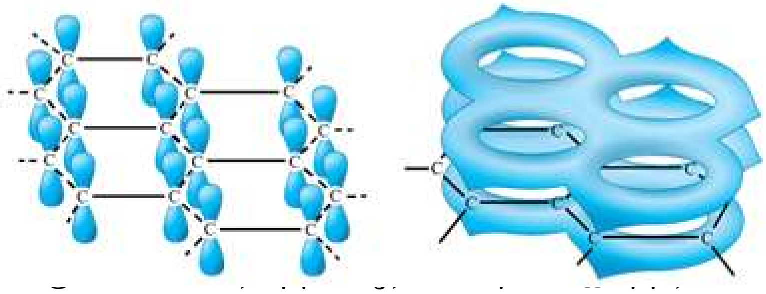
கூட்டம் 14 மூலகங்களின் இயல்புகள் அட்டவணை 4.7 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

	C	**Si	**Ge	**Sn	**Pb
தரைநிலை இலத்திரனிலை 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]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$
உலோகஆரை/ pm	-	-	-	158	175
அணு ஆரை/ pm	77	117	122	140	154
உருகுநிலை/ °C	3730	1410	937	232	327
M^{4+} ஆரை/ pm	-	-	53	69	78
** நடைமுறையிலுள்ள க.பொ.த. (உயர்தரம்) இரசாயனவியல் பாடத்திட்டத்தில் இல்லை					

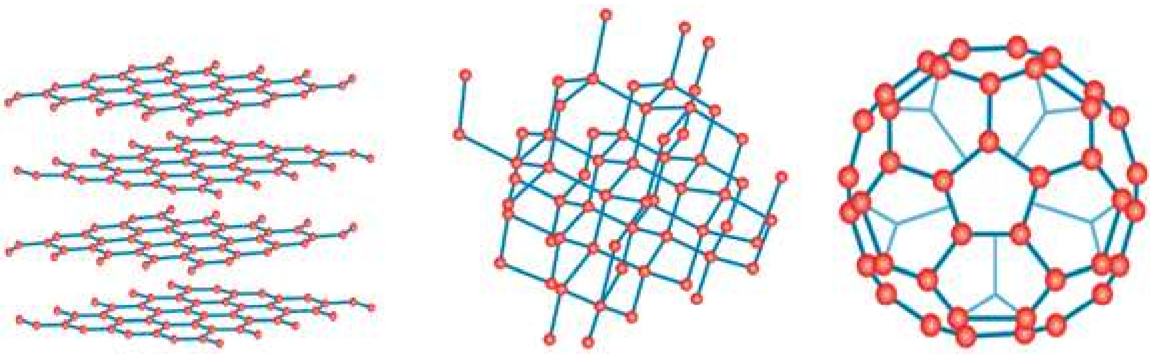
4.4.2 வைரமும் காரீயமும்

வைரமும் காரீயமும் (பென்சிற்கரி / கிறபைற்று) ஏகவின அணு(ஒரே அணுக்கள்)ச் சாலக கட்டமைப்பால் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. வைரம் (sp^3 கலப்பு அணு, நான்முகி) ஆனது கனவடிவ பளிங்குக் கட்டமைப்பு உடையது. காரியம் (sp^2 கலப்புக் காபன், தளமுக்கோணி) இரு தளவடிவக் காபன் படைகளாக அடுக்கப்பட்டிருக்கும். காரியத்திலுள்ள காபன் - காபன் பிணைப்பானது வைரத்தில் அமைவதைவிடக் குறைவாக (வைரம் 154pm மற்றும் மற்றும் கிறபைற் 141pm) அமைவதற்குக் காரணம் காபன் அணுக்களின் கலப்பாகும். ஓரிடப்படாத π இலத்திரன்கள் அமைவதால் காரியம் ஒரு மின் மற்றும் வெப்பம் கடத்தமியாக அமைகிறது. (உரு: 4.3) காரியத்திலுள்ள காபன் படைகளிடையே மென்மையான இடைக் கவர்ச்சிகள் அமைவதால் காரியமானது ஒரு சிறந்த உராய்வு நீக்கியாக அமைகின்றது.

sp^2 கலப்பு ஓரிடப்படாத π ஓபிற்றல்கள்



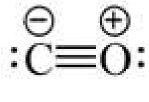
புலரீன்கள் மற்றொரு காபன் பிறதிருப்பத் தொடராகும். புலரீன்களில் காபன் அணுக்கள் கோள வடிவத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். உரு 4.4 இல் காரியம், வைரம், புலரீன் (C_{60}) என்பவற்றின் கட்டமைப்புகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.



உரு: 4.4 (a) காரியம், (b) வைரம் மற்றும் (c) புலரீன் (C_{60}) கட்டமைப்புகள்

4.4.3 காபனோர்ஒட்சைட்டு மற்றும் காபனீர்ஒட்சைட்டு

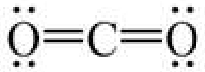
காபனோர்ஒட்சைட்டானது நிறமற்ற, மணமற்ற, உயர் நச்சுத்தன்மையான வாயு. காபனோர் ஒட்சைட்டின் பிணைப்பு வெப்பவுள்ளுறையானது C=O இலும் பார்க்க உயர்வானது. CO பிணைப்பு நீளமானது வெளிப்படையான C=O பிணைப்பிலும் பார்க்கச் சிறிதானதாகும். இதிலிருந்து C மற்றும் O இற்கு இடையில் காபனோர்ஒட்சைட்டின் அமைப்பு பிணைப்பானது ஒரு வெளிப்படையான C=O பிணைப்பு அல்ல என முடிவு செய்யலாம். C மற்றும் O அணுக்கள் இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள பிணைப்புத் தன்மையானது ஒரு மும்மைப் பிணைப்பாகும். CO இன் உலூயியின் கட்டமைப்பானது உரு 4.5 இலுள்ளது.



உரு: 4.5 CO இன் உலூயியின் கட்டமைப்பு

இரும்பு உற்பத்தியில் ஒரு தாழ்த்தியாகக் காபனோர்ஒட்சைட்டு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மேலும் காபன் அணுவிலுள்ள தனிச்சோடி இலத்திரன் காரணமாக ஊக்கல் தாக்கங்களில் ஒரு இணையியாக CO ஆனது பங்களிப்புச் செய்கின்றது.

காபனீர்ஒட்சைட்டு (உரு: 4.6)ஆனது இலண்டன் விசைகள் காரணமாக தாழ்வெப்பநிலை மற்றும் அல்லது உயர் அமுக்கத்தின் கீழ் திண்மமாக்கப் படக்கூடியதாகும். திண்ம CO_2 (உலர் பனிக்கட்டி) ஆனது சாதாரண வளிமண்டல நிபந்தனைகளின் கீழ் பதங்கமாகி வாயுநிலை காபனீர்ஒட்சைட்டு ஆக உருவாக்கப்படுகின்றது. உணவுக் கைத்தொழிலில் பொதுவாக ஒரு உறைநிலை கருவியாகவும் செயற்கை மழையை ஆக்கவும் பயன்படுகிறது.



உரு: 4.6 CO_2 உலூயியின் கட்டமைப்பு

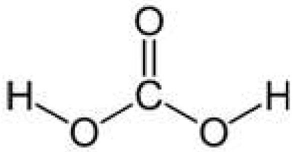
4.4.4 காபனின் ஒட்சோ அமிலம்

காபனின் ஒட்சோ அமிலம் என அறியப்படும் காபோனிக்கமிலம் (H_2CO_3) ஆனது ஒரு மென்னமிலமாகும். H_2CO_3 இன் பிணைப்பின் கட்டமைப்பானது உரு 4.7 இல் தரப்பட்டுள்ளது. அமுக்கத்தின் கீழ் நீரில் CO_2 இனைக் கரைப்பதன் மூலம் காபோனிக்கமிலம் ஆக்கப்படமுடியும்.

$$CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$$

$$H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$$



உரு: 4.7 H_2CO_3 பிணைப்புக் கட்டமைப்பு

காபோனிக்கமிலத்தின் அமிலத்தன்மையானது அதில் ஒட்சிசன் அணுவுடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்ட ஐதரசன் அணுவானது ஒரு புரோத்திரன் ஆக கரைசலில் விடுவிக்கப்படுவதனால் காட்டப்படுகிறது.

காபனீர்ஒட்சைட்டானது மூலகங்களுடன் தாக்கமுற்று காபனேற்றுகளை உருவாக்குவதனால் அதன் அமிலத்தன்மை காட்டப்படுகிறது. மிகை CO_2 இன் பிரசன்னத்தால் கூட்டம் 1 மற்றும் 2 இன் காபனேற்றுகள் தொடர்ந்து ஐதரசன் காபனேற்றுகளை உருவாக்குகின்றன.

$$CO_2(g) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Na_2CO_3(aq) + H_2O(l)$$

$$Na_2CO_3(aq) + \text{மிகை } CO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow 2NaHCO_3(aq)$$

4.5 கூட்டம் 15 மூலகங்கள்

4.5.1 கூட்டப்போக்குகள்

கூட்டம் 15 இன் முதல் மூலகமான நைதரசனானது அக்கூட்டத்தில் ஏனைய மூலகங்களிலிருந்து வேறுபட்ட இயல்புகளைக் காட்டப்பயன்படுகின்றது. (அட்டவணை 4.8) கூட்டம் 15 மூலகங்களின் உலோக இயல்புகள் கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி அதிகரித்துச் செல்கின்றது. நைதரசன், பொசுபரசு இரண்டும் அல்லுலோகங்கள். அத்துடன் அவை இரண்டும் -3 முதல் +5 வரை ஒட்சியேற்ற எண்களைக் காட்டுகின்றன. நைதரசன் ஆனது ஒட்சிசன் மற்றும் புளோரினுடன் +5 ஒட்சியேற்ற நிலைகளை அடைய முடியும். வலிமையான மும்மைப் பிணைப்பைக் (942 kJ mol^{-1}) கொண்டிருப்ப தனால் ஈர்நைதரசன், N_2 ஆனது சாதாரண நிபந்தனையில் பெருமளவு சடத்துவமானது. நைதரசன் தவிர்ந்த ஏனைய மூலகங்கள் திண்மங்களாகக் காணப்படுகின்றன. உயர்ந்த மின்னெதிரியல்பு, சிறிய அணுவாரை மற்றும் d ஓபிற்றல் இன்மை காரணமாக அக்கூட்டத்தில் ஏனைய மூலகங்களை விட நைதரசன் வேறுபடுகிறது.

அட்டவணை 4.8 கூட்டம் 15 மூலகங்களின் இயல்புகள்

	N	**P	**As	**Sb	**Bi
தரைநிலை இலத்திரனிலை அமைப்பு	$[He]2s^22p^3$	$[Ne]3s^23p^3$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^3$	$[Kr]3d^{10}5s^25p^3$	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$
உலோகஆரை/ pm	-	-	-	-	182
அணு ஆரை/ pm	74	110	121	141	170
உருகுநிலை/ °C	-210	44 (white) 590 (red)	613	630	271
பௌலிங் மின்னெதிர்தன்மை	3.0	2.1	2.0	1.9	1.9

** நடைமுறையிலுள்ள க.பொ.த. (உயர்தரம்) பாடத்திட்டத்தில் இல்லை

4.5.2 நைதரசனின் இரசாயனம்

நைதரசன் (கொதிநிநிலை -195.8 ^0C) ஆனது சாதாரண வளியமுக்கத்தில் நீரில் சிறிதளவு கரையக்கூடியது. ஆயினும் அமுக்க அதிகரிப்புடன் கரைதிறன் கூடியளவு அதிகரிக்கும். நைதரசன் பிறதிருப்பங்களை ஆக்குவதில்லை. ஈர்நைதரசனானது ஒரு சில தாக்கங்களை மட்டுமே காட்டும். அவற்றில் ஒன்று கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

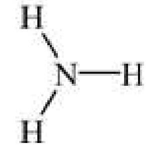
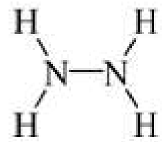
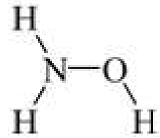
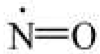
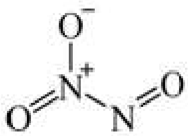
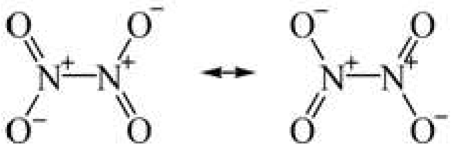
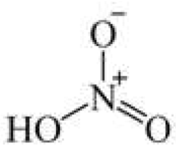
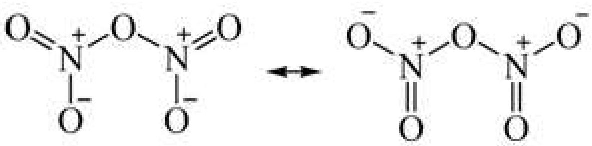
$$3Mg(s) + N_2(g) \xrightarrow{\Delta} Mg_3N_2(s)$$

நைதரசன் ஒரு சடத்துவ வாயு எனினும் உயர் நிபந்தனையில் அதன் இரசாயனத் தாக்கங்கள் நிகழ்கின்றன. மின்பொறியால் வழங்கப்படும் புறச் சக்தி மூலம் நைதரசனானது உடனடியாக ஒட்சிசனுடன் தாக்கமுறுகின்றது. இத்தாக்கம் மின்னல் நடைபெறும்போது இயற்கையில் அமைகின்றது.

$$N_2(g) + 2O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

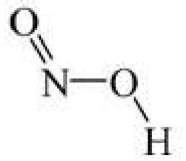
நைதரசனானது -3 இலிருந்து +5 வரை ஒட்சியேற்ற நிலைகளைக் காட்டுகின்றது. இவ்வொட்சி யேற்ற நிலைக்குரிய சேர்வைகள் அட்டவணை 4.9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.9 நைதரசனின் ஒட்சியேற்ற நிலைகள்

ஒட்சியேற்ற நிலை	சேர்வை	சூத்திரம்	பிணைப்பின் கட்டமைப்பு
-3	Ammonia	NH_3	
-2	Hydrazine	N_2H_4	
-1	Hydroxylamine	NH_2OH	
0	Dinitrogen	N_2	N≡N
+1	Dinitrogenmonoxide	N_2O	
+2	Nitrogenmonoxide	NO	
+3	Dinitrogentrioxide	N_2O_3	
+4	Nitrogendioxide	NO_2	
+4	Dinitrogentetroxide	N_2O_4	
+5	Nitric acid	HNO_3	
+5	Dinitrogenpentoxide	N_2O_5	

4.5.3 நைதரசனின் ஒட்சோ அமிலங்கள்

நைதரசன் அமிலமானது சாதாரண வளிமண்டல நிபந்தனைகளில் உறுதியற்றதாக அமையும் ஒரு மென்னமிலமாகும். நைதரசு அமிலத்தின் பிணைப்பின் கட்டமைப்பு உரு 4.8 இல் தரப்பட்டுள்ளது.



உரு: 4.8 நைதரசு அமிலத்தின் பிணைப்பின் கட்டமைப்பு

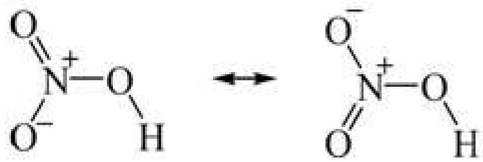
நைதரசு அமிலமானது இருவழிவிகாரத்திலீடுபட்டு நைத்திரிக்கு அமிலத்தையும் நிறமற்ற நைதரசனோர் ஒட்சைட்டு வாயுவையும் உருவாக்கும்.

$$3HNO_2(aq) \longrightarrow HNO_3(aq) + 2NO(g) + H_2O(l)$$

நைதரசனோர் ஒட்சைட்டு, தொடர்ந்து ஒட்சிசனுடன் தாக்கம் அடைவதால் செங்கபில நிற நைதரசனீர் ஒட்சைட்டு உருவாகின்றது.

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

நைத்திரிக்கமிலம் (உரு: 4.9) ஒரு எண்ணெய்தன்மையான hazardous திரவம் ஆகும். இவ்வமிலமானது ஓர் வன்ஒட்சியேற்றும் கருவியாக உக்கிரமான இரசாயனத் தாக்கங்களைத் தரக்கூடியது.



