

தனிமங்களின் வகைப்பாடும் பண்புகளில் சீரொழுங்கும்

வேதியியலின் கோட்பாட்டிலும் நடைமுறையிலும் மிக முக்கிய கருத்துரு சீரொழுங்கட்டவணை. இது மாணவர்களுக்கு அன்றாடம் உதவுகிறது; தொழிலர்களுக்கு புதிய ஆராய்ச்சிவழிகளை மொழிவுரைக்கிறது; வேதியியலுக்கு ஒரு முழுமையான ஒருங்கமைப்பையும் தருகிறது. வேதித்தனிமங்கள் நேர்ந்தவாரான தனியுருக்களாக இல்லாமல் குடும்பங்களாக சேர்ந்திருப்பதை இவ்வட்டவணை சிறந்தமுறையில் காட்டுகின்றது. புடவியின் சிக்கலான அமைப்பை புரிந்துகொள்ளவும் அது எவ்வாறு வேதித்தனிமங்கள் என்னும் அடிப்படையான கட்டுமானக்கற்களால் கட்டப்பட்டுள்ளது என்று அறியவும் விரும்பும் எவருக்கும் சீரொழுங்கட்டவணையைப்பற்றிய விழிப்புணர்வு இன்றியமையாதது.

கிளென் டி சீபோர்து

அடைநோக்குகள்

இந்த அலகை கற்றபின் உங்களால் இயலக்கூடியவை

- தனிமங்களை அவற்றின் பண்புகளுக்கிணங்க தொகுத்தது சீரொழுங்கட்டவணையின் முன்னோடியானதை உணர்தல்
- சீரொழுங்கட்டவணையை புரிந்துகொள்ளுதல்
- சீரொழுங்குவகைப்பாட்டுக்கு அணுவெண்ணும் எதிர்மின்னியமைவடிவமும் அடிப்படையாக உள்ளதன் முக்கியத்துவத்தை புரிந்து கொள்ளுதல்.
- தூபவப்பெயரிடுமுறையில் 100க்கு மேற்பட்ட அணுவெண்ணுள்ள தனிமங்களுக்கு பெயரிடுதல்
- தனிமங்களை s, p, d, f ஆகிய கட்டங்களாக வகைப்படுத்தலும் அவற்றின் முக்கிய சிறப்பியல்புகளை அறிதலும்
- இயற்பண்புகளிலும் வேதிப்பண்புகளிலும் சீரொழுங்குகளை அடையாளங்காணல்
- தனிமங்களின் வேதிவினையங்களை ஒப்பிடுதலும் அவற்றின் இயற்கைமலினத்துடன் வேதிவினையங்களின் உடனுறவை காண்பதும்
- அயனியாதலகவெப்பத்துக்கும் மாழைத்தன்மைக்குமான தொடர்பை விளக்குதல்
- அணுவாரம், அயனியாரம், அயனியாதலகவெப்பம், எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம், மின்னெதிர்மை, தனிமங்களின் பிணைவுமை போன்ற அணுப்பண்புகளுடன் தொடர்பான எண்ணங்களை உரையாடுவதற்கான அறிவியற்சொல்வளத்தை பயன்படுத்துதல்

இந்த அலகில் நாம் இன்றைய சீரொழுங்கு கட்டவணையின் வரலாற்றுப்போக்கான வளராக்கத்தையும் புதுக்கால சீரொழுங்கு விதியையும் கற்போம். வேதியணுக்களின் எதிர்மின்னியமைவடிவத்தின் ஏரணமான பின்விளைவாக சீரொழுங்குவகைப்பாடு எழுவதை அறிவோம். இறுதியாக, தனிமங்களின் இயற்பண்புகளிலும் வேதிப்பண்புகளிலும் காணப்படும் சில சீரொழுங்குப்போக்குகளை காண்போம்.

3.1 தனிமங்களை வகைப்படுத்தும் தேவை

எல்லாவகையான பருப்பொருள்களின் அடிப்படையலகுகளாக தனிமங்கள் உள்ளன என்று நாம் இப்போது அறிகிறோம். கிபி 1800 இல் 31 தனிமங்களையே அறிந்திருந்தனர். கிபி 1865க்குள் தனிமங்களின் எண்ணிக்கை இரண்டு மடங்குக்கு மேலாகி 63 ஆனது. இப்போது 114 தனிமங்களை நாம் அறிகிறோம். இவற்றுள் சில அண்மைக்காலங்களில் செயற்கையாக உருவாக்கியதால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவை. மேலும் புதிய தனிமங்களை தொகுத்தாக்கும் முயற்சிகள் தொடர்கின்றன. இத்தனை எண்ணிக்கையிலான தனிமங்களின் வேதியியலையும், அவற்றின் எண்ணற்கரிய சேர்மங்களையும் தனித்தனியாக ஆய்ந்தறிவது

அட்டவணை 3.1 தோபாரைனரின் மும்மங்கள்

தனிமம்	அணுநிறை	தனிமம்	அணுநிறை	தனிமம்	அணுநிறை
<i>Li</i>	7	<i>Ca</i>	40	<i>Cl</i>	35.5
<i>Na</i>	23	<i>Sr</i>	88	<i>Br</i>	80
<i>K</i>	39	<i>Ba</i>	137	<i>I</i>	127

நடுவிலிருக்கும் தனிமத்தின் பண்புகள் மற்ற இரண்டு உறுப்பினர்களின் பண்புகளுக்கிடையில் இருந்தன. மும்மைவிதி என்று குறிக்கப்பட்ட தோபாரைனரின் உறவு ஒரு சில தனிமங்களில் மட்டுமே பொருந்தியதால் அதனை ஒரு இணைநிகழ்வு எனக்கூறி நிராகரித்தனர். பிரான்சுநாட்டின் அ. ஏ. பே. சாங்கோதுவா என்ற நிலத்தியலர் 1862இல் மற்றொரு முயற்சியை மேற்கொண்டார். அவர் அப்போது அறிந்திருந்த தனிமங்களை அணுநிறைகளின் ஏறுவரிசையில் ஒரு உருளை வடிவமான அட்டவணையில் அடுக்கி அவற்றின்

அட்டவணை 3.2 நியூலன்சின் எட்டமங்கள்

தனிமம்	<i>Li</i>	<i>Be</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>F</i>
அணுநிறை	7	9	11	12	14	16	19
தனிமம்	<i>Na</i>	<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cl</i>

மிகக்கடினம். இச்சிக்கலை எளிமைப்படுத்துவதற்காக தனிமங்களை வகைப்படுத்தி அவற்றைப்பற்றிய அறிவை ஒருங்கமைப்பதற்கான ஒரு அமைமுறையான வழியை அறிவியலர்கள் தேடினர். தனிமங்களைப்பற்றி நாம் அறிந்த வேதியியலுண்மைகளை காரணவழியாக்குவது மட்டுமின்றி புதிய தனிமங்களை முன்னறிந்து மேலதிக ஆய்ந்தறிதலை மேற்கொள்ள அது உதவுகிறது.

3.2 சீரொழுங்குவகைப்பாட்டின் பிறப்பியல்

பல அறிவியலர்கள் தமது பரிசோதனைகளாலும் கண்டறிதல்களாலும் அடைந்த அறிவை அமைமுறையாக்கியதன் விளைவுகளே தனிமங்களை தொகுதிகளாக வகைப்படுத்தலும் சீரொழுங்குவிதியின் வளராக்கமும் சீரொழுங்குக்கட்டவணையும். இயோகான் தோபாரைனர் எனும் செருமனிய வேதியியலர் 1800களின் முற்பகுதியில் தனிமங்களின் பண்புகளில் ஒழுங்கான போக்குகள் இருப்பதாக கருதினார். அவர் 1829இல் தனிமங்களின் பல மும்மைகளில் இயற்பண்புகளும் வேதிப்பண்புகளும் ஒத்திருப்பதை கவனித்தார். ஒவ்வொரு மும்மையிலும் நடுவிலுள்ள தனிமத்தின் அணுநிறை மற்ற இரண்டு தனிமங்களின் அணுநிறைகளின் நடுவிலுள்ளதை கண்டார் (அட்டவணை 3.1)

பண்புகளுக்கிடையில் சீரொழுங்கான மீணிகழ்வை காட்டினார். இதுவும் அதிக கவனத்தை கவரவில்லை. ஆங்கில வேதியியலரான இயோவான் அலெச்சாண்டர் நியூலன்சு 1865இல் எட்டமவிதியை வெளியிட்டார். தனிமங்களை அவர் அணுநிறைகளின் ஏறுவரிசையில் அடுக்கியபோது, ஒவ்வொரு எட்டாவது தனிமத்தின் பண்புகளும் முதல் தனிமத்தின் பண்புகளை ஒத்திருந்தன (அட்டவணை 3.2).

அணுநிறை	23	24	27	29	31	32	35.4
தனிமம்	K	Ca					
அணுநிறை	39	40					

இந்த உறவு இசையில் ஒவ்வொரு எட்டாவது சுதியும் முதல் சுதியை ஒத்திருப்பதுபோல் இருந்தது. நியூலாண்டின் எட்டமவிதி கால்சியம்வரையான தனிமங்களுக்கு மட்டுமே உண்மை என்று தோன்றியது. அவரது கருத்தை மற்றவர்கள் அக்காலத்தில் பரவலாக ஏற்றுக்கொள்ளாவிடினும், பின்னர் இந்த கண்டுபிடிப்புக்காக தாவியின் பதக்கத்தை 1887இல் இலண்டனின் பிரித்தானியக் கழகத்திடமிருந்து பெற்றார்.

இன்று நாமறியும் சீரொழுங்குவிதியின் வளராக்கத்துக்கான பெருமை இருசிய வேதியியலர் திமித்திரி மெஞ்சலீவு (1834-1907)என்ற உருசிய வேதியியலரையும் இலோதார் மேயர் (1830-1895) என்ற செருமானிய வேதியியலரையும் சேர்கிறது. தனித்தனியே செயலாற்றிய இவ்விரு வேதியியலர்களும் 1869இல் தனிமங்களை அவற்றின் அணுநிறைகளின் ஏறுவரிசையில் அடுக்கும்போது அவற்றின் இயற்பண்புகளிலும் வேதிப்பண்புகளிலும் ஒழுங்கான இடைவெளிகளில் வடிவொப்புமை வெளிப்படுவதாக முன்மொழிந்தனர். இலோதார் மேயர் அணுப்பருமன், உருகுநிலை, கொதிநிலை போன்ற பண்புகளை அணுநிறைகளுக்கு எதிராக வரைகோடிட்டபோது, ஒழுங்காக மீள்வரும் ஒரு பாங்கை பெற்றார். நியூலன்சு போலன்றி, இலோதார் மேயர் மீள்வரும் பாங்கின் நீளத்தில் ஒரு மாற்றத்தை கண்டறிந்தார். இலோதார் மேயர் புதுக்கால சீரொழுங்குட்டவணையையொத்த தனிமங்களுக்கான ஒரு அட்டவணையை 1868க்குமுன்பே வளராக்கியிருந்தார். ஆனால் திமித்திரி மெஞ்சலீவு தனது கண்டுபிடிப்பை வெளியிடும் வரை இலோதார் மேயர் தன் முடிவுகளை வெளியிடவில்லை. எனவே மெஞ்சலீவுக்கே புதுக்காலச்சீரொழுங்குட்டவணையின் கண்டுபிடிப்புக்கான பெருமையை தருகிறோம்.