உரு: 4.9 நைத்திரிக்கமிலத்தின் பிணைப்பின் கட்டமைப்பு

ஒளியின் தூண்டலால் பிரிகை ஏற்படுவதால் நைத்திரிக்கமிலமானது ஒட்சிசனையும் நைதரசனீர் ஒட்சைட்டையும் உருவாக்குகின்றது.

$$4HNO_3(aq) \xrightarrow{hv} 4NO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(l)$$

இக்காரணத்தினால் செறி HNO_3 ஆனது ஆய்வுகூடத்தில் கபிலநிறக் கண்ணாடிப் போத்தல்களில் களஞ்சியப்படுத்தப்படுகிறது,

நைத்திரிக்கமிலத்தின் ஒட்சியேற்றும் தாக்கங்கள்

ஐதான நைத்திரிக்கமிலமானது உலோகங்களுடன் தாக்கமுற்று உலோக நைத்திரேற்று மற்றும் ஐதரசன் வாயுவைத் தருகிறது. இத்தாக்கங்களில் ஐதரசன் குறித்து நைத்திரிக்கமிலமானது ஒட்சியேற்றும் கருவியாகத் தொழிற்படுகின்றது. மகனீசியம் மற்றும் செம்புடன் தாக்கங்களின்போது நைதரசன் குறித்து செறிந்த நைத்திரிக்கமிலம் ஓர் ஒட்சியேற்றும் கருவியாகத் தொழிற்படுகின்றது.

$$Mg(s) + dil.\ 2HNO_3(aq) \longrightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + H_2(g)$$

$$Mg(s) + conc.\ 4HNO_3(l) \longrightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$3Cu(s) + dil.\ 8HNO_3(aq) \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l)$$

$$Cu(s) + conc.\ 4HNO_3(l) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

அல்லுலோகங்களான காபன் மற்றும் கந்தகம் போன்றவற்றுடன் செறி. HNO_3 ஆனது ஒரு ஒட்சியேற்றும் கருவியாகத் தொழிற்படுகின்றது.

$$C(s) + conc.\ 4HNO_3(l) \longrightarrow CO_2(g) + 4NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$S(s) + conc.\ 6HNO_3(l) \longrightarrow H_2SO_4(l) + 6NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

4.5.4 அமோனியாவும் அதன் உப்புக்களும்

அமோனியாவானது ஒரு நிறமற்ற சிறப்பான மணமுடைய வாயு.

$$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4OH(aq)$$

அமோனியம் ஐதரொட்சைட்டு ஒரு மென்மூலம் அத்துடன் பகுதி பிரிகையடைந்து அமோனியம் அயன்களையும் ஐதரொட்சைட்டு அயன்களையும் கொடுக்கிறது.

$$NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-\ (aq)$$

மற்றைய எந்த ஒரு மூலங்களைப் போன்றே இதுவும் ஐதான அமிலங்களுடன் உப்புக் கரைசலை உருவாக்கும்.

$$2NH_4OH(aq) + dil.\ H_2SO_4(aq) \longrightarrow (NH_4)_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$$

நீர்க்கரைசலில் அமோனியம் அயனின் நீர்ப்பகுப்பானது இணை மூலமான அமோனியாவை உருவாக்கும்.

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$$

எல்லா அமோனியம் உப்புகளும் காரங்களுடன் தாக்கமுற்று அமோனியாவை விடுவிக்கும்.

$$NH_4Cl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + NH_3\ (g) + H_2O(l)$$

அமோனியாவின் தாக்கங்கள்

அமோனியாவானது குளோரினுடன் தாழ்த்தும் கருவியாகத் தொழிற்படுவதுடன் இங்கு உருவாகும் விளைவுகள் பயன்படுத்தப்படும் அமோனியா மற்றும் குளோரினின் அளவுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகின்றன. மிகை அமோனியா குளோரினுடன் நைதரசன் வாயுவை விளைவுகளில் ஒன்றாக கொடுக்கின்றது. எவ்வாறாயினும் மிகை குளோரினானது நைதரசன் முக்குளோரைட்டை விளைவுகளில் ஒன்றாக கொடுக்கின்றது. மேலும் இச்சேர்வை நீரைத் தொற்று அகற்றப் பயன்படும்.

மிகை அமோனியா, $8\ NH_3(g) + 3\ Cl_2(g) \longrightarrow N_2(g) + 6\ NH_4Cl(s)$

உருவாகும் HCl ஆனது தாக்கமுறாத அமோனியாவுடன் தொடர்ந்து தாக்கமுற்று NH_4Cl ஐ உருவாக்கும்.

மிகை குளோரினுடன் $3\ Cl_{2(}g) + NH_3(g) \longrightarrow 3\ HCl(g) + NCl_3(l)$

நைதரசன் முக்குளோரைட்டானது ஒரு பங்கீட்டு குளோரைட்டு. இது நீருடன் தாக்கமுற்று அமோனியாவையும் உபகுளோரசு அமிலத்தையும் (hypochlorous acid) உருவாக்கும். உபகுளோரசு அமிலத்தை உருவாக்கும் தகவால் நைதரசன் முக்குளோரைட்டானது நீரைத் தொற்றுநீக்கப் பயன்படும்.

$$NCl_3(l) + 3H_2O(l) \longrightarrow NH_3(g) + 3HOCl(aq)$$

வாயுநிலை அமோனியாவானது ஐதரசன் குளோரைட்டுடன் தாக்கித் திண்ம அமோனியம் குளோரைட்டின் வெண்புகையை உருவாக்கும். இது அமோனியாவிற்கு ஒரு உறுதிப்பாட்டுச் சோதனையாகும்.

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

CuO மற்றும் Cl_2 உடன் அமோனியாவானது ஒரு மென் தாழ்த்தும் கருவியாகத் தொழிற்படுகின்றது.

$$3CuO(s) + 2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3Cu(s) + 3H_2O(g)$$

$$2NH_3(g) + 3Cl_2(g) \longrightarrow N_2(g) + 6HCl(g)$$

உயர் நிபந்தனைகளில் ஒட்சியேற்றும் கருவியாகவும் அதே நேரத்தில் ஒரு அமிலமாகவும் உலோகங்களுடன் தொழிற்படுகின்றது.

$$2Na(s) + 2NH_3(l) \longrightarrow 2NaNH_2(l) + H_2(g)$$

$$3Mg(s) + 2NH_3(l) \longrightarrow Mg_3N_2(l) + 3H_2(g)$$

அமோனியம் உப்புகளின் வெப்பப்பிரிகை

சில அமோனியம் உப்புக்கள் வெப்பப்படுத்தும்போது பிரிகையுற்று அமோனியா வாயுவையும் அமில வாயுக்களையும் உருவாக்கும்.

$$(NH_4)_2CO_3(s) \longrightarrow 2NH_3(g) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

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

$$(NH_4)_2SO_4(s) \longrightarrow NH_3(g) + H_2SO_4(g)^*$$

*இத்தாக்கத்தின் விளைவுகள் நிபநதனைகளிற்கு ஏற்ப வேறுபட முடியும்.

எவ்வாறாயினும் சூடாக்கப்படும்போது சில அமோனியம் உப்புகளில் உள்ள அனயன்களால் அமோனியம் அயன் ஒட்சியேற்றப்படுவதால் பல விளைவுகள் உருவாகும்.

$$NH_4NO_2(s) \longrightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$$

$$NH_4NO_3(s) \longrightarrow N_2O(g) + 2H_2O(g)$$

$$(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \longrightarrow N_2(g) + Cr_2O_3(s) + 4H_2O(g)$$

அமோனியம் உப்புக்களை இனங்காணல்

எல்லா அமோனியம் உப்புகளும் NaOH உடன் வெப்பம் ஏற்றும் போது அமோனியா வாயுவைத் தரும். இவ்வாயு செறிந்த HCl இல் நனைத்த கண்ணாடிக்கோலுடன் வெண்தூமம் அமோனியம் குளோரைட்டைத் தரும்.

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

$$NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s) \text{ வெண்தூமம்}$$

நைத்திரேற்றின் தாக்கங்கள்

iron(II)/ செறி. H_2SO_4 உடன் தாக்கமுற விடப்பட்டு நைத்திரேற்று அயனை இனங்காணலாம். இது கபிலவளையச் சோதனை என அறியப்படும். $[Fe(NO)]^{2+}$ கபில வளையம் சோதனைக் குழாயில் உருவாவது நைத்திரேற்றின் பிரசன்னத்தை உறுதிப்படுத்தும்.

$$NO_3^-(aq) + 2H_2SO_4(l) + 3Fe^{2+}(aq) \longrightarrow 3Fe^{3+}(aq) + NO(g) + 2SO_4^{2-}(aq) + 2H_2O(l)$$

$$Fe^{2+}(aq) + NO(g) \longrightarrow [Fe(NO)]^{2+}(aq)$$

(கபிலநிறம்)

தேவதாவின் கலப்புலேகம் அல்லது Al / NaOH உடன் நைத்திரேற்றின் தாக்கத்தில் அமோனியா உருவாகும்.

$$3NO_3^-(aq) + 8Al(s) + 5OH^-(aq) + 18H_2O(l) \longrightarrow 3NH_3(g) + 8[Al(OH)_4]^-(aq)$$

4.6 கூட்டம் 16 மூலகங்கள்

4.6.1 கூட்டப் போக்குகள்

கூட்டம் 16 இன் முதல்மூலகமான ஒட்சிசனானது அக்கூட்டத்தின் ஏனைய மூலகங்களிலிருந்து வேறுபட்ட இயல்புகளைக் காட்டுகிறது. கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி உலோக நடத்தை அதிகரிக்கின்றது. எவ்வாறிருப்பினும் கூட்டம் 16 இன் எந்தவொரு மூலகமும் உண்மையான உலோகமாக நடப்பது இல்லை. ஒட்சிசன் மற்றும் கந்தகம் இரண்டும் அல்லுலோகங்கள். இக்கூட்டத்தில் ஏனைய மூலகங்கள் உலோகம் மற்றும் அல்லுலோக இயல்புகளைக் காட்டுகின்றன. ஒட்சிசன் மட்டுமே வாயு. கூட்டத்தில் ஏனைய மூலகங்கள் திண்மங்கள். ஒட்சிசன் தவிர்ந்த கூட்டத்தின் ஏனைய மூலகங்கள் +6 முதல் -2 வரையிலான இரட்டைஎண் ஒட்சியேற்ற எண்களைக் காட்டுகின்றது. +6 மற்றும் -2 ஒட்சியேற்ற நிலைகளின் உறுதித்தன்மை கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிக் குறையும். அதேசமயம் +4 ஒட்சியேற்றநிலையின் உறுதித்தன்மை அதிகரிக்கின்றது.

அட்டவணை 4.10 கூட்டம் 16 மூலகங்களின் இயல்பு

	O	S	**Se	**Te	**Po
தரைநிலை இலத்திரனிலை 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]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$
அயனாரைX^{2-}/ pm	140	184	198	221	-
பங்கீட்டு ஆரை/ pm	74	104	117	137	140
உருகுநிலை/ °C	-218	113	(±) 217	450	254
பௌலிங் மின்னெதிர்த்தன்மை	3.5	2.5	2.4	2.1	2.0
1ம் இலத்திரன் ஏற்றல் வெப்பவுள்ளுறை/ kJ mol^{-1} $X_{(g)} + e \longrightarrow X^-_{(g)}$	-141	-200	-195	-190	-183
2ம் இலத்திரன் ஏற்றல் வெப்பவுள்ளுறை/ kJ mol^{-1} $X^-_{(g)} + e \longrightarrow X^{2-}_{(g)}$	844	532	-	-	-

** நடைமுறையிலுள்ள க.பொ.த.(உயர்தரம்) இரசாயனவியல் பாடத்திட்டத்தில் இல்லை

4.6.2 கூட்டம் 16 இன் ஐதரைட்டுகள்

கூட்டம் 16 இன் மூலகங்கள் ஐதரசனுடன் எளிய ஐதரைட்டுகளை உருவாக்குகின்றன.அவை யாவும் பங்கீட்டு ஐதரைட்டுகள். கூட்டத்தின் ஐதரைட்டுகளில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட இயல்புகளின் வேறுபாடு கீழே அட்டவணை 4.11 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 4.11 கூட்டம் 16 இன் ஐதரைட்டுகளின் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட இயல்புகள்

	H_2O	H_2S	H_2Se	H_2Te
உருகுநிலை/ °C	0.0	-85.6	-65.7	-51
கொதிநிலை / °C	100.0	-60.3	-41.3	-4
பிணைப்புநீளம்/ pm	96	134	146	169
பிணைப்பு கோணம்/ °	104.5	92.1	91	90

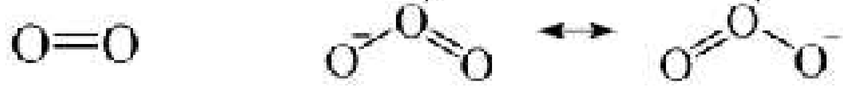
கூடுதலான ஐதரசன் பிணைப்பு அமையும் தன்மையால் H_2O ஆனது கூட்டத்தின் ஏனைய ஐதரைட்டுகளைவிட அசாதாரணமாக உயர்ந்த கொதிநிலை மற்றும் உருகுநிலையை உடையது. கூட்டத்தின் ஏனைய எல்லா ஐதரைட்டுக்களின் மத்தியில் நீர் மட்டுமே ஒரேயொரு நச்சுத் தன்மையற்ற ஐதரைட்டாகும்.

மையஅணுவின் பருமன் அதிகரிப்பின் காரணமாகப் பங்கீட்டு ஐதரைட்டுகளின் பிணைப்பு நீளத்தில் வேறுபாட்டினை அவதானிக்கப்படமுடியும். ஆகவே கீழ்நோக்கிப் பிணைப்பு நீளங்கள் அதிகரிக்கின்றது.

மைய அணுவின் மின்னெதிர் இயல்பு கூட்டம் வழி கீழ்நோக்கி குறைவடைவதால், பிணைப்புச்சோடி இலத்திரன்கள் இடையில் தள்ளுகை குறைவாக அமைவதால் கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும் போது பங்கீட்டுப்பிணைவு கோணங்கள் குறைந்து செல்கின்றன. H_2S, H_2Se மற்றும் H_2Te பிணைவுக்கோணமானது 90°க்கு அண்மையாக அமைகின்றன. இதற்கு மேலதிகமாக செலனியம் மற்றும் தெலூரியம் ஆகியன விசேடமாக ஐதரசனுடன் இணைந்து கொள்வதற்கு தூய p ஓபிற்றல்களை பயன்படுத்துவதனால் இந்நிலைமை உள்ளதாகக் கருதலாம்.

4.6.3 ஒட்சிசன்

ஒட்சிசனானது இரு பிறதிருப்பங்கள் ஈர்ஒட்சிசன் (O_2) மற்றும் மூவொட்சிசன் (ஓசோன் O_3) உடையது. ஈர் ஒட்சிசனானது நிறமற்ற, மணமற்ற, மற்றும் நீரில் சிறிதளவு கரையும் வாயுவாகும். ஓசோன் மூக்கைத் துளைக்கும் மணமுடையது. ஓசோனின் பிணைவுக் கோணம் 111.5^0. இவ்விரு பிறதிருப்ப வாயுக்களும் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன.



(a) (b)

உரு: 4.10 ஒட்சிசனதும் ஓசோனினதும் கட்டமைப்புகள்

பொட்டாசியம் குளோரேற்று மற்றும் ஐதரசன் பரவொட்சைட்டின் ஊக்கற் பிரிகைகள் (ஊக்கி முன்னிலையில்) ஒட்சிசன் தயாரிக்கப் பயன்படும்.

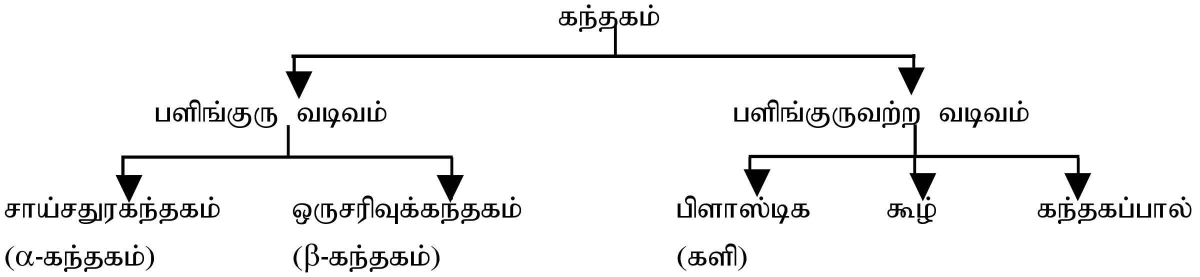
$$2KClO_3(s) \longrightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$$, - MnO_2 / Pt முன்னிலையில் வெப்பமாக்கல்

$$2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$, - MnO_2 முன்னிலையில் வெப்பமாக்கல்

உலோகங்கள் ஈர்ஒட்சிசனுடன் தாக்கமுற்று உலோக ஒட்சைட்டுக்களை உருவாக்குகின்றன. ஈர் ஒட்சிசனைவிட ஓசோன் ஒரு வலிதான ஒட்சியேற்றும் கருவியாகும். அபிவிருத்தி அடைந்த நாடுகள் பலவற்றில் ஓசோனானது நீரிலுள்ள நோய்க்கிருமிகளை அழித்து தொற்றுநீக்கல் செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது. குளோரினைப் போலன்றி, ஓசோனானது பாதிப்பான பக்கவிளைவு களைத் தூய்தாக்கலின்போது உருவாக்குவதில்லை.