தோபாரைனர் சீரொழுங்குறவுபற்றிய ஆய்ந்தறிதலை தொடங்கியபோதிலும் சீரொழுங்கு விதியை முதன்முதலில் வெளியிடக்காரண மாயிருந்தவர் மெஞ்சலீவே.

அதன் கூற்று கீழ்வருமாறு:

தனிமங்களின் பண்புகள் அவற்றின் அணுநிறைகளின் சீரொழுங்கான சார்பன்கள்.

மெஞ்சலீவு ஒத்த பண்புகளுள்ள தனிமங்கள் ஒரே நெடுக்கையில் (தொகுதியில்) வருமாறு கிடைமட்டமான கிடக்கைகளிலும் செங்குத்தான நெடுக்கைகளிலும் ஒரு அட்டவணையாக

அணுநிறைகளின் ஏறுவரிசையில் அடுக்கினார். தனிமங்களை வகைப்படுத்தும் மெஞ்சலீவின் அமைப்பு இலோதார் மேயரின் அமைப்பைவிட அதிக விரிவானதாயிருந்தது. அவர் சீரொழுங்கின் முக்கியத்துவத்தை முழுவதுமாக அடையாளங்கண்டார். தனிமங்களை வகைப்படுத்த அதிகமான இயற்பண்புகளையும் வேதிப்பண்புகளையும் பயன்படுத்தினார். குறிப்பாக, மெஞ்சலீவு தனிமங்கள் உருவாக்கிய சேர்மங்களின் சோதனைவழிவாய்ப்பாடுகளிலும் பண்புகளிலுமுள்ள ஒற்றுமைகளை பயன்படுத்தினார். அணுநிறைகளின் முறைமையை இறுக்கமாக பின்பற்றினால் சில தனிமங்கள் அவரது வகைப்பாட்டில் பொருந்தாததை கண்டார். அணுநிறைகளின் அளவீடுகள் சரியாக இல்லாமலிருக்கலாம் என்றெண்ணி அத்தனிமங்களை அவற்றின் பண்புகளுடன் ஒத்திருக்கும் தனிமங்களுடன் வைத்தார். சான்றாக, பண்புகளின் ஒப்புமையில் (ஆறாந்தொகுதியின்) தெலுரியத்தைவிட குறைந்த அணுநிறையுள்ள அயோடனை புளோரின், குளோரின், புரோமின் ஆகியவற்றுடன் ஏழாவது தொகுதியில் வைத்தார் (படம் 3.1). ஒப்புமையான பண்புகளுள்ள தனிமங்களை ஒரே நெடுக்கையில் அடுக்க வேண்டும் என்ற தொடக்கக்குறிக்கோளை கடைப்பிடித்த அதே நேரத்தில் சில தனிமங்கள் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை என்று முன்மொழிந்து அவற்றுக்கான இடங்களை வெறுமையாக விட்டு விட்டார். சான்றாக, காலியமும் செருமேனியமும் அவர் தன் சீரொழுங்குட்டவணையை வெளியிடும்வரை தெரியாமலிருந்தன. இவற்றுக்கு அலுமினியம், சிலிக்கான் ஆகிய இரண்டுக்கும் கீழே இடைவெளிகளை விட்டிருந்தார். இத்தனிமங்களை மெஞ்சலீவு பின்னலுமினியம், பின்சிலிகான் என்று அழைத்தார். காலியமும் செர்மானியமும் இருப்பதை அவர் முன்னறிந்தது மட்டுமன்றி அவற்றின் சில பொதுவான இயற்பண்புகளையும் விவரித்தார். இத்தனிமங்கள் பின்னர் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இத்தனிமங்களின் சில பண்புகளாக மெஞ்சலீவு முன்னறிந்தவற்றையும் பின்பு பரிசோதனைவழி கண்டறிந்தவற்றையும் அட்டவணை 3.3 பட்டியலிடுகிறது.

மெஞ்சலீவின் துணிவான அளவிய முன்னறிதல்களும் அவற்றின் இறுதிவெற்றியும் அவருக்கும் அவரது சீரொழுங்குட்டவணைக்கும் புகழை தந்தன. 1905இல் வெளியிடப்பட்ட மெஞ்சலீவின் சீரொழுங்குட்டவணையை படம் 3.1 காட்டுகிறது.

அட்டவணை 3.3 பின்னலுமினியம் (காலியம்), பின்சிலிக்கான் (செர்மானியம்) ஆகிய தனிமங்களுக்கான மெஞ்சலீவின் முன்னறிதல்கள்

பண்பு	பின்னலுமினியம் (முன்னறிந்தவை)	காலியம் (கண்டவை)	பின்சிலிக்கான்	செருமேனியம்
அணுநிறை	68	70	72	72.6
அடர்வு/(g/cm ³)	5.9	5.94	5.5	5.36
உருகுநிலை/(K)	குறைவு	302.93	அதிகம்	1231
ஆக்குசைட்டின் வாய்ப்பாடு	E ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	EO ₂	GeO ₂
குளோரைட்டின் வாய்ப்பாடு	ECl ₃	GaCl ₃	ECl ₄	GeCl ₄

தொடர்	தனிமங்களின் தொகுதிகள்									
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1		ஐதரசன் H 1.008								
2	ஈலியம் He 4.0	இலித்தியம் Li 7.03	பெரிலியம் Be 9.1	போரான் B 11.0	கரிமம் C 12.0	நைற்றசன் N 14.04	ஆக்குசின் O 16.00	புளோரின் F 19.0		
3	நியான் Ne 19.9	சோடியம் Na 23.5	மெக்னீசியம் Mg 24.3	அலுமினியம் Al 27.0	சிலிக்கான் Si 28.4	பாசுபரசு P 31.0	கந்தகம் S 32.06	குளோரின் Cl 35.45		
4	ஆர்கான் Ar 38	பொட்டாசியம் K 39.1	கால்சியம் Ca 40.1	காண்டியம் Sc 44.1	டைட்டேனியம் Ti 48.1	வனேடியம் V 51.4	குரோமியம் Cr 52.1	மாங்கனீசு Mn 55.0	இரும்பு Fe 55.9	கோபாற்று Co 59
5		செம்பு Cu 63.6	துத்தநாகம் Zn 65.4	காலியம் Ga 70.0	செருமேனியம் Ge 72.3	ஆர்செனிக் As 75	செலினியம் Se 79	புரோமின் Br 79.95	நிக்கல் Ni 59	(Cu)
6	கிரிப்பான் Kr 81.8	உருபிடியம் Rb 85.4	துரோன்சியம் Sr 87.6	இற்றியம் Y 89.0	சீர்க்கோனியம் Zr 90.6	நியோபியம் Nb 94.0	மாலிப்டினம் Mo 96.0		உருத்தினியம் Ru 101.7	உரோடியம் Rh 103.0
7		வெள்ளி Ag 107.9	கடமியம் Cd 112.4	இண்டியம் In 114.0	தகரம் Sn 119.0	ஆண்டிமனி Sb 120.0	தெலுரியம் Te 127.6	அயோடின் I 126.9	பலேடியம் Pd 106.5	(Ag)
8	செனான் Xe 128	சீசியம் Cs 132.9	பேரியம் Ba 137.4	இலாந்தனம் La 139	சீரியம் Ce 140					
9										
10				இட்டர்பியம் Yb 173		தாந்தலம் Ta 183	தங்குசிட்டன் W 184		ஆசுமியம் Os 191	இரிடியம் Ir 193
11		தங்கம் Au 197.2	பாதரசம் Hg 200.0	தாலியம் Tl 204.1	ஈயம் Pb 206.9	பிசுமத்து Bi 208			பிளாட்டினம் Pt 194.9	(Au)
12			இரேடியம் Ra 224		தோரியம் Th 232		உரேனியம் U 239			
	R	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂ RH ₄	உயராக்குசைட்டுப்புகள் R ₂ O ₅ உயரைதரசவளிமச்சேர்மங்கள் RH ₃	RO ₃ RH ₂	R ₂ O ₇ RH		RO ₄

படம் 3.1 முதலில் வெளியிடப்பட்ட மெஞ்சலீவின் சீரொழுங்கட்டவணை

**திமித்திரி ஐவனோவிச்சு
மெஞ்சலீவு (1834-1907)**

திமித்திரி மெஞ்சலீவு உருசியாவின் சைபீரியாவிலுள்ள தபால்சுகு எனும் இடத்தில் பிறந்தார். அவரின் தந்தையின் மறைவுக்குப் பிறகு குடும்பம் புனிதப்பீட்டர்சுபர்க்கு குடிபெயர்ந்தது. 1856இல் வேதியியலில் முதுகலைப்பட்டத்தையும் 1865இல் முனை

வரப்பட்டத்தையும் பெற்றார். அவரை புனிதப்பீட்டர்சுபர்க்குப்பல்கலைக்கழகம் 1867இல் பொது வேதியியலில் பேராசிரியராக நியமித்ததால் அங்கு பயிற்றுவித்தார். "வேதியியலின் கொள்கைகள்" என்ற அவரது புகழ்பெற்ற பாடநூலுக்கான தொடக்க வேலையின்போது சீரொழுங்குவிதியை முன்மொழிந்து தனிமங்களின் சீரொழுங்கட்டவணையை கட்டமைத்தார். அக்காலக்கட்டத்தில், அணுவின் கட்டமைப்பைப்பற்றி யாரும்

அறிந்திராததால், தனிமங்களின் பண்புகள் ஏதாவொரு வகையில் அவற்றின் அணுநிறைகளுடன் தொடர்பிலுள்ளன என்ற மெஞ்சலீவின் கருத்து மிகவும் கற்பனையான புதுமையாக இருந்தது. வேதிப்பண்புகளால் சில தனிமங்களை சரியான நெடுக்கைகளில் வைப்பதற்காக சில தனிம இரட்டைகளின் வரிசையை இடம்மாற்றி அவற்றின் அணுநிறைகள் சரியில்லை என்று உறுதியாகக்கூறினார். சீரொழுங்கட்டவணையில் அதுவரை அறிந்திராத தனிமங்களுக்கான வெற்றிடங்களை விட்டுவைத்தார். தொடர்பான தனிமங்களின் பண்புகளுக்கிடையில் காணப்பட்ட போக்குகளிலிருந்து புதிய தனிமங்களின் பண்புகளை அவர் முன்னறிந்தார். பின்னர் புதிய தனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட போது, மெஞ்சலீவின் முன்னறிதல்கள் பெருவியப்புக்குரியதாகவும் நிறுவும்வகையிலும் இருந்தன. அடுத்தடுத்து வந்த பத்தாண்டுகளில் மெஞ்சலீவின் சீரொழுங்குவிதி பல புலங்களில் ஆராய்ச்சியை ஊக்குவித்து விரைவாக்கியது. 1890இல் மந்தவளிமங்களான ஈலியமும் ஆர்கானும் தம் குடும்பத்தை முழுமையாக நிரப்பவியலாமல், இவற்றையொத்த மற்ற தனிமங்கள் இருப்பதற்கான சாத்தியக்கூறு உள்ளதை சுட்டின. இக்கருத்து பின்னர் இராம்சி கிரிப்பானையும் செனானையும் தேடி வெற்றியடைய வழிகோலியது. அட்டவணை இருபதாம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் உரேனியம், தோரியம் ஆகியவற்றின் கதிரியக்கத்தொடர்களைப் பற்றிய செயல்களையும் நெறிப்படுத்தியது.