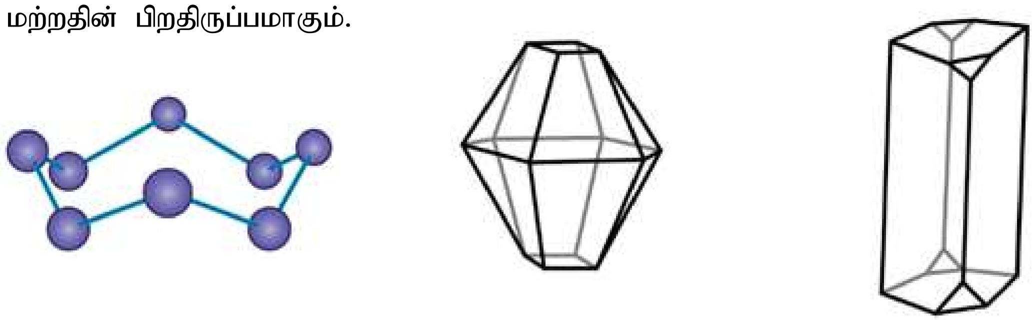
4.6.4 கந்தகம்

கீழே விளக்கியவாறு கந்தகத்தைப் பாகுபடுத்த முடியும்.



உரு: 4.11 கந்தகத்தின் பாகுபாடு

ஒட்சிசன் போலன்றி இரட்டைப் பிணைப்புகளைவிடக் கந்தகமானது தமக்குள் தாமே ஒற்றைப் பிணைப்புகளை ஆக்குகின்றது. பெருமளவு காணப்படும் பிறதிருப்பமானது சாய்சதுரக் கந்தகமாகும். இது α கந்தகம் (α-S_8) எனப்படுகிறது. இது எட்டு உறுப்பினர் கொண்ட, வளைநெளிக் கட்டமைப்புடைய கிரீடவடிவ அமைப்பாகும். இது கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது. இதனை 95 ^0C க்கு மேல் சூடாக்கும்போது α-S_8 இதன் ஒழுங்கமைப்பானது மற்றொரு பொதுவாகக் காணப்படும் வடிவமான β–கந்தகம் (β–S_8) ஆக மாற்றமடைகின்றது. இவ்விரு வடிவங்களும் ஒன்று மற்றதின் பிறதிருப்பமாகும்.



(a) (b) (c)

உரு: 4.12 (a) கிரீடவடிவம் S_8 (b) சாய்சதுர கந்தகம் (c) ஒருசரிவுக்கந்தகம்

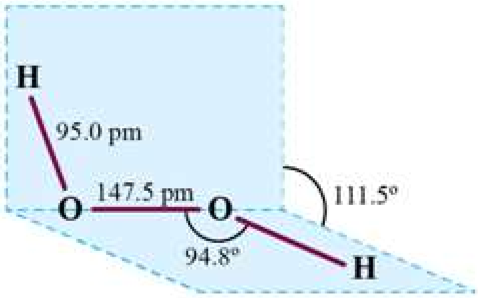
பளிங்குரு வடிவங்களான சாய்சதுரம் மற்றும் ஒருசரிவுக் கந்தகங்கள் S_8 வளையங்களை உடைய கிரீட வடிவங்களாகும். சாய்சதுரப் பளிங்குகள் மற்றும் ஊசி போன்ற வடிவமுடைய ஒருசரிவுப் பளிங்குகள் இருவேறு வழிமுறைகளில் இதன் அமைப்பானது ஒழுங்கமைக்கப்படமுடியும். 95^0C க்கு கீழ் சாய்சதுர வடிவமுடைய உறுதியான பளிங்குரு பிறதிருப்பமாக அமையும்.

உருகிய கந்தகத்தை நீருக்குள் ஊற்றப்படும்போது கந்தகத்தின் ஒரு மீள்தன்மையுடைய பளிங்குரு வற்ற கந்தக வடிவம் தோன்றும் உருகிய கந்தகத்தைச் சடுதியாகக் குளிர்விக்கும்போது திரவ கந்தகமானது பளிங்குருவற்றதுமான கந்தகமாக மாற்றமடையும். பளிங்குருவற்ற கந்தகவடிவமானது நேரத்துடன் பளிங்குருக் கந்தகமாக மாற்றமடையும். பளிங்குருவற்ற கந்தக வடிவமானது வாட்டத்தக்கது (malliable). ஆனால் உறுதியற்றது.

4.6.5 ஒட்சிசன் கொண்ட சேர்வைகள்

நீர் மற்றும் ஐதரசன் பரவொட்சைட்டு

H_2O இனதும் H_2O இனதும் கட்டமைப்புகள் கீழேயுள்ள உருக்களில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



உரு: 4.13 (a) H_2O, (b) H_2O_2 இன் வடிவங்கள்

நீரானது பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படும் கரைப்பானாகும். நீர் பின்வருமாறு அயனாக்கமடையும். இது நீரின் சுயஅயனாக்கம் எனப்படும்.

$$2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

ஒரு ஈர்வழிபுரோத்தன் (amphiprotic) இயல்பு மூலக்கூறானது புரோத்தனை ஏற்றல் அல்லது இழத்தல் அல்லது இரண்டுமாக அமையமுடியும். நீரானது ஒரு ஈர்வழிபுரோத்தன் இயல்புச் சேர்வையாகும் ஏனெனில் அது புரோத்தனை ஏற்க அல்லது புரோத்தனை விடுவிக்கும் திறனுடையது. நீரின் ஈர்வழிபுரோத்தன் நடத்தை கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$H_2O(l) + HCl(aq) \longrightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

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

4.6.6 ஐதரசன் பரவொட்சைட்டு

ஐதரசன் பெரொக்சைட்டு (H_2O_2) ஓர் தளமற்ற மூலக்கூறு . H_2O_2 மூலக்கூறு ஒரு தளத்தில் இல்லாத இரண்டு OH கூட்டங்களை உடையது. வாயு நிலையில் மூலக்கூறு வடிவம் வளைந்த வடிவமுடையது. H-O-O-H பிணைப்புக் கோணம் 94.8°. உரு 4.13 இல் காட்டிய கட்டமைப்பு 'O' அணுகளிலுள்ள தனிச்சோடி இலத்திரன்களுக்கிடையிலான தள்ளுகை விசையை இழிவாக உடையது. உரு 4.13 இல் காட்டியவாறு இரு H-O கூட்டங்கள் தம்மிடையே 111.5° கோணமுடையன.

அதிகளவு ஐதரசன் பிணைப்புக் காரணமாக H_2O_2 ஒரு பாகுத்தன்மையுள்ள திரவம். H_2O_2 ஒட்சியேற்றும் கருவியாகவும் தாழ்த்தும் கருவியாகவும் தொழிற்படலாம். அது ஒட்சியமிலமாக ஒட்சியேற்றமடையும், நீராக தாழ்த்தல் அடையும்.

தாழ்த்தல் அரைத்தாக்கம்:

$$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e \longrightarrow 2H_2O(l)$$

ஒட்சியேற்றல் அரைத்தாக்கம்

$$H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H^+(aq) + O_2(g) + 2e$$

இருவழி விகாரம்

$$2H_2O_2(aq) \longrightarrow O_2(g) + 2H_2O(l)$$

H_2O_2 இன் தாக்கங்கள்

H_2O_2 ஒரு ஒட்சியேற்றும் கருவியாக;

$$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2I^-(aq) \longrightarrow I_2(aq) + 2H_2O(l)$$

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

H_2O_2 ஒரு தாழ்த்தும் கருவியாக;

$$2MnO_4^-(aq) + 5H_2O_2(aq) + 6H^+(aq) \longrightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 5O_2(g) + 8H_2O(l)$$

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3H_2O_2(aq) + 8H^+(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l) + 3O_2(g)$$

4.6.7 கந்தகத்தைக் கொண்டிருக்கும் சேர்வைகள்

ஐதரசன் சல்பைட்டு

ஐதரசன் சல்பைட்டு H_2S ஆனது ஒரு நிறமற்ற, நச்சுத்தன்மையான மற்றும் அமிலத்தன்மையான வாயு. இது ''அழுகிய (கூழ்) முட்டை" மணமுடைய வாயு. உலோக சல்பைட்டுகளிற்கு ஒரு வன்னமிலத்தைச் சேர்ப்பதன் மூலம் H_2S ஐ ஆக்க முடியும். இது நீரில் கரைந்து மென்னமிலக் கரைசலைத் தருகின்றது.

ஐதரசன் சல்பைட்டின் தாக்கங்கள்

H_2S ஆனது வன்காரங்களுடன் ஒரு அமிலமாகச் செயற்படும்.

NaOH(aq) + மிகை$H_2S(g) \longrightarrow NaHS(aq) + H_2O(l)$

2NaOH(aq) + மட்டுப்படுத்திய $H_2S(g) \longrightarrow Na_2S(aq) + 2H_2O(l)$

H_2S ஆனது உலோகங்களுடன் ஒரு அமிலமாகவும் அதேசமயம் ஒரு ஒட்சியேற்றும் கருவியாகவும் தொழிற்படுகின்றது.

2Na(s) + மிகை $2H_2S(g) \longrightarrow 2NaHS(s) + H_2(g)$

2Na(s) + மட்டுப்படுத்திய $H_2S(g) \longrightarrow Na_2S(s) + H_2(g)$

$Mg(s) + H_2S(g) \longrightarrow MgS(s) + H_2(g)$

H_2S ஒரு தாழ்த்தும் கருவியாக;

$2KMnO_4(aq)+3H_2SO_4(aq)+5H_2S(g) \longrightarrow K_2SO_4(aq)+5S(s)+2MnSO_4(aq)+8H_2O(l)$

$K_2Cr_2O_7(aq)+4H_2SO_4(aq)+3H_2S(g) \longrightarrow K_2SO_4(aq)+Cr_2(SO_4)_3(aq)+3S(s)+7H_2O(l)$

$2H_2S(aq) + SO_2(g) \longrightarrow 3S(s) + 2H_2O(l)$

கந்தகவீரொட்சைட்டு

கந்தகவீரொட்சைட்டானது நீரிற் கரையத் தக்கதும் நிறமற்றதுமான வாயு. கந்தகஈரொட்சைட்டு ஒரு ஒட்சியேற்றும் மற்றும் தாழ்த்தும் கருவியாகச் செயற்படும்.

கந்தகவீரொட்சைட்டின் தாக்கங்கள்

ஒரு ஒட்சியேற்றும் கருவியாக;

$2Mg(s) + SO_2(g) \longrightarrow 2MgO(s) + S(s)$

$3Mg(s) + SO_2(g) \longrightarrow 2MgO(s) + MgS(s)$

ஒரு தாழ்த்தும் கருவியாக;

$5SO_2(g) + 2KMnO_4(aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow K_2SO_4(aq) + 2MnSO_4(aq) + 2H_2SO_4(aq)$

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

$SO_2(g) + 2FeCl_3(aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq) + 2FeCl_2(aq) + 2HCl(aq)$

4.6.8 கந்தகத்தின் ஒட்சியமிலங்கள்

கந்தகத்தின் பொதுவான ஒட்சியேற்ற நிலைகள் -2, 0, +2, +4 மற்றும் +6.

சல்பூரிக் அமிலம்

சல்பூரிக்கமிலமானது ஒரு ஈர்புரோத்திரிக்கு வன்னமிலமாகும். கந்தக மூவொட்சைட்டு நீருடன் தாக்கமுற்று சல்பூரிக்கமிலத்தை உருவாக்கும்.

$$SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$$

$$H_2SO_4(aq) + H_2O(l) \longrightarrow HSO_4^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

$$HSO_4^-(aq) + H_2O(l) \longrightarrow SO_4^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$$

செறி H_2SO_4 ஆனது நீர் அகற்றும் கருவியாகத் தொழிற்படும்.

$$C_6H_{12}O_6(s) \longrightarrow 6C(s) + 6H_2O(g)$$

$$C_2H_5OH(l) \longrightarrow C_2H_4(g) + H_2O(l)$$

செறிந்த சூடான சல்பூரிக்கமிலமானது ஒரு ஒட்சியேற்றும் கருவியாகச் செயற்பட முடியும்.

உலோகங்களுடன்;

$$2H_2SO_4(l) + Mg(s) \longrightarrow SO_2(g) + MgSO_4(aq) + 2H_2O(l)$$

$$2H_2SO_4(l) + Cu(s) \longrightarrow SO_2(g) + CuSO_4(aq) + 2H_2O(l)$$

அல்லுலோகங்களுடன்;

$$S(s) + 2H_2SO_4(l) \longrightarrow 3SO2(g) + 2H_2O(l)$$

$$C(s) + 2H_2SO_4(l) \longrightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g) + 2H_2O(l)$$

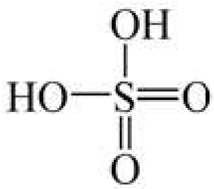
ஐதான H_2SO_4 ஆனது ஒரு அமிலமாகச் செயற்படும்.

$$H_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$$

$$H_2SO_4(aq) + Mg(s) \longrightarrow MgSO_4(aq) + H_2(g)$$

நீருக்கு இரு H^+ அயன்களை வழங்கி ஒரு புரோத்திரனேற்றியாகக் கீழ்க்கண்டவாறு ஐதான சல்பூரிக்கமிலமானது ஒரு ஐதான அமிலமாகச் செயற்படுகிறது.

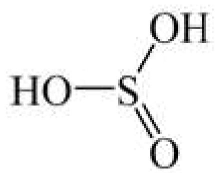
$$H_2SO_4(aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow SO_4^{2-}(aq) + 2H_3O^+(aq)$$



உரு: 4.14 சல்பூரிக்கமிலத்தின் கட்டமைப்பு

சல்பூரசு அமிலம்

வளியின் ஒட்சியேற்றல் மூலம் சல்பூரசு அமிலமானது எப்போதும் சிறிய அளவு சல்பூரிக் கமிலத்தினைக் கொண்டமையும். சல்பூரசு அமிலமானது நீரில் கரைந்துள்ள ஒட்சிசனுடன் தாக்கமுற்றுச் சல்பூரிக்கமிலத்தை உருவாக்கும். இதன் கட்டமைப்பு உரு 4.15 இல் தரப்பட்டுள்ளது இவ்வமிலமானது சல்பூரிக்கமிலத்திலும் பார்க்க மென்னமிலமாகும்.



உரு: 4.15 சல்பூரசு அமிலத்தின் கட்டமைப்பு

தயோசல்பூரிக்கமிலம் (கந்தக சல்பூரிக்கமிலம் / thiosulphuric acid)

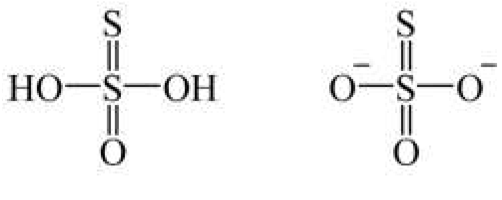
தயோசல்பூரிக்கமிலத்தின் உப்புகள் மட்டுமே உறுதியானவை. தயோசல்பேற்று அயனை ஒட்சியேற்றவும் முடியும், தாழ்த்தவும் முடியும். தயோசல்பூரிக்கமிலம் ஒரு மென்னமிலமாகும். நீர்க்கரைசலில் தயோசல்பூரிக்கமிலமானது பிரிகையுற்று கந்தகத்தை உடைய கலவை விளைவுகளையும் நீரையும் உருவாக்க முடியும்.

$$H_2S_2O_3(aq) \longrightarrow S(s) + SO_2(g) + H_2O(l)$$

தயோசல்பேற்று அயன் ஒரு தாழ்த்தும் கருவியாகத் செயற்படக் கூடியது.

$$2S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) \longrightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2I^-(aq)$$

தயோசல்பூரிக்கமிலத்தினதும் தயோசல்பூரிக் அயனினதும் கட்டமைப்புகள் கீழேயுண்டு. இவ்விரு கட்டமைப்புகளிலும் மையத்திலுள்ள கந்தகஅணுவின் ஒட்சியேற்ற எண் +4 உம் அதேபோன்று ஒரு அந்தத்திலுள்ள கந்தக அணுவிற்குப் பூச்சியமும் அமையும்.



உரு: 4.16 தயோசல்பூரிக்கமிலம் மற்றும் தயோசல்பேற்று அயன்

4.7 கூட்டம் 17 மூலகங்கள்

4.7.1 கூட்டப் போக்குகள்

அலசன்கள் தாக்குதிறன் கூடியன. அத்துடன் சேர்வைகளாக மட்டுமே இயற்கையில் காணப்படுகின்றன. புளோரினானது மிகவும் மின்னெதிரியல்பு கூடிய மூலகம் அத்துடன் -1 மற்றும் 0 ஒட்சியேற்ற நிலைகளை மட்டுமே காட்டுகிறது. புளோரின் தவிர்ந்த அலசன்கள் -1 முதல் +7 வரையிலான எல்லா ஒட்சியேற்ற நிலைகளிலும் சேர்வைகளையும் அநேகமாக

உருவாக்கக்கூடியன. எனினும் புரோமினிற்கு +7 ஒட்சியேற்ற நிலை உறுதியற்றது. உயர் மின்னெதிர்த்தன்மையும் சிறிய அணுவாரையும் காரணமாக புளோரினானது ஏனைய மூலகங்களில் உயர் ஒட்சியேற்ற நிலைகளைவிடவும் உறுதியாக அமையக்கூடியது.

கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது அலசன்களின் ஒட்சியேற்றத் திறன் குறைந்து செல்கிறது. புளோரின் மிக வலிமையான ஒட்சியேற்றும் கருவியாகும். அலசன்களின் தாக்குதிறன் கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிக் குறைந்து செல்கிறது. அலசன்களின் இடப்பெயர்ச்சித் தாக்கங்களைப் பயன்படுத்து வதன் மூலம் இதனை விளக்க முடியும்.

$$Cl_2(aq) + 2Br^-(aq) \longrightarrow 2Cl^-(aq) + Br_2(aq)$$

$$Br_2(aq) + 2I^-(aq) \longrightarrow 2Br\text{-}(aq) + I_2(aq)$$

அறைவெப்பநிலையில் புளோரினும் குளோரினும் முறையே வெளிறிய மஞ்சள் மற்றும் வெளிறிய பச்சை நிற வாயுக்களாகும். புரோமினானது ஆவிப்பறப்புடைய, செங்கபிலத் திரவமாகவும் அயடினானது மினுமினுப்பான கருஊதாத் திண்மமாகவும் அமையும்.

புளோரின் அணுக்களின் பிணைப்பிலீடுபடாத சோடி இலத்திரன்களின் இடையேயான தள்ளுகை காரணமாக F_2 இன் பிணைப்புச் சக்தி (155 kJ mol^{-1}) ஆனது Cl_2 இன் பிணைப்புச் சக்தி (240 kJ mol^{-1}) இலும் பார்க்கக் குறைவானதாகும். இதுவே குளோரினின் உயர்தாக்குதிறனுக்குக் காரண மாகும். கூட்டம் 17 இல் கீழ்நோக்கிப் பிணைப்புசக்திகள் ஒழுங்காகக் குறைகின்றன.
(Cl_2 = 240 kJ mol^{-1}, Br_2 = 190 kJ mol^{-1}, I_2 = 149 kJ mol^{-1}).

அட்டவணை 4.12 கூட்டம் 17 இன் மூலகங்களின் இயல்புகள்

	F	Cl	Br	I	**At
தரைநிலை இலத்திரனிலை அமைப்பு	[He]$2s^22p^5$	[Ne]$3s^23p^5$	[Ar]$3d^{10}4s^24p^5$	[Kr]$4d^{10}5s^25p^5$	[Xe]$4f^{14}5d^{10}6s^26p^5$
வந்தர்வாலது ஆரை/ pm	135	180	195	215	-
அயனாரை X^-/ pm	131	181	196	220	-
பங்கீட்டுஆரை/pm	71	99	114	133	-
உருகுநிலை/ °C	-220	-101	-7.2	114	-
கொதிநிலை/ °C	-188	-34.7	55.8	184	-
பௌலிங்கின் மின்னெதிர்தன்மை	4.0	3.0	2.8	2.5	-
இலத்திரன் ஏற்றல் வெப்பவுள்ளுறை/ kJ mol^{-1} $X_{(g)}$ + e $X^-_{(g)}$	-328	-349	-325	-295	-

** தற்போதைய க.பொ.த. உயர்தரம் இரசாயனவியல் பாடத்திட்டத்தில் உள்ளடங்கவில்லை

4.7.2 கூட்டம் 17 இன் எளிய சேர்வைகள்

ஐதரசன் ஏலைட்டுகள்

ஐதரசன் ஏலைட்டுகள் நீரில் அமிலத் தன்மையானவை. HF ஆனது உயர்வான ஐதரசன் நிலையை ஆக்கக்கூடியது ஆயினும் HF ஒரு வாயுவாக (கொதிநிலை 20^0C) அறைவெப்பநிலை யிலும் வளிமண்டல அமுக்கத்திலும் அமையும்.

நீர்க்கரைசலில் ஐதரசன் ஏலைட்டுகளின் அமில இயல்பு

HF இற்கு; $HF(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + F^-(aq)$

மற்றைய ஐதரசன் ஏலைட்டுகள் (HCl, HBr and HI);

$HX(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + X^-(aq)$

நீருடகத்தில் HF ஒரு மென்னமிலம். அதேசமயம் ஏனைய ஐதரசன் ஏலைட்டுகள் வன்மையான அமிலங்கள் ஆகும். HF ஆனது உயர்ந்த பிணைப்புச்சக்தி (வலிமையான பங்கீட்டுப்பிணைப்பு) உடையது. இதனால் நீரில் பிரிகையுற்று உடனடியாக H^+ அயன்களை வழங்குவது கடினமாகின்றது. ஐதரசன் ஏலைட்டுகளின் அமில வலிமையானது கூட்டம் 17 இல் கீழ்நோக்கி அதிகரிக்கின்றது.

அட்டவணை 4.13 கூட்டம் 17 இன் ஐதரசன் ஏலைட்டுகளின் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட இயல்புகள்

	HF	HCl	HBr	HI
உருகுநிலை/ °C	-84	-114	-89	-51
கொதிநிலை / °C	20	-85	-67	-35
பிணைப்பு நீளம்/ pm	92	127	141	161
பிணைப்பின் பிரிகைச்சக்தி/ $kJ\ mol^{-1}$	570	432	366	298

வெள்ளி ஏலைட்டுக்கள்

ஏலைட்டுகளை (குளோரைட்டு, புரோமைட்டு, மற்றும் அயடைட்டுகளை) இனங்காண்பதற்கு வெள்ளி ஏலைட்டு வீழ்படிவுகளின் நிறங்களைப் பயன்படுத்த முடியும். சில தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட இயல்புகள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன.

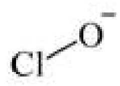
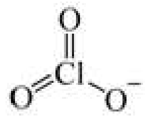
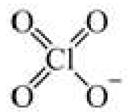
அட்டவணை 4.14 கூட்டம் 17 மூலகங்களின் வெள்ளி ஏலைட்டுகள்

வெள்ளி ஏலைட்டுக்கள்	நிறம்	அமோனியாவில் கரைதிறன்
AgCl	வெள்ளை	ஐதான அமோனியாக்கரைசலில் கரைகிறது.
AgBr	வெளிர் மஞ்சள்	செறிந்த அமோனியாக்கரைசலில் கரைகிறது.
AgI	மஞ்சள்	ஐதான மற்றும் செறிந்த அமோனியாக் கரைசல் இரண்டிலும் கரையாது.

குளோரினனது ஒட்சைட்டுகளும் ஒட்சோ அமிலங்களும்

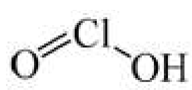
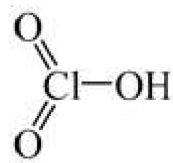
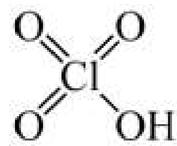
குளோரினானது வேறுபட்ட ஒட்சியேற்ற நிலைகளுடன் வெவ்வேறு ஒட்சைட்டுகளையும் ஒட்சோ அனயன்களையும் உருவாக்குகின்றது. குளோரினது தெரிவு செய்யப்பட்ட பெரோட்சைட்டுகள் அட்டவணை 4.15 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.15 குளோரினது தெரிவுசெய்யப்பட்ட ஒட்சைட்டுகளும் ஒட்சோ அனயன்களும்

ஒட்சியேற்ற நிலை	ஒட்சைட்டின் சூத்திரம்	ஒட்சி அனயன்களின் சூத்திரம்	ஒட்சோ அனயன்களின் கட்டமைப்பு
+1	Cl_2O	ClO^-	
+3	Cl_2O_3	ClO_2^-	
+5	Cl_2O_5	ClO_3^-	
+6	ClO_3, Cl_2O_6		
+7	Cl_2O_7	ClO_4^-	

குளோரின் நான்கு வகை ஒட்சோ அமிலங்களை உருவாக்குகின்றது. குளோரின் அணுவின் ஒட்சியேற்ற எண் அதிகரிப்புடன் அமில வலிமையானது அதிகரிக்கின்றது. ஒட்சோ அமிலங்களின் கட்டமைப்புகள் மற்றும் ஒட்சியேற்ற நிலைகள் அட்டவணை 4.16 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.16 குளோரினது ஒட்சோ அமிலங்களின் கட்டமைப்புகள்

	HOCl	**$HClO_2$**	**$HClO_3$**	**$HClO_4$**
ஒட்சியேற்ற நிலை	+1	+3	+5	+7
கட்டமைப்பு				

குளோரினது ஒட்சியமிலங்களின் ஒட்சியேற்ற வலிமை பின்வருமாறு மாறுபடுகின்றது.

$$HOCl > HClO_2 > HClO_3 > HClO_4$$

HOCl, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$ இல் குளோரினது ஒட்சியேற்ற நிலைகள் +1, +3, +5 மற்றும் +7. உயர் ஒட்சியேற்றநிலைக்குரியது வலிமையான அமிலமுமாக அமையும். ஆகவே அமில வலிமை மாறுதல் $HOCl < HClO_2 < HClO_3 < HClO_4$.

ஏலைட்டுக்கள்

பெரும்பாலான பங்கீட்டு ஏலைட்டுகள் நீருடன் உக்கிரமாகத் தாக்கமடையும் ஆனால் CCl_4 நீர்ப்பகுப்படைவதில்லை பெரும்பாலான் புளோரைட்டுகளும் வேறு சில ஏலைட்டுகளும் சடத்துவமானவை.

கூட்டம் 14, 15 மூலக குளோரைட்டுகள் அளவு நீருடன் பின்வருமாறு தாக்கமடைகின்றன.

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

$$PCl_5(s) + H_2O(l) \longrightarrow POCl_3(aq) + 2HCl(aq)$$

கூட்டம் 14, 15 இன் மூலக குளோரைட்டுகள் மிகை நீருடன் பின்வருமாறு தாக்கமடைகின்றன.

$$SiCl_4\ (l) + 3H_2O(l) \longrightarrow 4HCl(aq) + H_2SiO_3(aq)$$

$$NCl_3(l) + 3H_2O(l) \longrightarrow NH_3(aq) + 3HOCl(aq)$$

$$PCl_3(l) + 3H_2O(l) \longrightarrow H_3PO_3(aq) + 3HCl(aq)$$

$$PCl_5(s) + 4H_2O(l) \longrightarrow H_3PO_4(aq) + 5HCl(aq)$$

$$AsCl_3(s) + 3H_2O(l) \rightleftharpoons H_3AsO_3(aq) + 3HCl(aq)$$

$$SbCl_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons SbOCl(s) + 2HCl(aq)$$

$$BiCl_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons BiOCl(s) + 2HCl(aq)$$

4.7.3 குளோரினின் தாக்கங்கள்

புளோரினை விட குளோரின் தாக்குதிறன் குறைந்தது. குளோரின் வாயு ஒரு வலிமையான ஒட்சியேற்றும் கருவியாகும். குளோரின் வலிமையான ஒட்சியேற்றும் கருவியாக செயற்படும் சில தாக்கங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

$$2Cu(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2CuCl(s)$$

$$2CuCl(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2CuCl_2(s)$$

$$Fe(s) + Cl_2(g) \longrightarrow FeCl_2(s)$$

$$2FeCl_2(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2FeCl_3(s)$$

மிகை அமோனியா, $8NH_3(g) + 3Cl_2(g) \longrightarrow N_2(g) + 6NH_4Cl(g)$

மிகை குளோரின், $3Cl_2(g) + NH_3(g) \longrightarrow 3HCl(g) + NCl_3(l)$

குளோரினின் இருவழிவிகாரத் தாக்கம்

குளோரினானது நீருடனும் மூலங்களுடனும் தாக்கமுறும்போது ஒரேசமயத்தில் ஒட்சியேற்றல், தாழ்த்தல் இரண்டிற்கும் உட்படுகின்றது.

நீருடன் குளோரினின் தாக்கம்.

$$Cl_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow HOCl(aq) + HCl(aq)$$

இத்தாக்கத்தில் பூச்சிய ஒட்சியேற்றநிலையிலுள்ள குளோரின் (Cl_2) , +1 (HOCl) க்கு ஒட்சியேற்றமும் -1 நிலைக்கு (Cl^-) தாழ்த்தலும் அடைகிறது.

சோடியம் ஐதரொட்சைட்டுடன் தாக்கம்.

ஐதான குளிர் சோடியம் ஐதரொட்சைட்டுடன்.

$Cl_2(g)$ + குளிர், ஐதான $2NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + NaOCl(aq) + H_2O(l)$

ஐதான சூடான / செறிந்த சூடான சோடியம் ஐதரொட்சைட்டுடன்

$3Cl_2(g)$ + செறிந்த $6NaOH(aq) \xrightarrow{80\ ^{0}C \text{ க்கு மேல்}} 5NaCl(aq) + NaClO_3(aq) + 3H_2O(l)$

ஒட்சோ அனயனின் தாக்கங்கள்

ClO ஆனது, தாழ் வெப்ப நிலையில் உறுதியானது அத்துடன் உயர் வெப்பநிலையில் இருவழிவிகாரத்திற்கு உட்டபட்டு Cl , ClO_3 ஐ உருவாக்குகின்றது. எவ்வாறாயினும் BrO உம் IO உம் தாழ்வெப்பநிலைகளில் உறுதியான அத்துடன் இருவழிவிகாரத்திற்கு உட்படமுடியும்.

உபகுளோரைட்டின் (Hypochloride) இருவழிவிகாரத் தாக்கங்கள்

உபகுளோரைட்டின் இருவழிவிகாரத்தில் குளோரைட்டு மற்றும் குளோரேற்று உருவாவதனைப் பின்வருமாறு எழுத முடியும்.

$3ClO^- \rightleftharpoons ClO_3^- + 2Cl^-$

அமில நிபந்தனைகளின் கீழ் HOCl ஆனது ClO கார ஊடகத்தில் இருவழிவிகாரம் முதன்மை யானது.

4.8 கூட்டம் 18 மூலகம்

4.8.1 கூட்டப் போக்குகள்

கூட்டம் 18 மூலகங்கள் யாவும் தாக்குதிறனற்ற ஓரணு வாயுவாகும். Xe மட்டும் குறிப்பிடத்தகு வீச்சினுள் சேர்வைகளை ஆக்கும். சேர்க்கப்படும் இலத்திரன்கள் ஒரு புதிய ஓட்டிலுள்ள ஓபிற்றலில் நிரப்பப்படுவதனால் கூட்டம் 18 இன் எல்லா மூலகங்களினதும் இலத்திரனேற்ற வெப்பவுள்ளுறைகள் நேர்ப்பெறுமானமுடையன.

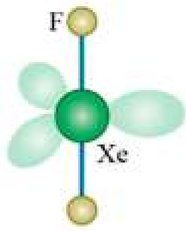
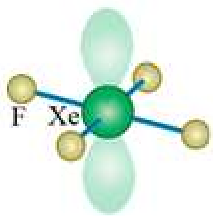
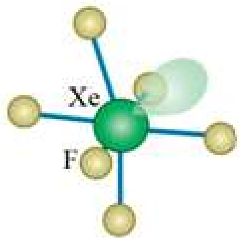
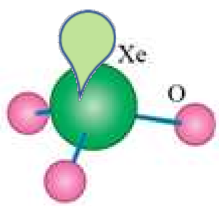
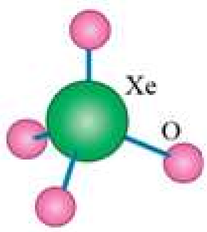
அட்டவணை 4.17 கூட்டம் 18 மூலகங்களின் இயல்புகள்

	He	Ne	Ar	Kr	Xe
தரைநிலை இலத்திரனிலை அமைப்பு	$1s^2$	$[He]2s^22p^6$	$[Ne]3s^23p^6$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^6$	$[Xe]4d^{10}5s^25p^6$
பங்கீட்டு ஆரை/ pm	99	160	192	197	217
1ம் அயனாக்கசக்தி $kJ\ mol^{-1}$	2373	2080	1520	1350	1170
இலத்திரன் ஏற்றல் வெப்பவுள்ளுறை/ $kJmol^{-1}$	48.2	115.8	96.5	96.5	77.2

4.8.2 கூட்டம் 18 மூலகங்களின் எளிய சேர்வைகள்

செனனின் சேர்வைகள் +2, +4, +6 , +8. செனன் ஆனது புளோரினுடன் நேரடித் தாக்கமுறுகிறது. செனனின் சில சேர்வைகள்அட்டவணை 4.18 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.18 Xe இன் சில தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சேர்வைகள்

ஒட்சியேற்ற நிலை	சேர்வைகள்	கட்டமைப்பு
+2	XeF_2	
+4	XeF_4	
+6	XeF_6	
+6	XeO_3	
+8	XeO_4	

4.9 *s, p* தொகுப்பு மூலகங்களினால் காட்டப்படும் ஆவர்த்தனப் போக்குகள்

4.9.1 வலுவளவோட்டு இலத்திரனிலையமைப்பு

ஒரு மூலகத்தின் வலுவளவோட்டு இலத்திரனிலையமைப்பை அதன் ஆவர்த்தன அட்டவணை யிலுள்ள நிலையைக் கொண்டு எதிர்வு கூற முடியும்.