மெஞ்சலீவு ஒரு பலதுறைமேதை. உருசியாவின் இயற்கைவளங்களுடன் தொடர்பான பல சிக்கல்களை தீர்க்கும்வகையில் செயலாற்றினார். கிபி 1890இல் பேராசிரியர் பணியிலிருந்து தன்னை விடுவித்துக் கொண்டார். நிறைகளுக்கும் எடைகளுக்குமான பணியகத்தின் இயக்குனராக பின்னர் நியமிக்கப்பட்டார். 1907இல் அவரது மறைவுவரை பல்வேறு துறைகளில் முக்கியமான ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டார்.

இக்கால சீரொழுங்கட்டவணையில் (படம் 3.2) 101வது தனிமம் அவர்பெயரால் மெஞ்சலீவியம் என அழைக்கப்படுவதிலிருந்து அவர் அழியாப்புகழ்பெற்றுள்ளதை நீங்கள் அறிந்திருக்கலாம். இத்தனிமத்தை கண்டுபிடித்த அமெரிக்க வேதியியலர் கிளென் தி சீபோர்சு யுரேனியங்கடந்த தனிமங்களின் கண்டுபிடிப்புகளுக்கு ஏறக்குறைய முற்றிலுமாக திறவுகோலாயிருந்த தனிமச்சீரொழுங்கமைப்பு என்ற தத்துவம் புதிய கண்டுபிடிக்கப்படாத தனிமங்களின் வேதிப்பண்புகளை முன்னறிய

உதவும் எனும் உண்மையை முதன் முதலில் பயன்படுத்திய உருசிய வேதியியலரான மெஞ்சலீவின் முன்னோடிப்பங்கினை அங்கீகரிக்கும் வகையில் அவரது பெயரை முன்மொழிந்தார்.

3.3 புதுக்கால சீரொழுங்குவிதியும் சீரொழுங்கட்டவணையின் வடிவமும்

மெஞ்சலீவு சீரொழுங்கட்டவணையை வளராக்கியபோது வேதியியலர்கள் அணுவின் உட்கட்டமைப்பைப்பற்றி எதையும் அறிந்திருக்கவில்லை என்பதை நாம் மனதில் கொள்ள வேண்டும். எனினும், 20ஆம் நூற்றாண்டு பல அணுவட்டகளுக்களைப்பற்றிய கோட்பாடுகளில் ஏற்பட்ட ஆழமான வளராக்கங்களுக்கு சாட்சியாக விளங்கியது. 1913இல் ஆங்கிலேய இயற்பியலரான ஊரி மோசலி தனிமங்களின் சிறப்பியல்பான ஊடுகதிர்நிறநிலங்களில் ஒழுங்குகள் இருப்பதை கண்டறிந்தார். தனிமங்கள் வெளியிடும் ஊடுகதிர்களின் சிறப்பியல்பான அலைவெண்கள் (ν) தனிமங்களின் அணுநிறைகளுக்கெதிராக நேர்க்கோட்டு வரைகோடுகளை தரவில்லை; ஆனால், அவை தனிமங்களின் அணுவெண்களுக்கு எதிராக நேர்க்கோட்டு வரைகோடுகளை தந்தன. இதன்மூலம் அவர் ஒரு தனிமத்தின் அடிப்படையிலான அது அணுவெண்ணையன்றி அதன் அணுநிறையன்று என்று காட்டினார். இதன் விளைவாக மெஞ்சலீவின் சீரொழுங்குவிதி தக்கவாறு மாற்றப்பட்டது. இதனை நாம் புதுக்காலச்சீரொழுங்குவிதி என்று அழைக்கிறோம். அதன் கூற்றுரை:

தனிமங்களின் இயற்பண்புகளும் வேதிப்பண்புகளும் அவற்றின் அணுவெண்களின் சீரொழுங்கான சார்பன்கள்.

சீரொழுங்குவிதி இயற்கையில் கிடைக்கும் 94 தனிமங்களுக்கிடையான முக்கியமான ஒற்றுமைகளை வெளிப்படுத்தியது. உரேனியத்தின் தாதுப்பொருளான தார்க்கலவையில் புளுட்டோனியம், நெப்புட்டியனியம், ஆட்டினியம், புரோதாட்டினியம் போன்றவை உள்ளன. இது அலார்கனிய வேதியியலில் ஒரு புது ஆர்வத்தை தூண்டியது. குறைந்த ஆயுளுள்ள செயற்கைத்தனிமங்களின் உருவாக்கம்வரை இது நம்மை இட்டுச்சென்றுள்ளது.

அணுவெண் அணுக்கருவிலுள்ள நேர்மமின் மங்களின் (நேர்மின்னிகளின்) எண்ணிக்கை என்பதை நீங்கள் நினைவுகூரலாம்; இது நடுவநிலையிலுள்ள அணுவின் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கைக்கு சமம். இதனால், தனிமங்களின் சீரொழுங்குமையில் அணுவெண்களும் எதிர்மின்னியமைவடிவங்களும் பொரு

ளுள்ளவகையில் பங்காற்றுவதை நாம் எளிதாக மனங்காணலாம். உண்மையில் நாம் இப்போது ஏற்றுக்கொண்டுள்ளபடி, தனிமங்களுக்கும் அவற்றின் சேர்மங்களுக்கும் இயற்பண்புகளையும் வேதிப்பண்புகளையும் தீர்மானிக்கும் எதிர்மின்னியமைவடிவங்களின் சீரொழுங்கான மாறுபாட்டின் விளைவே சீரொழுங்குவிதி.

பல்வேறு காலக்கட்டங்களில் சீரொழுங்கட்டவணையின் பல வடிவங்களை அறிவியலர்கள் உருக்கட்டினர். சில வடிவங்கள் வேதிவினைகளுக்கும் பிணைவுமைக்கும் மற்றவை தனிமங்களின் எதிர்மின்னியமைவடிவங்களுக்கும் அழுத்தமளித்தன. தனிமங்களின் சீரொழுங்கட்டவணையின் "நீள்வடிவம்" என்றழைக்கப்படும் (படம் 3.2) புதுக்கால வடிவத்துக்கு பெரும் வசதியும் பரவலான பயன்பாடும் உள்ளது. மெஞ்சலீவு **தொடர்கள்** என்றழைத்த கிடைமட்டக்கிடக்கைகளை இங்கு **சீரொழுங்குகள்** என்றும், செங்குத்துநெடுக்கைகளை **தொகுதிகள்** என்றும் அழைக்கிறோம். வெளியோட்டின் எதிர்மின்னியமைவடிவங்கள் ஒத்திருக்கும் தனிமங்கள் ஒரே செங்குத்து நெடுக்கைகளில் (தொகுதிகளில்) அடுக்கமுறுகின்றன. தூபவத்தின் (தூயவேதியியலருக்கும் பயன்பாட்டுவேதியியலருக்குமான அனைத்துலக ஒன்றியத்தின்) பரிந்துரைப்படி, பழைய குறிப்பீட்டில் தொகுதிகள் IA...VIIA, VIII, IB...VIIB, 0 என்று குறிக்கப்பட்ட தொகுதிகளுக்கு 1 முதல் 18 வரை எண்ணிக்கையிடுகிறோம். முன்பு VIIIஆந்தொடராயிருந்தது இப்போது 8, 9, 10 ஆகிய தொகுதிகளாகிறது.

மொத்தத்தில் ஏழு சீரொழுங்குகள் உள்ளன. சீரொழுங்குகள் அச்சீரொழுங்கிலுள்ள தனிமங்களின் மீப்பெரும் முதன்மைத்துணுக்கவெண்ணின் மதிப்பான n ஐ குறிக்கிறது. முதல் சீரொழுங்கில் இரண்டு தனிமங்கள் உள்ளன. அடுத்தடுத்த சீரொழுங்குகளில் முறையே, 8, 8, 18, 18, 32, 32 ஆகிய தனிமங்கள் உள்ளன. சீரொழுங்கட்டவணையின் இவ்வடிவத்தில் ஆறாம் சீரொழுங்கிலும் ஏழாம் சீரொழுங்கிலும் 14 தனிமங்கள் (முறையே இலாந்தனவனையங்களும் ஆட்டினியவனையங்களும்) தனித்தொகுப்புகளாக அடியில் வைக்கப்படுகின்றன.

1940இல் புளூட்டோனியத்தை கண்டுபிடித்ததில் தொடங்கி 94இலிருந்து 102வரையான உரேனியங்கடந்த தனிமங்களை கண்டுபிடித்ததுவரை கிளென் தி. சீபோர்கு இருபதாம் நூற்றாண்டின் நடுவில் ஆற்றிய பணி சீரொழுங்கட்டவணையில் ஒரு மாற்றடுக்கத்தை விளைவித்தது; இது ஆட்டினியவனையங்களை இலாந்தனவனையங்களுக்குக்கீழ் வைத்தது. சீபோர்கு தன் பணிக்காக 1951இல் நோபற்பரிசை பெற்றார். அவரை பெருமைப்

படுத்துமவகையில் 106ஆம் தனிமம் சீபோர்கியம் என்று பெயரிடப்பட்டது.

3.4 அணுவெண்கள் 100க்கு மேலுள்ள தனிமங்களை பெயரிடும் முறை

புதிய தனிமங்களுக்கு பெயர்களை முன்மொழிவது அவற்றை கண்டுபிடித்தவருக்கோ கண்டுபிடித்தவர்களுக்கோ உரிய சிறப்புரிமையாயிருப்பதும் பின்னர் தூபவம் அந்த பெயருக்கு ஒப்புதலளிப்பதும் வழக்காறு. அண்மைக்காலங்களில் இதனால் சில கருத்துவேறுபாடுகள் எழுந்துள்ளன. மிகவதிக அணுவெண்ணுள்ள மிகவும் நிலைப்பற்ற புதிய தனிமங்கள் மிகச்சிறிய அளவிலே, சில நேரங்களில் சில அணுக்களே, கிடைத்தன. எனவே, அவற்றை தொகுத்தாக்கி சிறப்பியல்புரிய அதிமேம்பட்ட சோதனைக்கூடமும் விலையுயர்ந்த வினைக்கருவிகளும் தேவை. இப்படியான செயல்களை உலகத்தில் ஒருசில சோதனைக்கூடங்களிலே வேதியியலர்கள் போட்டிமனப்பான்மையுடன் மேற்கொள்கின்றனர். சில நேரங்களில் ஒரு புதிய தனிமத்தைப்பற்றிய நம்பத்தகுந்த தரவுகளை முழுமையாக சேகரிக்கும்முன்பே அதன் கண்டுபிடிப்புக்கான உரிமையை அறிவியலர்கள் கோருகின்றனர். சான்றாக, அமெரிக்க அறிவியலர்களும் சோவியத்து உருசிய அறிவியலர்களும் 104வது தனிமத்தை கண்டுபிடித்ததற்கான உரிமையை கோரினர். அமெரிக்கர்கள் அதற்கு இரதர்போடியம் என்றும் சோவியத்தினர்கள் அதனை குருச்சடோவியம் என்றும் பெயரிட்டனர். இத்தகு சிக்கல்களை தவிர்க்க தூபவம் ஒரு பரிந்துரையை தந்துள்ளது. இதன்படி, ஒரு புதிய தனிமத்தின் கண்டுபிடிப்பு நிறுவப்படும் வரை, 1 முதல் 9 வரையுள்ள எண்களுக்கான பெயர்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட வேர்களின் மூலம் தனிமங்களின் அணுவெண்களிலிருந்து அமைமுறையான பெயரிடு முறையை நேரடியாக வருவிக்கலாம். இந்த வேர்களை அட்டவணை 3.4 காட்டுகிறது.