கூட்ட எண்	1	2	13	14	15	16	17	18
வலுவளவு ஓடு இலத்திரன் நிலையமைப்பு	ns^1	ns^2	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6

4.9.2 உலோக இயல்பு

மற்றைய மூலகங்களுடன் ஒப்பிடும்போது தாழ்ந்த அயனாக்க சக்திகளையுடையன. ஆகவே உலோகங்கள் இலகுவாக இலத்திரனை இழந்து நேரயன்களை ஆக்கக்கூடியன. கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது, அணுவாரை அதிகரிப்புடன் அயனாக்கசக்தி குறைந்து செல்கிறது. ஆகவே உலோக நடத்தையானது கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி அதிகரிக்கின்றது.

அத்துடன் ஆவர்த்தனத்தின் குறுக்காக அணுவாரை குறைகிறது. அத்துடன் அயனாக்க சக்தி அதிகரிக்கின்றது. ஆகவே உலோக நடத்தை குறைகின்றது. மூன்றாம் ஆவர்த்தமானது உருகுநிலையில் ஒரு ஒழுங்கான அதிகரிப்பைக் காட்டி பின் குறைவையும் காட்டுகிறது. பெருமளவில் காணப்படும் மூலக வடிவம் ஒத்த அணுக்கள் இடையேயான பிணைப்பு வகை மற்றும் உருகுநிலை போன்ற மூன்றாம் ஆவர்த்தன மூலகங்களின் இயல்புகள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.19 பெருமளவில் காணப்படும் மூலக வடிவம் ஒத்த அணுக்கள் இடையேயான பிணைப்பு வகை மற்றும் உருகுநிலை போன்ற மூன்றாம் ஆவர்த்தன மூலகங்களின் இயல்புகள்.

	Na	Mg	Al	Si	P_4	S_8	Cl_2	Ar
உருகுநிலை/ °C	98	649	660	1420	44	119	-101	-189
பிணைப்பு வகை	M	M	M	NC	C	C	C	-

உலோகப்பிணைப்பு - **M**, வலைப்பின்னல் பங்கீடு - **NC**, பங்கீடு - **C**

அமில, மூல, அத்துடன் ஈரியல்பு நடத்தைகள்

மூன்றாம் ஆவர்த்தனத்தின் குறுக்காக மூலகங்களின் அதியுயர் ஒட்சியேற்ற நிலைக்குரிய ஒட்சைட்டுகளிலுள்ள பிணைப்பு வகை வேறுபாடு கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 4.20 மூன்றாம் ஆவர்த்தன மூலக ஒட்சைட்டுகளின் ஒப்பீடு

	$Na_2O(s)$	$MgO(s)$	$Al_2O_3(s)$	$SiO_2(s)$	$P_4O_{10}(s)$	$SO_3(g)$	$Cl_2O_7(l)$
ஒட்சியேற்ற எண்	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
பிணைப்பு வகை	I	I	I	NC	C	C	C
நடத்தை	வலிமை B	B	Am	மிக மென்மை A	மென்மை A	A	வலிமை A

அயனிக் - I, வலைப்பின்னல் - NC, பங்கீட்டு - C

மூலம் - B, ஈரியல்பு - Am, அமிலம் - A

இரசாயன நடத்தையை ஒப்பிடுவதற்கு அதியுயர் ஒட்சியேற்ற நிலையிலுள்ள ஒட்சைட்டுகள் கருதப்படுகின்றன. நடத்தையானது இடதுபுறம் வன்மூலமும் வலதுபுறம் வன்னமிலமும் காணப்பட முடியும். தொடரின் நடுவில் ஈரியல்பு நடத்தையை காணமுடியும்.

4.9.3 நீர், அமிலங்கள் மற்றும் காரங்களுடன் மூன்றாம் ஆவர்த்தன ஒட்சைட்டுகளின் தாக்கங்கள்

சோடியம் மற்றும் மகனீசியத்தின் ஒட்சைட்டுக்கள் நீருடன் தாக்கமுற்று ஐதரொட்சைட்டுகளை உருவாக்குகின்றன.

$$Na_2O(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2\,NaOH(aq)$$

$$MgO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Mg(OH)_2\,(s)$$

இவ்விரு ஒட்சைட்டுகளும் மூலங்களாதலால் அமிலங்களுடன் தாக்கி உப்பும் நீரும் உருவாக்கப் படும்.

$$Na_2O(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(l)$$

$$MgO(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2O(l)$$

அலுமினியம் ஒட்சைட்டானது ஈரியல்புடையதாகையால் அமிலங்களுடன் அதேபோன்று மூலங் களுடனும் தாக்கமுற்று உப்புகளை உருவாக்கும்.

$$Al_2O_3(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$$

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

SiO_2 ஆனது மென்னமிலமாதலால் வன்காரங்களுடன் தாக்கமுறும். அத்துடன் SiO_2 ஆனது நீருடன் தாக்கமற்றது.

$$SiO_2(s) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SiO_3(aq) + H_2O(l)$$

P_4O_{10}, SO_3, அத்துடன் Cl_2O_7 என்பன அமில இயல்புடையன. அத்துடன் நீரில் கரைக்கப்படும்போது அமிலங்களை உருவாக்குகின்றன. இத்தாக்கங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

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

$$SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$$

$$Cl_2O_7(l) + H_2O(l) \longrightarrow 2HClO_4(aq)$$

அத்துடன் இவ்வொட்சைட்டுகள் காரங்களுடன் தாக்கி உப்பையும் நீரையும் தருகின்றன.

$$P_4O_{10}(s) + 12NaOH(aq) \longrightarrow 4Na_3PO_4(aq) + 6H_2O(l)$$

$$SO_3(g) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(l)$$

$$Cl_2O_7(l) + 2NaOH \longrightarrow 2NaClO_4(aq) + H_2O(l)$$

4.9.4 ஐதரொட்சைட்டுக்கள், மற்றும் ஐதரைட்டுக்கள் என்பனவற்றின் அமில, மூல மற்றும் ஈரியல்பு நடத்தைகள்

மூன்றாம் ஆவர்த்தனத்தில் ஐதரொட்சைட்டுகளின் போக்குகள் அதே ஆவர்த்தன ஒட்சைட்டுகளை ஒத்தன. மூன்றாம் ஆவர்த்தன ஐதரொட்சைட்டுகளின் ஒப்பீடுகளை கீழ் உள்ள அட்டவணை காட்டுகிறது.

அட்டவணை 4.21 மூன்றாம் ஆவர்த்தன ஐதரொட்சைட்டுகளின் ஒப்பீடு

	$NaOH$	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	$Si(OH)_4$	$P(OH)_5$	$S(OH)_6$	$Cl(OH)_7$
உறுதியான நிலை				H_2SiO_3	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$
ஒட்சியேற்ற எண்	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
பிணைப்பு வகை	I	I	C	C	C	C	C
நடத்தை	வன்மை B	மென் B	Am	மிக மென்மை A	மென்மை A	வன்மை A	மிக வன்மை A
	அயனிக் - I,		வலைப்பின்னல் - NC,		பங்கீட்டு - C		
	மூலம் - B,		ஈரியல்பு - Am,		அமிலம் - A		

ஆவர்த்தனத்தின் குறுக்காக, மூன்றாம் ஆவர்த்தன ஐதரைட்டுக்களின் நடத்தையானது வன்மூலங்களிலிருந்து வன்னமிலங்கட்கு மாறுகையடைகின்றது. தொடரின் நடுவில் அமைவது ஈரியல்பைக் காட்டும்.

அட்டவணை 4.22 மூன்றாம் ஆவர்த்தன ஐதரைட்டுகளின் ஒப்பீடு

	NaH(s)	MgH_2(s)	$(AlH_3)_x$(s)	SiH_4(g)	PH_3(g)	H_2S(g)	HCl(g)
ஒட்சியேற்ற எண்	+1	+2	+3	-4	-3	-2	-1
நீர்க்கரைசல்களின் நடத்தைகள்	வன்மை B	மென்மை B	Am	மிக மென்மை	N	மென்மை A	வன்மை A
பிணைப்பு வகை	I	I	NC	C	C	C	C
அயனிக் - I,			வலைப்பின்னல் - NC,				பங்கீட்டு - C
மூலம் - B,			ஈரியல்பு - Am,				அமிலம் - A

சோடியம் மற்றும் மகனிசியம் ஐதரைட்டுகள் நீருடன் தாக்கி வன்காரக் கரைசலைத் தரும்.

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

$$MgH_2(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow Mg(OH)_2(s) + 2H_2(g)$$

$$AlH_3(s) + 3H_2O(l) \longrightarrow Al(OH)_3(s) + 3H_2(g)$$

PH_3 ஆனது நீரில் சிறிதளவு கரைந்து நடுநிலைக் கரைசலைத் தரும். H_2S மற்றும் HCl என்பன அமிலத்தன்மையானவை அத்துடன்,

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

$$HCl(g) + H_2O(l) \longrightarrow Cl^- (aq) + H_3O^+(aq)$$

4.9.5 மூன்றாம் ஆவர்த்தனத்தின் குறுக்கே ஏலைட்டுகளின் இயல்பு

ஆவர்த்தனத்தின் குறுக்கே இடமிருந்து வலமாக மின்னெதிர்த்தன்மை அதிகரிப்பதனால், குளோரைட்டுகளின் நீர்ப்பகுப்புத் திறன் அதிகரிக்கின்றது. தொடர்பான தாக்கங்கள் கீழே தரப்பட்டள்ளன. *s*-தொகுப்பு குளோரைட்டுகள் அயன் தன்மையையும் *p*- தொகுப்பு குளோரைட்டுகள் பங்கீட்டு இயல்பையும் உடையன.

அட்டவணை 4.23 மூன்றாம் ஆவர்த்தன குளோரைட்டுகளின் ஒப்பீடு

	NaCl(s)	$MgCl_2$(s)	$AlCl_3$(s)	$SiCl_4$(l)	PCl_5(s)	SCl_2(g)
ஒட்சியேற்ற எண்	+1	+2	+3	+4	+5	+2
பிணைப்பு வகை	I	I	C	C	C	C
நீர்க்கரைசலின் நடத்தை	N	மிகமென்மை A	A	A	A	A

அயனிக் - I, பங்கீட்டு - C

மூலம் - B, ஈரியல்பு - Am, அமிலம் - A, நடுநிலை - N

மூன்றாம் ஆவர்த்தன மூலகங்களின் நீருடனான தாக்கங்கள்.

$$AlCl_3(s) + 7H_2O(l) \longrightarrow [Al(H_2O)_5OH]^{2+}(aq) + H_3O^+(aq) + 3Cl^-(aq)$$

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

$$PCl_5(s) + 4H_2O(l) \longrightarrow H_3PO_4(aq) + 5HCl(aq)$$

$$2SCl_2(l) + 3H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_3(aq) + S(s) + 4HCl(aq)$$

கூட்டம் 15 இயல்புகளை கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிய மாற்றங்களை விளங்கிக் கொள்ள பயன்படுத்தமுடியும். ஒரு கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி அயனாக்கசக்தி குறைகிறது அத்துடன் உலோக நடத்தை அதிகரிக்கிறது. கூட்டம் 15 பற்றிய தரப்பட்ட தகவல்களைப் பயன்படுத்தி கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கி உலோக இயல்புகள் அதிகரிப்புடன் அயனாக்க சக்தி மாறுகைகள் இடையேயான தொடர்புகளின் இணைப்பினை அறிந்து கொள்ளலாம். N மற்றும் P இரண்டும் அல்லுலோகங்கள் அத்துடன் அமில ஒட்சைட்டுகளை ஆக்குகின்றன. எவ்வாறாயினும் , As மற்றும் Sb ஒட்சைட்டுகள் ஈரியல்புக்குரியன. பிசுமத்தின் ஒட்சைட்டுகள் மூலமாகும்.

d தொகுப்பு மூலகங்கள்

கூட்டங்கள் 3 தொடக்கம் 12 வரையிலான மூலகங்கள் ஒன்றாகச் சேர்த்து *d* தொகுப்பு மூலகங்கள் எனப் பாகுபடுத்தப்பட்டுள்ளன. *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் இறுதி இலத்திரன் *d* ஓபிற்றலில் நிரப்பப்படுகிறது. இம்மூலகங்கள் தாண்டல், தாண்டலில்லாத மூலகங்கள் என இரு வகைகளாகப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

4.10 தாண்டல் மூலகங்கள்

மூலக நிலையில் அல்லது உறுதியான ஒரு அயனிலாவது பகுதியாக நிரப்பப்பட்ட *d* உபசக்தியுடைய *d* தொகுப்பு மூலகங்கள் தாண்டல் மூலகங்கள் என அழைக்கப்படும். ஆகவே d^{10} இலத்திரனிலையமைப்பை மட்டும் உடைய அயன்களை உருவாக்கும் *d* தொகுப்பு மூலகங்கள் தாண்டலில்லாத மூலகங்களாகக் கருதப்படுகின்றன.

உ+ம்: Zn இன் இலத்திரனிலையமைப்பு : $[Ar]3d^{10}4s^2$

Zn^{2+}இன் இலத்திரனிலையமைப்பு : $[Ar]3d^{10}4s^0$

Sc இன் இலத்திரனிலையமைப்பு : $[Ar]3d^14s^2$

Sc^{3+} இன் இலத்திரனிலையமைப்பு : $[Ar]3d^04s^0$

Zn, Sc ஆகிய இரண்டும் *d* தொகுப்பு மூலகங்கள் (இறுதி இலத்திரன் 3*d* ஓபிற்றலில் நிரப்பப்படுகின்றது) எனினும் Zn தாண்டலில்லாத மூலகமாகக் கருதப்படுகிறது. காரணம் மூலக நிலையிலும் Zn^{2+} இலும் பகுதியாக நிரப்பப்பட்ட *d* உபசக்தி மட்டம் இல்லை. Scஐ தாண்டல் மூலகமாகக் கருதலாம். காரணம் Sc மூலக நிலையில் பகுதியாக நிரப்பப்பட்ட *d* - உபசக்தி மட்டத்தை உடையது.

அட்டவணை 4.24 நான்காம் ஆவர்த்தனத்திலுள்ள *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் இயல்புகளின் ஒப்பீடு

கூட்டம்	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
மூலகம்	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
பௌலிங்கின் மின்னெதிர்த்தன்மை	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	1.8	1.8	1.8	1.9	1.6
அணுவாரை/pm	162	147	134	128	127	126	125	125	128	137
பங்கீட்டு ஆரை/pm	144	132	122	118	117	117	116	115	117	125
அயனாரை(M^{2+})/pm	-	100	93	87	81	75	79	83	87	88

பிரதான கூட்ட மூலகங்களிலும் பார்க்க தாண்டல் உலோகங்களின் அணுஆரை ஆவர்த்தனம் வழியே மாறல் குறைவு. அட்டவணை 4.23 இல் காட்டியவாறு ஆவர்த்தனம் வழியே தாண்டல் உலோகங்களின் அணுஆரை சிறிதளவில் குறைந்து பின்பு அதிகரிக்கின்றது. ஆவர்த்தனம் வழியே, ஒவ்வொரு *d* இலத்திரன் சேர்க்கப்பட கரு ஏற்றமும் ஒவ்வொன்றால் அதிகரிக்கின்றது. ஆவர்த்தனத்தின் மத்தியில் (Sc தொடக்கம் Ni வரை) அணு ஆரைகள் குறைவதற்கு காரணம் கரு ஏற்றத்தின் அதிகரிப்பினாலான கவர்ச்சி வலு இலத்திரன்களுக்கிடையிலான தள்ளுகையிலும் முனைப்பாக உள்ளது ஆகும். எனினும் ஆவர்த்தனத்தின் முடிவில் (Cuஉம்

Znஉம்) அணுக்களின் ஆரைகள் அதிகரிக்கின்றன. காரணம் d ஓபிற்றல்களில் இலத்திரன்கள் சோடியாக்கப்பட்டதனால் இலத்திரன்களுக்கிடையிலான தள்ளுகை அதிகரிப்பினாலாகும்.

4.10.1 இருக்கை

$3d$ தொடரில் (நான்காம் ஆவர்த்தன d தொகுப்பு மூலகங்கள்) இடப்புறமாக உள்ள மூலகங்கள் இயற்கையில் பொதுவாக உலோக ஒட்சைட்டுகளாகவும். கற்றயன்கள், அன்னயன்களுடன் இணைந்தும் காணப்படுகின்றன.

சில உதாரணங்கள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.25 நான்காம் ஆவர்த்தன d தொகுப்பு மூலகஙகள் சிலவற்றின் இருக்கை.

மூலகம்	உதாரணம்
Ti	$FeTiO_3$(இல்மனைற்று), TiO_2(உரூத்தைல்)
Fe	Fe_2O_3 (ஏமற்றைற்), Fe_3O_4 மகனரைற்று, $FeCO_3$ (சிதரைற்று)
Cu	$CuFeS_2$ (செப்புக் கந்தகக்கல்)

4.10.2 நான்காம் ஆவர்த்தன *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் இயல்புகள்

ஒட்சியேற்ற நிலைகளும் அயனாக்க சக்திகளும்

நான்காம் ஆவர்த்தன d தொகுப்பு மூலகங்களில் Sc உம் Zn உம் தவிர்ந்த ஏனைய மூலகங்கள் பல ஒட்சியேற்ற நிலைகளிலுள்ள உறுதியான கற்றயன்களைத் தோற்றுவிக்கக்கூடியன. பல ஒட்சியேற்ற நிலைகளுக்குக் காரணம் பிணைப்பில் வேறுபட்ட எண்ணிக்கை இலத்திரன்கள் பங்கெடுத்தலாகும். Zn (+2) உம் Sc (+3) உம் ஒரு ஒட்சியேற்ற நிலையையுடைய அயனை மாத்திரம் தோற்றுவிப்பன. இவ்வயன்களில் பகுதியாக நிரப்பப்பட்ட d ஓபிற்றல்கள் இல்லை. அட்டவணை 4.26 இல் இலத்திரனிலையமைப்பும் d தொகுப்பு மூலகங்களின் ஒட்சியேற்றநிலைகளும் காட்டப்பட்டுள்ளன. Sc ஆனது Sc^{3+} அயன்களை மாத்திரம் தோற்றுவிக்கும். Sc தவிர ஏனையவை யாவற்றிலும் +2 ஒட்சியேற்ற எண்ணைக் காணலாம். காரணம் அயனாக்கத்தின்போது $3d$ ஓபிற்றல்களிலுள்ள இலத்திரன்கள் அகற்றப்பட முன்பு $4s$ ஓபிற்றல்கள் இலத்திரன்கள் நீக்கப் படுகின்றன. இதற்குக் காரணம் இறுதி ஓட்டிலுள்ள $4s$ ஓபிற்றலின் இரண்டு இலத்திரன்கள் $3d$ ஓபிற்றலிலுள்ள இலத்திரன்களிலும் குறைந்த பயன்படு கரு ஏற்றத்தை (effective nuclear charge) அனுபவிக்கின்றன.

$3d^{10}4s^1$ இலத்திரனிலையமைப்புக் காரணமாக Cu (+1) ஒட்சியேற்ற எண்ணைப் பொதுவாகத் தோற்று விக்கலாம். ஆனால் Cr ஆனது $3d^5 4s^1$ இலத்திரனிலையமைப்பைக் கொண்டிருந்தாலும் Cr^+ மிக அரிதாகக் காணப்படும். அத்துடன் உறுதியற்றது.

ஒரு d தொகுப்பு மூலகம் காட்டக்கூடிய உயர் சாத்தியமான ஒட்சியேற்ற எண் $4s$, $3d$ இலத்திரன்களின் கூட்டுத் தொகையாகும். தாண்டல் உலோகங்களும் மாறுபட்ட ஒட்சியேற்ற நிலைகளை p தொகுப்பு மூலகங்களைப் போன்று தோற்றுவிக்கக்கூடியன. அத்துடன் ஒட்சியேற்ற நிலைகளுக்கிடையே மாற்றத்தைக் காட்டக்கூடிய திறனை உடையன. ஆகவே அவை ஒட்சியேற்றும், தாழ்த்தும் கருவிகளாகத் தொழிற்படலாம்.

முதல் ஐந்து மூலகங்களும் சாத்தியமான உச்ச ஒட்சியேற்ற நிலையை $4s, 3d$ இலத்திரன்கள் முழுவதையும் இழப்பதால் அடைகின்றன. ஆவர்த்தனத்தில் வலதுபுறம் நோக்கி $3d$ இலத்திரன்கள் கூடுதலாக நிரப்பப்பட, அணுவின் கருவேற்றம் அதிகரிப்பதனால் $3d$ ஓபிற்றல்கள் கூடுதலான சக்தியுடையதாக வருகின்றன. இது d இலத்திரன்கள் அகற்றப்படுவதைக் கடினமாக்குகின்றது. இம்மூலகங்களின் மிகப் பொதுவான ஒட்சியேற்றநிலை $4s$ இலத்திரன்களை இழப்பதனால் $+2$ ஆகும்.

தாக்குதிறன்

s தொகுப்பு மூலகங்கள் நீருடன் உக்கிரமாகத் தாக்கமுற்றாலும் d தொகுப்பு மூலகங்கள் நீருடன் தாக்கமுறுவதில்லை. d தொகுப்பு மூலகங்களின் உயர்ந்த கரு ஏற்றம் காரணமாக $4s$ இலத்திரன்கள் s தொகுப்பு மூலகங்களிலும் பார்க்கக் கருவுடன் இறுக்கமாகப் பிணைந்துள்ளன. d தொகுப்பு மூலகங்களின் முதலாம் அயனாக்கசக்தி s, p தொகுப்பு மூலகங்களின் பெறுமானங் களுக்கு இடையிலுள்ளது.

அட்டவணை 4.26 d தொகுப்பு மூலகங்களின் இலத்திரனிலையமைப்பும் ஒட்சியேற்ற நிலைகளும்.

மூலகம்	தரைநிலை இலத்திரனிலையமைப்பு	$3d$	$4s$	ஒட்சியேற்ற நிலைகள்
Sc	[Ar]$3d^14s^2$	[↑][ ][ ][ ][ ]	[↑↓]	+3
Ti	[Ar]$3d^24s^2$	[↑][↑][ ][ ][ ]	[↑↓]	(+2), +3, +4
V	[Ar]$3d^34s^2$	[↑][↑][↑][ ][ ]	[↑↓]	(+2), (+3), +4, +5
Cr	[Ar]$3d^54s^1$	[↑][↑][↑][↑][↑]	[↑]	+2, +3, (+4), (+5), +6
Mn	[Ar]$3d^54s^2$	[↑][↑][↑][↑][↑]	[↑↓]	+2, +3, +4, (+5), (+6), +7
Fe	[Ar]$3d^64s^2$	[↑↓][↑][↑][↑][↑]	[↑↓]	+2, +3, (+4), (+5), (+6)
Co	[Ar]$3d^74s^2$	[↑↓][↑↓][↑][↑][↑]	[↑↓]	+2, +3, (+4)
Ni	[Ar]$3d^84s^2$	[↑↓][↑↓][↑↓][↑][↑]	[↑↓]	+2, (+3), (+4)
Cu	[Ar]$3d^{10}4s^1$	[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓]	[↑]	+1, +2, (+3), (+4)
Zn	[Ar]$3d^{10}4s^2$	[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓]	[↑↓]	+2

* அடைப்புக்குறியினுள் குறைந்த பொதுவான ஒட்சியேற்ற நிலைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

நான்காம் ஆவர்த்தன d தொகுப்பு மூலகங்களின் அயனாக்கச் சக்திகள் அதே ஆவர்த்தனத்திலுள்ள s தொகுப்பு மூலகங்களிலும் உயர்வானவை. d தொகுப்பு மூலகங்களின் முதலாம் அயனாக்க சக்திகள் ஆவர்த்தனத்தில் இடமிருந்து வலம் செல்லச் சிறிதளவால் அதிகரிக்கின்றன. s, p தொகுப்பு மூலகங்களிலும் பார்க்க d தொகுப்பு மூலகங்களில் ஆவர்த்தனத்தின் வழியே முதலாம் அயனாக்க சக்தியின் மாறுகை குறைவு. நான்காம் ஆவர்த்தனம் வழியே கரு ஏற்ற அதிகரிப்பினால் $4s$ இலத்திரன்கள் மீதான கவர்ச்சி அதிகரிக்க இவ்வாவர்த்தன d தொகுப்பு மூலகங்களின் முதலாம் அயனாக்க சக்தி அதிகரிக்கவேண்டும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. எனினும் எல்லா d தொகுப்பு மூலகங்களிலும் மேலதிக இலத்திரன்கள் $3d$ ஓபிற்றலில் சேர்க்கப்படுவதனால், ஆவர்த்தனத்தில் இடமிருந்து வலம் செல்ல, இவ் d இலத்திரன்கள் $4s$ இலத்திரன்களைக் கருவின் உள்நோக்கிய கவர்ச்சியிலிருந்து மறைக்கின்றன. இவ்விரு முரணான விளைவுகளினால் d தொகுப்பு மூலகங்களின் அயனாக்கசக்தி ஆவர்த்தனத்தின் குறுக்கே

சிறிதளவால் அதிகரிக் கின்றது. கீழே கொடுக்கப்பட்ட அட்டவணையில் நான்காம் ஆவர்த்தன d தொகுப்பு மூலகங்களின் அடுத்தடுத்த அயனாக்கச் சக்திகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.27 நான்காம் ஆவர்த்தன d தொகுப்பு உலோகங்களினதும் K, Caவினதும் அடுத்தடுத்த அயனாக்கச் சக்திகள்.**

மூலகம்	1ம் அயனாக்க சக்தி / kJ mol^{-1}	2ம் அயனாக்க சக்தி / kJ mol^{-1}	3ம் அயனாக்க சக்தி / kJ mol^{-1}
K	418	3052	
Ca	589	1145	4912
Sc	631	1235	2389
Ti	658	1310	2652
V	650	1414	2828
Cr	653	1496	2987
Mn	717	1509	3248
Fe	759	1561	2957
Co	758	1646	3232
Ni	737	1753	3393
Cu	746	1958	3554
Zn	906	1733	3833

** உள்ளேயுள்ள ஓபிற்றலிலிருந்து ஒரு இலத்திரன் அகற்றப்படுவதன் காரணமாக ஏற்படும் சக்தி அதிகரிப்பை விளங்குவதற்கு K யிற்கு முதல் இரு அயனாக்கச் சக்திகள் மாத்திரம் தரப்பட்டுள்ளன.

ஒரே ஆவர்த்தனத்தில் d தொகுப்பு மூலகங்களின் முதலாம் அயனாக்க சக்திகள் s தொகுப்பு மூலகங்களிலும் உயர்வு. இது s தொகுப்பு மூலகங்களிலும் பார்க்க d தொகுப்பு மூலகங்களின் குறைவான தாக்குதிறனை விளக்குகின்றது.

d தொகுப்பு மூலகங்கள் யாவும் உலோகங்கள், ஏனெனில் d தொகுப்பு மூலகங்களில் $4s$ இலத்திரன்கள் கற்றயன்களை உருவாக்க இலகுவாக இழக்கப்படலாம். கூட்டத்தில் கீழ்நோக்கிச் செல்ல d தொகுப்பு மூலகங்களின் உலோக இயல்பு அதிகரிக்கின்றது.

நான்காம் ஆவர்த்தனத்திலுள்ள d தொகுப்பு மூலகங்கள் யாவும் உயர் உருகுநிலை, கொதிநிலை களையுடைய திண்மங்கள். s தொகுப்பு p தொகுப்பு மூலகங்களுடன் ஒப்பிடும்போது d தொகுப்பு மூலகங்களின் உருகுநிலை, கொதிநிலைகள் மிகவும் உயர்வு. d தொகுப்பு மூலகங்கள் மத்திமமான தாக்குதிறனுடையவை.

$3d^0$, $3d^{10}$ இலத்திரனிலையமைப்புகள் உடைய அயன்கள் தவிர்ந்த d தொகுப்பு உலோகச் சேர்வைகள் சிறப்பியல்பான நிறங்களை உருவாக்குகின்றன. இதன் கருத்து தாண்டல் உலோக அயன் சிக்கல்கள் நிறமுடைய சேர்வைகளை உருவாக்கலாம். பெரும்பாலான d தொகுப்பு உலோக அயன்கள் சிக்கல் சேர்வைகளை உருவாக்குகின்றன.

மின்னெதிர்த்தன்மை

கீழுள்ள அட்டவணை d தொகுப்பு மூலகங்களின் மின்னெதிர்த்தன்மையைத் தருகிறது. இதனை நான்காம் ஆவர்த்தனத்திலுள்ள d தொகுப்பு மூலகங்களின் மின்னெதிர்த்தன்மை வேறுபாட்டை விளங்குவதற்கு உபயோகிக்கலாம். அணுஎண்ணுடன் மின்னெதிர்த் தன்மை அதிகரிக்கின்றது. எனினும் Mn, Zn ஆகியன அவற்றின் உறுதியான இலத்திரனிலையமைப்புக் காரணமாக இப்போக்கி லிருந்து விலகுகின்றன. உயர்ந்த கரு ஏற்றம் காரணமாக, d தொகுப்பு மூலகங்களின் மின்னெதிர் தன்மை, s தொகுப்பு மூலகங்களிலும் பார்க்க உயர்வானவை.

மூலகம்	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
மின்னெதிர்த்தன்மை	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	1.8	1.8	1.8	1.9	1.6

ஒரு அணு மாறுபட்ட ஒட்சியேற்ற எண்களைக் காண்பிக்கும்பொழுது, உயர்ந்த ஒட்சியேற்ற நிலை, உயர்ந்த மின்னெதிர்த்தன்மை உடையது.

ஊக்கல் இயல்புகள்

பகுதியாக நிரப்பப்பட்டதும், வெறுமையானதுமான d ஓபிற்றல்களை அனேக தாண்டல் உலோகங் களும் அவற்றின் சேர்வைகளும் உடையதனால் அவை ஊக்கிகளாகத் தொழிற்படுகின்றன. இது d ஓபிற்றல்களை, இலத்திரன்களை ஏற்க அல்லது வழங்க ஏதுவாக்குகின்றது. இந்த இயல்பு அவற்றை ஊக்கிகளின் பயன்தரு கூறுகளாக்குகின்றது. ஐதரசனேற்றத்திற்கு Pd, அமோனியாவை நைதரசன் ஒட்சைட்டாக மாற்ற Pt/Rh, SO_2 ஐ SO_3 ஆக ஒட்சியேற்ற V_2O_5 எதீனின் பல்பகுதியாக்கத்திற்கு $TiCl_3 / Al(C_2H_5)_6$ என்பன d தொகுப்பு மூலகங்களை அவற்றின் சேர்வைகளை ஊக்கியாகப் பயன்படுத்துவதற்கான சில உதாரணங்கள் ஆகும். அற்கைலேற்றம், ஏசைலேற்றம் போன்ற பிரசித்தமான சில சேதனத் தாக்கங்கள் தாண்டல் உலோக அயன் ஊக்கி முன்னிலையில் செய்யப்படுகின்றன.

தாண்டல் உலோக அயன்களின் நிறங்கள்

அனேக தாண்டல் உலோக அயன்களின் நீர்க்கரைசல்கள் மின்காந்தத் திருசியத்தின் கட்புலனாகும் பகுதியிலிருந்து கதிர்வீசலை உறிஞ்சுவதனால் பல்வேறு நிறங்களை உருவாக்குகின்றன. இந்தத் திறன் இருப்பதற்குக் காரணம் பகுதியாக நிரப்பப்பட்ட d உபசக்திப் படிகள் இருப்பதனாலாகும். இதற்கு மாறாக s தொகுப்பு உலோக அயன்கள் நிறமற்றவை. காரணம் இவ்வயன்கள் பூரணமாக நிரப்பப்பட்ட உபசக்திப்படிகளை உடையன. பின்வரும் அட்டவணை நீர்க்கரைசலில் சில தாண்டல் உலோக அயன்களினதும் ஒட்சோ அனயன்களினதும் நிறங்களைக் காண்பிக்கின்றது. உதாரணமாக $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ மென்சிவப்பு நிறமுடையது. $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$ இளம்மென்சிவப்பு நிறமுடையது. இதற்கு மாறாக Sc^{3+}, Zn^{2+} நீர்க்கரைசல்கள் நிறமற்றவை. காரணம் பகுதியாக நிரப்பப்பட்ட ஓபிற்றல்கள் இல்லை. அத்துடன் d^0 அல்லது d^{10} நிலையமைப்புடையவை நீர்க் கரைசல்களில் உள்ளபோது நிறமற்றவை. MnO_4^-, CrO_4^{2-} என்பவற்றின் நிறங்கள் d ஓபிற்றல் களிடையே இலத்திரன்பரிமாற்றத்தினால் அல்ல. அட்டவணை 4.28 இல் தெரிவு செய்யப்பட்ட சில ஒட்சோஅன்னயன்களின் நிறங்கள் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.28 நீர்க்கரைசல்களில் d தொகுப்பு உலோக அயன்களினதும் ஒட்சோஅன்னயன்களினதும் நிறங்கள் உலோக அயன்களிற்குப் பக்கத்தில் அடைப்புக்குறியினுள் $3d, 4s$ இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை காட்டப்பட்டுள்ளது.