அட்டவணை 3.4 தனிமங்களுக்கான தூபவப்பெயரிடுமுறைக்கான குறிப்பீடுகள்

எண்ணிமம்	பெயர்ப்பகுதி	சுருக்கீடு
0	சுழி	n
1	ஒரு	u
2	இரு	b
3	மூ	t
4	நான்	q
5	ஐ	p
6	அறு	h

7	எழு	s
8	எட்ட	o
9	தொன்ப	e

அணுவெண்ணின் இலக்கங்களுக்கு நிகரான பெயர்ப்பகுதிகளை வரிசையாக சேர்த்து இறுதியில் "இயம்" என்று முடிக்கிறோம். நூறைவிட அதிகமான அணுவெண்ணுள்ள தனிமங்களின் தூபவப்பெயர்களை அட்டவணை 3.5 காட்டுகிறது.

இவ்வாறாக, ஒரு தனிமம் முதலில் மூன்று பகுதிகளுள்ள ஒரு தற்காலிகப்பெயரை குறியீடுகளுடன் பெறுகிறது. பின்னர் ஒவ்வொரு நாட்டின் தூபவநிற்பாளரும் வாக்களிப்பதன் அடிப்படையில் நிரந்தரப்பெயரையும் குறியீட்டையும் பெறுகிறது. நிரந்தரப்பெயர் தனிமம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நாட்டின் பெயரையோ மாநிலத்தின் பெயரையோ ஒரு புகழ்வாய்ந்த அறிவியலரின் பெயரையோ

எதிரொளிக்கலாம். இப்போது 118வரை புதிய தனிமங்களை கண்டுபிடித்துள்ளோம். எல்லாத் தனிமங்களின் ஏற்புடைய பெயர்களையும் தூபவம் அறிவிக்கிறது.

சிக்கல் 3.1

அணுவெண் 120 உள்ள தனிமத்தின் தூபவப்பெயரும் குறியீடும் என்னவாக இருக்கும்?

தீர்வு

அட்டவணை 3.4இன்படி, 1, 2, 0. இவற்றுக்கான வேர்கள் முறையே, ஒன்று, ஈர், சுழி ஆகியவை. பெயரின் முடிவு "இயம்" என்பதால், இதன் பெயரும் குறியீடும் ஒன்றீர்சுழியம், Ubn .

அட்டவணை 3.5 அணுவெண் 100க்கு மேலுள்ள தனிமங்களுக்கான பெயரிடுமுறை

அணுவெண்	பெயர் (தூபவமுறைப்படி)	குறியீடு	தூபவ அலுவலகப்பெயர்	தூபவக்குறியீடு
101	ஒன்றுசுழியொன்றியம்	unu	மெண்டலீவியம்	Md
102	ஒன்றுசுழியீரியம்	unb	நோபலியம்	No
103	ஒன்றுசுழிமூவியம்	unt	இலாரன்சியம்	Lr
104	ஒன்றுசுழிநாலியம்	unq	இரதர்போர்டினியம்	Rf
105	ஒன்றுசுழியையியம்	unp	தூபினியம்	Db
106	ஒன்றுசுழியறுவியம்	unh	சீபோர்கியம்	Sg
107	ஒன்றுசுழியெழுவியம்	uns	போரியம்	Bh
108	ஒன்றுசுழியெண்வியம்	uno	ஆசியம்	Hs
109	ஒன்றுசுழிதொன்வியம்	une	மைத்தனீரியம்	Mt
110	ஒன்றொன்றுசுழியியம்	uun	தாரும்சாடியம்	Ds
111	ஒன்றொன்றொன்றியம்	uuu	இராங்கனியம்	Rg
112	ஒன்றொன்றீரியம்	uub	கோப்பர்னிசியம்	Cn
113	ஒன்றொன்றுமூவியம்	uut	நிகோனியம்	Nn
114	ஒன்றொன்றுநாலியம்	uuq	பிளரோவியம்	Fl
115	ஒன்றொன்றைவியம்	uup	மாசுக்கோவியம்	Mc
116	ஒன்றொன்றறுவியம்	uuh	இலீவமோரியம்	Lv
117	ஒன்றொன்றெழுவியம்	uus	தென்னிசீன்	Ts
118	ஒன்றொன்றெண்வியம்	uuo	ஒகனிசோன்	Og

வேதித்தனிமங்களின்

1 கார மாழைகள்	2 கார மண் மாழைகள்	3	4	5	6	7	8	9
ஐதரசன் 1 H 1.008								
இலித்தியம் 3 Li 6.94	பெரிலியம் 4 Be 9.0122							
சோடியம் 11 Na 22.990	மெக்னீசியம் 12 Mg 24.305							
பொட்டாசியம் 19 K 39.098	கால்சியம் 20 Ca 40.078	காண்டியம் 21 Sc 44.956	டைட்டேனியம் 22 Ti 47.867	வனேடியம் 23 V 50.942	குரோமியம் 24 Cr 51.996	மாங்கனீசு 25 Mn 54.938	இரும்பு 26 Fe 55.845	கோபாற்று 27 Co 58.933
உருபீடியம் 37 Rb 85.468	துரோன்சியம் 38 Sr 87.62	இற்றியம் 39 Y 88.906	சீர்க்கோனியம் 40 Zr 91.224	நியோபியம் 41 Nb 92.906	மாலிப்டினைம் 42 Mo 95.95	தெக்கினீசியம் 43 Tc [97]	உருத்தினியம் 44 Ru 101.07	உரோடியம் 45 Rh 102.91
சீசியம் 55 Cs 132.91	பேரியம் 56 Ba 137.33	இலாந்தன வளையங்கள் 57-71 *	ஆனினியம் 72 Hf 178.49	தாந்தலம் 73 Ta 180.95	தங்குசிட்டன் 74 W 183.84	இரீனியம் 75 Re 186.21	ஆசுமியம் 76 Os 190.23	இரிடியம் 77 Ir 192.22
பிரான்சியம் 87 Fr [223]	இரேடியம் 88 Ra [226]	ஆட்டினிய வளையங்கள் 89-103 **	இரதர்போடியம் 104 Rf [267]	துபினியம் 105 Db [270]	சீபோர்கியம் 106 Sg [269]	போரியம் 107 Bh [270]	ஆசியம் 108 Hs [270]	மைத்தனீரியம் 109 Mt [278]