அயன்	நிறம்	அயன்	நிறம்
Sc^{3+} $(d^0\ s^0)$	நிறமற்றது	$Fe^{3+}(d^5\ s^0)$	கபில மஞ்சள்
$Ti^{4+}(d^0\ s^0)$	நிறமற்றது	$Fe^{2+}(d^6\ s^0)$	மென்பச்சை
$Cr^{3+}(d^3\ s^0)$	நீல-ஊதா	$Co^{2+}(d^7\ s^0)$	மென்சிவப்பு
$Mn^{2+}(d^5\ s^0)$	இளம்மென்சிவப்பு	$Ni^{2+}(d^8\ s^0)$	பச்சை
$Cu^{2+}(d^9\ s^0)$	நீலம்		
$Cu^{+}(d^{10}\ s^0)$	நிறமற்றது		
$Zn^{2+}(d^{10}\ s^0)$	நிறமற்றது		
ஒட்சோஅன்னயன்	**நிறம்**	**ஒட்சோ அன்னயன்**	**நிறம்**
MnO_4^-	ஊதா	CrO_4^{2-}	மஞ்சள்
MnO_4^{2-}	பச்சை	$Cr_2O_7^{2-}$	செம்மஞ்சள்

4.10.3 *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் ஒட்சைட்டுகள்

முதல் நான்கு மூலகங்களும் வலுவளவு இலத்திரன்கள் முழுவதையும் அகற்றுவதனால் ஒட்சைட்டுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. பிரதான கூட்ட மூலகங்களைப் போலன்றித் தாண்டல் மூலகங்கள் வித்தியாசமான ஒட்சியேற்ற நிலைகளை உருவாக்குகின்றன. சில d தொகுப்பு மூலகங்கள் இரு வேறுபட்ட ஒட்சியேற்ற எண் உலோகத்தையுடைய ஒட்சைட்டுகளைத் தோற்றுவிக்கலாம். Mn_3O_4 வும் Fe_3O_4 வும் இரு கலப்பு ஒட்சைட்டுகளுக்கு உதாரணங்களாகும். (இரு ஒட்சியேற்ற எண்களையுடையவற்றால் உருவாக்கப்பட்டன.) Mn_3O_4 ஆனது Mn(II), Mn(III) என்பவற்றின் கலவையாகும். Fe_3O_4 வும் Fe(II), Fe(III) என்பவற்றின் கலவையாகும்.

4.10.4 சில தெரிவு செய்யப்பட்ட *d* தொகுப்பு ஒட்சைட்டுகளின் இரசாயனம்

குரோமியம், மங்கனீசு ஒட்சைட்டுகள்

ஒரு ஒட்சைட்டின் இயல்புகள் ஒட்சியேற்ற எண்ணில் தங்கியுள்ளது. பிணைப்புவகை ஒட்சியேற்ற எண்ணில் தங்கியுள்ளது. உலோக ஒட்சைட்டுகளின் அமில-மூல நடத்தையைப் பிணைப்புவகை மாற்றம் விளக்குகிறது. உயர் ஒட்சியேற்ற எண்களையுடைய ஒட்சைட்டுகள் பங்கீட்டுப்பிணைப்பு சிறப்பியல்புகளை உடையன. அவை அமிலத்தன்மை உடையன. தாழ்ந்த ஒட்சியேற்ற எண்களை உடைய ஒட்சைட்டுகள் அயன்பிணைப்புச் சிறப்பியல்புகளை உடையன. அவை மூலத்தன்மை உடையன.

அட்டவணை 4.29 குரோமியம் ஒட்சைட்டுகளின் அமில-மூலத் தன்மை

ஒட்சைட்டு	அமில-மூலத்தன்மை	ஒட்சியேற்ற எண்	
CrO	மென்மூலம்	+2	தாழ்ந்த ஒட்சியேற்றநிலை
Cr_2O_3	ஈரியல்பு	+3	மத்திமமான ஒட்சியேற்றநிலை
CrO_2	மென்னமிலம்	+4	மத்திமமான ஒட்சியேற்றநிலை
CrO_3	அமிலம்	+6	உயர் ஒட்சியேற்றநிலை

பொதுவாக உலோகம் தாழ்ந்த ஒட்சியேற்ற நிலையிற் காணப்படின் ஒட்சைட்டு மூலவியல்பு உடையது. உலோகம் மத்திமமான ஒட்சியேற்றநிலையில் காணப்படின் ஒட்சைட்டு ஈரியல்பு உடையது. உயர்ந்த ஒட்சியேற்றநிலையிலுள்ள உலோக ஒட்சைட்டுகள் அமில இயல்புடையன. இது அட்டவணைகள் 4.29, 4.30 என்பவற்றில் சேர்வைகள் ஏன் தாழ்ந்த ஒட்சியேற்றநிலைகளிலுள்ளவை கூடுதலாக உலோக இயல்புடையவை, உயர்ந்த ஒட்சியேற்ற நிலையிலுள்ளவை கூடுதலாக அலோக இயல்புடையவை என்பதை விளக்குகின்றது.

அட்டவணை 4.30 மங்கனீசு ஒட்சைட்டின் அமில-மூல இயல்பு

ஒட்சைட்டு	அமில-மூல இயல்பு	ஒட்சியேற்ற எண்	
MnO	மூலம்	+2	தாழ்ந்த ஒட்சியேற்றநிலை
Mn_2O_3	மென்மூலம்	+3	மத்திமமான ஒட்சியேற்றநிலை
MnO_2	ஈரியல்பு	+4	மத்திமமான ஒட்சியேற்றநிலை
MnO_3	மென்னமிலம்	+6	மத்திமமான ஒட்சியேற்றநிலை
Mn_2O_7	அமிலம்	+7	உயர்ந்த ஒட்சியேற்றநிலை

தெரிவு செய்யப்பட்ட குரோமியத்தின் ஒட்சோஅன்னயன்களின் தாக்கங்கள்

நடுநிலை அல்லது மூல ஊடகங்களில் மஞ்சள் நிறமுடைய குரோமேற்று அயன் நிலவும். (காணப்படும்). அமில நிபந்தனைகளின் கீழ் அது செம்மஞ்சள் நிறமுடைய இருகுரோமேற்று அயனாக மாற்றப்படும்.

$$2CrO_4^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-}(aq) + H_2O(l)$$

பகுதியாக நிரப்பப்பட்ட d உபசக்திப்படிகள் இல்லாதபோதும் (Cr ,+6 ஒட்சியேற்றநிலையில்) குரோமேற்று, இருகுரோமேற்று இரண்டும் Cr இற்கும் O இணையிகளுக்குமிடையே இலத்திரனேற்றம் இட மாற்றத்தினால் நிறங்களை உருவாக்குகின்றன. எனினும் இத்தோற்றப்பாட்டிற்கான விளக்கம் தற்போதைய பாடத்திட்டத்தில் இல்லை.

$Cr_2O_7^{2-}$ ஆனது Cr^{3+} ஆகத் தாழ்த்தப்படல் அமில ஊடகத்தில் மட்டும் நிகழும். அமில ஊடகத்தில் CrO_4^{2-} அயன்கள், $Cr_2O_7^{2-}$ அயன்களாக மாற்றப்படும். ஆகவே அமில ஊடகத்தில் Cr^{6+} ஆனது $Cr_2O_7^{2-}$ ஆக மட்டும் காணப்படும்.

குரோமியத்தின் ஒட்சோஅன்னயன்களின் சில முக்கியமான தாழ்த்தேற்றுத் தாக்கங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3H_2S(g) + 8H^+(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3S(s) + 7H_2O(l)$$

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3SO_2(g) + 2H^+(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq) + H_2O(l)$$

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

$$Cr_2O_7^{2-}(s) + conc.14HCl(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3Cl_2(g) + 8Cl^-(aq) + 7H_2O(l)$$

CrO_4^{2-} இல் Cr இன் ஒட்சியேற்ற எண் +6. ஆகவே CrO_4^{2-} ஒட்சியேற்றும் கருவியாகத் தொழிற் படலாம். அமில நிபந்தனைகளின் கீழ் Cr(VI) ஆனது Cr(III) ஆகத் தாழ்த்தப்படலாம்.

மங்கனீசு ஒட்சைட்டுகள், அதன் ஒட்சோஅன்னயன்களினது தாக்கங்கள்

$KMnO_4$ ஒரு ஊதாநிறத் திண்மம். MnO_4^- இன் நிறத்திற்குக் காரணம் மத்திய Mn அணுவிற்கும் O இணையிகளிற்கும் இடையிலான இலத்திரன் இடமாற்றச் செயன்முறையாகும். அமில நிபந்தனைகளின் கீழ், பேர்மங்கனேற்று அயன் வன்மையான ஒட்சியேற்றும் கருவியாகத் தொழிற் படலாம். MnO_2 வினதும் $KMnO_4$ இனதும் நிறங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.31 MnO_2 , $KMnO_4$ என்பனவற்றின் நிறங்கள்

சேர்வை	**நிறம்**
MnO_2	கருங்கபிலம் / கறுப்பு
$KMnO_4$	ஊதா

MnO_4^- இன் சில முக்கிய தாழ்த்தேற்றுத் தாக்கங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

அமில நிலைமையின் கீழ்;

$$2MnO_4^-(aq) + 5H_2O_2(l) + 6H^+(aq) \longrightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 5O_2(g) + 8H_2O(l)$$

$$2MnO_4^-(aq) + 5H_2S(g) + 6H^+(aq) \longrightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 5S(s) + 8H_2O(l)$$

$$2MnO_4^-(aq) + 5SO_2(g) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 5SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq)$$

$$MnO_4^-(aq) + 5Fe^{2+}(aq) + 8H^+(aq) \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 5Fe^{3+}(aq) + 4H_2O(l)$$

$$2MnO_4^-(aq) + 10I^-(aq) + 16H^+(aq) \longrightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 5I_2(aq) + 8H_2O(l)$$

$$2MnO_4^-(aq) + 5NO_2^-(aq) + 6H^+(aq) \longrightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 5NO_3^-(aq) + 3H_2O(l)$$

$$2MnO_4^-(aq) + conc.\ 16HCl\ (aq) \longrightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 5Cl_2(g) + 6Cl^-(aq) + 8H_2O(l)$$

$$2MnO_4^-(aq) + 5C_2O_4^{2-}(aq) + 16H^+(aq) \longrightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$$

இத்தாக்கங்கள் யாவற்றிலும், அமில நிபந்தனைகளின் கீழ் MnO_4^- ஆனது Mn^{2+} ஆகத் தாழ்த்தப்பட்டுள்ளது.

ஐதான கார / நடுநிலை நிலைமையின் கீழ்;

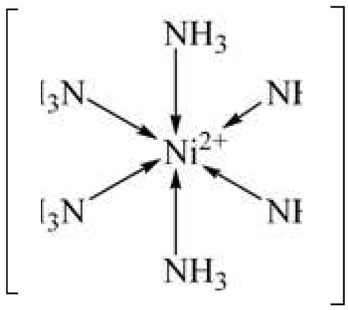
$$2MnO_4^-(aq) + I^-(aq) + H_2O(l) \longrightarrow 2MnO_2(s) + IO_3^-(aq) + 2OH^-(aq)$$

$$2MnO_4^-(aq) + 3SO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \longrightarrow 2MnO_2(s) + 3SO_4^{2-}(aq) + 2OH^-(aq)$$

4.10.5 தாண்டல் உலோக அயன்களின் இணைப்புச் சேர்வைகள்

தாண்டல் உலோக அயன்கள் இணைப்புச் சேர்வைகளை உருவாக்கும். இவ்விணைப்புச்சேர்வைகள் சிக்கல் அயன்களை உடையன. இச்சிக்கல் அயன்கள் ஒரு மத்திய உலோக அயன் அதனைச் சூழ இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இணையிகளால் ஆக்கப்பட்டன. (மத்திய உலோக அயனுடன் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட பிணைப்புகளை உருவாக்கும் இணையிகளும் உண்டு) உதாரணமாக $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ ஆனது $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ சிக்கல் அயனாகவும் Cl^- ஐயும் உடையது. (உரு 4.17).

$[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ =



$2Cl^-$

சிக்கல் அயன்

விளைவு அயன் (counter ion)

உரு: 4.17 ஒரு இணைந்த சேர்வை

இந்த உதாரணத்தில் அமோனியா மூலக்கூறுகள் மத்திய அயன் Ni^{2+} இற்கு அமின் இணையிகளாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. பின்வரும் சமன்பாட்டை உபயோகித்து இலகுவில் சிக்கலயனின் ஏற்றத்தைத் தீர்மானிக்கலாம்.

சிக்கலின் ஏற்றம் = மத்திய உலோக அணு அல்லது அயனின் ஒட்சியேற்ற எண் + இணையிகள் யாவற்றினதும் ஏற்றம்

மத்திய உலோக அயனின் ஒட்சியேற்ற எண்களைத் தீர்மானித்தல்

ஒரு இணைந்த சிக்கலின் மத்திய உலோக அயனின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் தீர்மானிக்க பின்வரும் முறையை உபயோகிக்கலாம்.

உதாரணம் 6.1

$[Ni(H_2O)_3Cl_3]^-$ என்னும் சிக்கலயனிலுள்ள மத்திய உலோக அயனின் ஒட்சியேற்ற எண்ணைத் துணிக.

விடை:

சிக்கலின் ஏற்றம் = மத்திய உலோக அணு அல்லது அயனின் ஒட்சியேற்ற எண் + இணையிகள் யாவற்றினதும் ஏற்றம்

சிக்கலயனின் ஏற்றம் = - 1

இணையிகளின் ஏற்றம் = மூன்று H_2O மூலக்கூறுகள்: $3 \times 0 = 0$,

மூன்று Cl அயன்கள்: 3(-1) = -3

சமன்பாட்டை உபயோகித்தல்;

-1 = Ni இன் ஒட்சியேற்ற எண் + 0 + (-3)

Ni இன் ஒட்சியேற்ற எண் = +2

4.10.6 எளிய சிக்கல் அயன்கள், சேர்வைகள் என்பவற்றின் பெயரீடு

ஒரு உலோக சிக்கலின் பெயர் , மத்திய உலோக அயனின் ஒட்சியேற்றநிலை, இணையிகளின் வகைகள், எண்ணிக்கை போன்ற சிக்கல் பற்றிய தகவல்களை அளிக்கின்றது. சிக்கல் அயனின் பெயரை எழுதுவதற்கு IUPAC யினால் விதந்துரைக்கப்பட்ட விதிகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

இணையிகளைப் பெயரிடல்

சிக்கல் அயனில் மறை ஏற்றமுடைய இணையியின் பெயரானது அன்னயனின் பெயரின் இறுதியில் உள்ள எழுத்தை நீக்கி ‘O’ என்னும் எழுத்தை இறுதியில் சேர்க்குக. நடுநிலையான மூலக்கூறுகள் இணையிகளாகத் தொழிற்படும்போது பொதுவாக மூலக்கூறின் பெயர் வழங்கப்படும். எனினும் சில விதிவிலக்குகள் உண்டு. அவை தற்போதைய க.பொ.த.(உ.த) இரசாயனவியல் பாடத் திட்டத்தில் கலந்துரையாடப்படவில்லை.

அனயன் இணையிகள்		**நடுநிலை இணையிகள்**	
Cl^-	chlorido	NH_3	ammine
Br^-	bromido	H_2O	aqua
CN^-	cyanido	CO	carbonyl
OH^-	hydroxido		

ஒரு குறிப்பிட்ட இணையியின் எண்ணிக்கை முற்சேர்க்கையாகக் குறிப்பிடப்படும். பயன்படுத்தப்பட்ட முற்சேர்க்கைகளாவன,

di – இரண்டு, *tri*– மூன்று, *tetra* – நான்கு, *penta* –ஐந்து, *hexa* – ஆறு, ஏனையவை.

சிக்கல் கற்றயன்களைப் பெயரிடல்

சிக்கலயனின் பெயர் இடைவெளியின்றி ஒரு சொல்லாக சிறிய ஆங்கில எழுத்துகளை (lower case English letters) மாத்திரம் உபயோகித்து எழுதப்படல் வேண்டும். உலோக அயனின் ஒட்சியேற்ற எண், உலோகத்தின் பெயரின் இறுதியில் பெரிய ரோமன் எண்களினால் குறிக்கப்படும்.

உதாரணம்: $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ hexaamminenickel(II) ion

$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ tetraamminecopper(II) ion

$[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ hexaaquachromium(III) ion

சிக்கல் அனயன்கள்

மறையேற்றமுடைய சிக்கல் அயன்களுக்கு (சிக்கல் அனயன்கள்) உலோகத்தின் பெயரிற்குப் பின்னால் பிற்சேர்க்கை “ate” பயன்படுத்தப்படும்.

உதாரணம்: $[CuC1_4]^{2-}$ tetrachloridocuprate(II) ion

$[CoCl_4]^{2-}$ tetrachloridocobaltate(II) ion

அட்டவணை 4.32 அன்னயன் சிக்கல்களில் உலோகங்களுக்கு உபயோகிக்கப்படும் பெயர்கள்

உலோகம்	அன்னயன் சிக்கல்களில் உபயோகிக்கப்படும் பெயர்	உலோகம்	அன்னயன் சிக்கல்களில் உபயோகிக்கப்படும் பெயர்
Cr	chromate	Co	cobaltate
Cu	cuprate	Fe	ferrate
Mn	manganate	Ni	nickelate
Ag	argentate	Hg	mercurate
Au	aurate		

சிக்கல் சேர்வையின் பெயரில் முதலில் கற்றயன் பெயரும் அதற்குப் பின்னால் இரண்டாவதாக அன்னயன் பெயரும் காணப்படல் வேண்டும். இவ்விரு பெயர்களும் சிறிய இடைவெளியினால் வேறாக்கப்படல் வேண்டும்.

உதாரணம்: $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ - hexaamminenickel(II) chloride

$Na_2[CoCl_4]$ - sodium tetrachloridocobaltate(II)

இணைப்பு எண் / ஈதலிணைப்பு எண்

மத்திய உலோக அயனிற்கும் இணையிகளுக்கும் இடையில் உருவாக்கப்படும் இணைந்த பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கை இணைப்பு எண் என வரையறுக்கப்படும். சில இணையிகள் மத்திய உலோக அயனுடன் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட இணைந்த பிணைப்புகளை உருவாக்கக்கூடிய தனால் மத்திய உலோக அயனிற்கு இணைக்கப்பட்ட இணையிகளின் எண்ணிக்கை இணைப்பு எண் என வரையறுப்பது பிழையானதாகும். இணைப்பு எண் பருமன், ஏற்றம், இணையின் தன்மை, மத்திய உலோக அயனின் இலத்திரனிலையமைப்பு என்பவற்றில் தங்கியுள்ளது.

அட்டவணை 4.33 *d* தொகுப்பு அயன்களின் பொதுவான இணைப்பு எண்கள்

M^+	இணைப்பு எண்	M^{2+}	இணைப்பு எண்	M^{3+}	இணைப்பு எண்
Cu^+	2, 4	Mn^{2+}	4, 6	Sc^{3+}	6
		Fe^{2+}	6	Cr^{3+}	4,6
		Co^{2+}	4, 6	Co^{3+}	4,6
		Ni^{2+}	4, 6		
		Cu^{2+}	4, 6		
		Zn^{2+}	4, 6		

4.10.7 சிக்கல்களின் நிறங்களைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

தாண்டல் உலோக அணுக்களும் அயன்களும் நிறமுள்ள சிக்கல்களைத் தோற்றுவிக்கலாம். இந்தச் சிக்கல்களின் நிறம் பின்வரும் காரணிகளில் தங்கியுள்ளது. இந்தக் காரணிகளின் விளைவைப் பிரதிபலிக்கும் உதாரணங்கள் அட்டவணை 4.34 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

1. மத்திய உலோக அயன்
2. மத்திய உலோக அயனின் ஒட்சியேற்றநிலை
3. இணையிகளின் தன்மை

அட்டவணை 4.34 தாண்டல் உலோக அயன் சிக்கல்களின் நிறங்கள் தங்கியுள்ள காரணிகள்

1. மத்திய உலோக அயன்

Mn(II)	Ni(II)	Cu(II)
$[Mn(H_2O)_6]^{2+}$	$[Ni(H_2O)_6]^{2+}$	$[Cu(H_2O)_6]^{2+}$
மழுங்கிய மென்சிவப்பு	பச்சை	இளநீலம்

2. மத்திய உலோக அயனின் ஒட்சியேற்றநிலை

Co(II)	Co(III)	Fe(II)	Fe(III)
$[Co(H_2O)_6]^{2+}$	$[Co(H_2O)_6]^{3+}$	$[Fe(H_2O)_6]^{2+}$	$[Fe(H_2O)_6]^{3+}$
இளம்சிவப்பு	நீலம்	இளம்பச்சை	மஞ்சள்-கபிலம்

3. இணையிகளின் தன்மை

H_2O	NH_3	Cl^-
$[Co(H_2O)_6]^{2+}$	$[Co(NH_3)_6]^{2+}$	$[Co(Cl)_4]^{2-}$
மென்சிவப்பு	மஞ்சள் சேர்ந்த கபிலம்	நீலம்

நிறமுள்ள சேர்வைகளை உருவாக்கும் ஆற்றல் தாண்டல் உலோக மூலகங்களின் தனித்துவமான இயல்பாகும். சில பொதுவான உலோகச் சிக்கல்களின் நிறங்கள் அட்டவணை 4.33 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.35 உலோகச் சிக்கல்கள், நிறங்கள்

உலோகம்	இணையியின் தன்மை			
	$H_2O(l)$	**$OH^-(aq)$**	**$NH_3(aq)$**	**$Cl^-(aq)$**
Cr	$[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ Blue-Violet	$Cr(OH)_3$ Blue-green ppt	$Cr(OH)_3$ Blue-green ppt	-
Mn	$[Mn(H_2O)_6]^{2+}$ Pale pink (colour ppt)	$Mn(OH)_2$ Off-White/ cream colour ppt	$Mn(OH)_2$ Off-White/ cream colour ppt	$[MnCl_4]^{2-}$ Yellow
Fe	$[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ Pale-green $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ Yellow-brown	$Fe(OH)_2$ Dirty green ppt $Fe(OH)_3$ Reddish-brown ppt	$Fe(OH)_2$ Dirty green ppt $Fe(OH)_3$ Reddish-brown ppt	$[FeCl_4]^-$ Yellow
Co	$[Co(H_2O)_6]^{2+}$ Pink	$Co(OH)_2$ Pink ppt	$[Co(NH_3)_6]^{2+}$ yellowish-brown $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ Brownish-red	$[Co(Cl)_4]^{2-}$ Blue

	உலோகம்		இணையியின் தன்மை	
	$H_2O(l)$	**$OH^-(aq)$**	**$NH_3(aq)$**	**$Cl^-(aq)$**
Ni	$[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ Green	$Ni(OH)_2$ Green ppt	$[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ Blue	$[NiCl_4]^{2-}$ Yellow
Cu	$[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ Pale blue	$Cu(OH)_2$ Blue ppt	$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ Deep blue	$[CuCl_4]^{2-}$ Yellow
Zn	$[Zn(H_2O)_6]^{2+}$ Colourless	$Zn(OH)_2$ White ppt With excess OH^- $[Zn(OH)_4]^{2-}$ Colourless	$[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ Colourless	$[ZnCl_4]^{2-}$ Colourless

$[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ இன் தாக்கங்கள்

நீல-ஊதாநிற $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ NH_3 நீர்க்கரைசலுடன் நீலப்-பச்சை ஊன்பசை வீழ்படிவாக (blue - green gelatinous precipitate) மாற்றப்படுகின்றது.

$$[Cr(H_2O)_6]^{3+} + 3NH_3\ (aq) \longrightarrow Cr(OH)_3(s) + 3NH_4^+(aq) + 3H_2O(l)$$

$[Co(H_2O)_6]^{2+}$ இன் தாக்கங்கள்

மென்சிவப்பு நிற $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ நீர்க்கரைசல் வன்மூலத்துடன் (NaOH) மென்சிவப்புநிற வீழபடிவாக மாறுகின்றது.

$$[Co(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 2OH^-\ (aq) \longrightarrow Co(OH)_2(s) + 6H_2O(l)$$

$Co(OH)_2$ ஒரு மென்சிவப்பு நிற வீழ்படிவு.

NH_3 உடன்;

$$[Co(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 6NH_3\ (aq) \longrightarrow [Co(NH_3)_6]^{2+}(aq) + 6H_2O(l)$$

ஆரம்பத்தில் மென்சிவப்புநிற $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ மட்டுப்படத்தப்பட்ட அளவு செறிந்த NH_3யுடன் மென்சிவப்பு நிற வீழ்படிவு $Co(OH)_2$ ஐ உருவாக்குகின்றது. மேலும் செறிந்த NH_3 ஐ சேர்க்க மஞ்சள்-கபிலநிற $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ சிக்கல் அயன் உருவாகின்றது. எனினும் தன்ஒட்சியேற்றத்தினால் (auto - oxidation) $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ சிக்கல் கபிலச்சிவப்பு நிற $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ஆக மாற்றப்படுகிறது. இதனால் கரைசல் இவ்விரு நிறங்களின் கலவையாகக் காட்சியளிக்கின்றது.

செறிந்த HCl உடன் மென்சிவப்புநிறக் கரைசல் நீலநிறக் கரைசலாக மாறுகின்றது.

$$[Co(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \longrightarrow [CoCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$$

$[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ இன் தாக்கங்கள்

ஒரு வன்காரத்துடன் பச்சை நிற $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ கரைசல் பச்சை நிற வீழ்படிவாக மாறுகின்றது.

$$[Ni(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Ni(OH)_2(s) + 6H_2O(l)$$

மிகை $NH_3(aq)$, உடன் பச்சை நிற $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ கரைசல் நீல நிறக் கரைசலாக மாறுகின்றது.

$$[Ni(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 6NH_3(aq) \longrightarrow [Ni(NH_3)_6]^{2+}(aq) + 6H_2O(l)$$

செறிந்த HCl உடன் பச்சை நிறக்கரைசல் மஞ்சள் நிறக் கரைசலாக மாறுகின்றது.

$$[Ni(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \longrightarrow [NiCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$$

$[Mn(H_2O)_6]^{2+}$ இன் தாக்கங்கள்

வன்காரத்துடன் மென்சிவப்பு நிற $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$ நீர்க்கரைசல் off white/cream நிற வீழ்படிவாக மாறுகின்றது.

$$[Mn(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Mn(OH)_2(s) + 6H_2O(l)$$

NH_3 நீர்க்கரைசலுடன் மென்சிவப்பு நிறக்கரைசல் off white/cream நிற வீழ்படிவாக மாறுகின்றது.

$$[Mn(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 2NH_3(aq) \longrightarrow Mn(OH)_2(s) + 2NH_4^+(aq) + 4H_2O(l)$$

$[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ இன் தாக்கங்கள்

வன்காரத்துடன் மஞ்சள்-கபில நிற $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ நீர்க்கரைசல் செங்கபில (சிவப்பு-கபில) நிற வீழ்படிவாக மாறுகின்றது.

$$[Fe(H_2O)_6]^{3+}(aq) + 3OH^-(aq) \longrightarrow Fe(OH)_3(s) + 6H_2O(l)$$

NH_3 நீர்க்கரைசலுடன் மஞ்சள்-கபில நிற $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ நீர்க்கரைசல் செங்கபில (சிவப்பு-கபில) நிற வீழ்படிவாக மாறுகின்றது.

$$[Fe(H_2O)_6]^{3+}(aq) + 3NH_3(aq) \longrightarrow Fe(OH)_3(s) + 3NH_4^+(aq) + 3H_2O(l)$$

$[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ இன் தாக்கங்கள்

வன்காரத்துடன் இள-நீல நிற $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ நீர்க்கரைசல் நீல நிற வீழ்படிவாக மாறுகிறது.

$$[Cu(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Cu(OH)_2(s) + 6H_2O(l)$$

மட்டுப்படுத்தப்பட்ட அளவு NH_3 நீர்க்கரைசலுடன் இள-நீல நிறக்கரைசல் நீல நிற வீழ்படிவாக மாறுகின்றது.

$$[Cu(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 2NH_3(aq) \longrightarrow Cu(OH)_2(s) + 2NH_4^+(aq) + 4H_2O(l)$$

மிகையான NH_3 நீர்க்கரைசலுடன் நீல நிறக்கரைசல் கடும்நீல நிறச் சிக்கலாக மாறுகின்றது.

$$[Cu(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 4NH_3(aq) \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}(aq) + 6H_2O(l)$$

செறிந்த HCl உடன் இள-நீல நிறக் கரைசல் மஞ்சள் நிறக்கரைசலாக மாறுகின்றது.

$$[Cu(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \longrightarrow [CuCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$$

$[Zn(H_2O)_6]^{2+}$ இன் தாக்கங்கள்

மட்டுப்படுததப்பட்ட அளவு வன்காரத்துடன், நிறமற்ற $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$ நீர்க்கரைசல் வெள்ளை நிற வீழ்படிவாக மாறுகின்றது.

$$[Zn(H_2O)_6]^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Zn(OH)_2(s) + 6H_2O(l)$$

மிகையான வன்காரத்துடன் வெள்ளை நிற வீழ்படிவு நிறமற்ற தெளிவான கரைசலாக மாறுகின்றது.

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

4.10.8 *d* தொகுப்பு மூலகங்களின் முக்கியத்துவம்

1. தாண்டல் உலோகங்கள் சிறந்த கடத்திகள்.(Au, Ag and Cu), அத்துடன் வாட்டத்தகு, நீட்டத்தகு, இயல்புடையன. பளபளப்பானவை. தாண்டல் உலோகங்கள் ஒரேமாதிரியான அணுப்பருமன்களைக் கொண்டிருப்பதனால் அவை ஒன்றாகக் கலக்கப்பட்டுக் கலப்பு உலோகங்களை உருவாக்கலாம். இக்கலப்பு உலோகங்கள் பழைய காலத்திலிருந்து பல்வேறு தேவைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கலப்பு உலோகங்களின் உற்பத்தி உலோகங்களின் இயல்புகளை மாற்றலாம்.
2. கதிர்த்தொழிற்பாட்ட மருத்துவத்தில் கோபால்ற்றின் சமதானி ^{60}Co பரந்த அளவில் கதிர்வீசல் முதலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
3. தாண்டல் உலோக அணுக்களும் அயன்களும் ஊக்கல் இயல்புகளையுடைய சேர்வைகளை விருத்தி செய்வதற்கு உதவுகின்றன. இச்சேர்வைகள் பரந்த அளவில் வேறுபட்ட கைத்தொழில் களில் ஊக்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
4. தாண்டல் உலோகங்கள் வேறுபட்ட நிறங்களையுடைய சேர்வைகளை உருவாக்கலாம். இச்சேர்வைகள் பூசு(paint)தயாரிப்பில் நிறப்பொருட்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை நிறமுள்ள கண்ணாடிகள் போத்தல்கள், தயாரிப்பிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
5. Ni, Cd போன்ற *d* தொகுப்பு மூலகங்கள் மீளமின்னேற்றப்படக்கூடிய மின்கலங்கள் தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
6. இவை ஒளிவோல்ற்றயில் கலங்களிலுள்ள (Photo valtaic cell) கட்மியம் தெலுரைட்டு (CdTe), செப்பு இந்தியம் இருசல்பைட்டு போன்ற சேர்வைகள் தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. சூரியக் கலம் ஒளிவோல்ற்றயில் கலத்திற்கு ஒரு உதாரணமாகும்.

4.10.9 தெரிவு செய்யப்பட்ட d தொகுப்பு மூலகங்களின் கற்றயன்களை இனங்காண்பதற்கான பரிசோதனைகள்.

1. Fe^{2+}

   $K_3[Fe(CN)_6]$ உடன் கடும் நீல நிற வீழ்படிவு $KFe[Fe(CN)_6]$ உருவாதல் Fe^{2+}ஐ இனங்காணப் பயன்படுத்தலாம்

$$Fe^{2+}(aq) + K_3[Fe(CN)_6](aq) \longrightarrow KFe[Fe(CN)_6](s) + 2K^+(aq)$$

2. Fe^{3+}

$K_4[Fe(CN)_6]$ உடன் பிரசியன்-நீல நிறசிக்கல் $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ உருவாதல் Fe^{3+}ஐ இனங் காணப் பயன்படுத்தலாம்

$$4Fe^{3+}(aq) + K_4[Fe(CN)_6](aq) \longrightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3(s) + 4K^+(aq)$$

சிறிதளவு அமிலமாக்கப்பட்ட NH_4SCN கரைசலுடன் சிவப்பு நிறச் சிக்கல் $[Fe(SCN)(H_2O)_5]^{2+}$ உருவாதல் Fe^{3+}ஐ இனங்காணப் பயன்படுத்தலாம்

$$[Fe(H_2O)_6]^{3+} + NH_4SCN(aq) \longrightarrow [Fe(SCN)(H_2O)_5]^{2+} + NH_4^+(aq)$$

3. Cr^{3+}

Cr^{3+} கரைசலினுள் மிகையான சோடியம் ஐதரொட்சைட்டு இட்டு பின்பு சில மில்லிலீற்றர்கள் 6% ஐதரசன் பெரொக்சைட்டைச் சேர்க்க மஞ்சள் நிறக் கரைசல் CrO_4^{2-} உருவாகும்.

$$Cr^{3+}(aq) + 3NaOH \longrightarrow Cr(OH)_3(s) + 3Na^+(aq)$$

$$2Cr(OH)_3(s) + 3H_2O_2(aq) + 4OH^-(aq) \longrightarrow 2CrO_4^{2-}(aq) + 8H_2O(l)$$

உசாத்துணை நூல்கள் (Reference)

Atkins, P. Overton, T. *Shriver and Atkins' Inorganic Chemistry*, 5th Edition, 2010.

Brown, T. E. LeMay, H. E. Bursten, B. E. *Chemistry: The Central Science,* 13th Edition, 2015.

Prakash, S. *Advanced Inorganic Chemistry*, 2000.

Sodhi, G. S. *Principle of Inorganic Chemistr,* 2nd Edition, 2015.

Svehla, G. *Vogel's Qualitative Inorganic Analysis*, 6th Edition, 1987.

Tuli, G. D. Madan, R. D Malik, W. U *Selected Topics in Inorganic Chemistry,* 5th Edition, 2014.

NOMENCLATURE OF INORGANIC CHEMISTRY (IUPAC Recommendations 2005).

Rayner-Canham, Geoff *Descriptive Inorganic Chemistry*, 6th Edition, 2013.

Lee, J. D. *Concise inorganic chemistry*, 5th Edition, 1996.