இலாந்தனவளையங்கள்	*	இலாந்தனம் 57 La 138.91	சீரியம் 58 Ce 140.12	பிரசோடியியம் 59 Pr 140.91	நியோடியியம் 60 Nd 144.24	புரோமெத்தியம் 61 Pm [145]	சமேரியம் 62 Sm 150.36
ஆட்டினியவளையங்கள்	**	ஆட்டினியம் 89 Ac [227]	தோரியம் 90 Th 232.04	புரோதாட்டினியம் 91 Pa 231.04	யுரேனியம் 92 U 238.03	நெப்டுட்டினியம் 93 Np [237]	புளூட்டோனியம் 94 Pu [244]

குறிவிளக்கம்	அணுவெண்ணின் நிறம் பொருளின் நிலையை குறிக்கிறது (0°C.1 வகை)	அணுவெடையின் நிறம் தனிமம் இயற்கையில் கிடைப்பதை குறிக்கிறது
ஐதரசன் 1 H 1.008	← பெயர் ← அணுவெண் ← வேதிக்குறியீடு ← அணுவெடை	வளிமம் நீர்மம் திண்மம் தெரியாதது
	சிவப்பு பச்சை கருப்பு ஊதா	கருப்பு பச்சை ஊதா [முழுவெண்]
		புவியின் தொடக்கத்தில் இருந்தது செயற்கையாக தொகுத்தாக்கியது சுதைவினால் உண்டாவது மீநிலைப்பான சமவிடத்தான்

படம் 3.2 சீரொழுங்கட்டவணையின் நீள்வடிவம்; தனிமங்களும், அவற்றின் அணுவெண்களும் அணுநிறைகளும். தூயவேதியியலாருக்கும் பயன்பாட்டுவேதியியலாருக்குமான அனைத்துலக ஒன்றியத்தின் 1984ப்பரிந்துரைகளின்படி, தொகுதிகள், 1 முதல் 18 வரை எண்களில்கூறும்.

சீரொழுங்கட்டவணை

10	11	12	13	14	15 நைற்றசாதிகள்	16 தாதாக்கிகள்	17 உப்பாக்கிகள்	18 மந்த வளிமங்கள்
								சுலியம் 2 He 4.0026
			போரான் 5 B 10.81	கரிமம் 6 C 12.011	நைற்றசன் 7 N 14.007	ஆக்குசிசன் 8 O 15.999	புளோரின் 9 F 18.998	நியான் 10 Ne 20.180
			அலுமினியம் 13 Al 26.982	சிலிக்கான் 14 Si 28.085	பாகபரசு 15 P 30.974	கந்தகம் 16 S 32.06	குளோரின் 17 Cl 35.45	ஆர்கான் 18 Ar 39.95
நிக்கல் 28 Ni 58.693	செம்பு 29 Cu 63.546	துத்தநாகம் 30 Zn 65.38	காலியம் 31 Ga 69.723	செருமேனியம் 32 Ge 72.630	ஆர்செனிக் 33 As 74.922	செலினியம் 34 Se 78.971	புரோமின் 35 Br 79.904	கிரிப்பான் 36 Kr 83.798
பலேடியம் 46 Pd 106.42	வெள்ளி 47 Ag 107.87	கடமியம் 48 Cd 112.41	இண்டியம் 49 In 114.82	தகரம் 50 Sn 118.71	ஆண்டிமனி 51 Sb 121.76	தெலுரியம் 52 Te 127.60	அயோடின் 53 I 126.90	செனான் 54 Xe 131.29
பிளாட்டினம் 78 Pt 195.08	தங்கம் 79 Au 196.97	பாதரசம் 80 Hg 200.59	தாலியம் 81 Tl 204.38	சுயம் 82 Pb 207.2	பிகமத்து 83 Bi 208.98	பொலோனியம் 84 Po [209]	அகட்டாட்டின் 85 At [210]	இரேடான் 86 Rn [222]
தாருமசாடியம் 110 Ds [281]	உரோந்தசெனியம் 111 Rg [281]	கோப்பர்நிசியம் 112 Cn [285]	நிகோனியம் 113 Nh [286]	பிளரோவியம் 114 Fl [289]	மாகக் கோவியம் 115 Mc [289]	இலீவ்ரோமோரியம் 116 Lv [293]	தென்னிசின் 117 Ts [293]	ஒகனிசோன் 118 Og [294]
ஐரோப்பியம் 63 Eu 151.96	கடோலினியம் 64 Gd 157.25	தேர்பியம் 65 Tb 158.93	திப்புரோசியம் 66 Dy 162.50	ஹோலியம் 67 Ho 164.93	ஏர்பியம் 68 Er 167.26	துலியம் 69 Tm 168.93	இட்டர்பியம் 70 Yb 173.05	இலுத்தேசியம் 71 Lu 174.97
அமெரிசியம் 95 Am [243]	கியூரியம் 96 Cm [247]	பெருக்கிலியம் 97 Bk [247]	கலிபோனியம் 98 Cf [251]	ஐன்சுட்டீனியம் 99 Es [252]	பெருமியம் 100 Fm [257]	மெண்டலீவியம் 101 Md [258]	நோபலியம் 102 No [259]	இலாரன்சியம் 103 Lr [262]

தனிமக்குறியீட்டின் நிறம் மாழைத்தன்மையை குறிக்கிறது		
மாழைகள்	கார மாழைகள் கார மண் மாழைகள் இலந்தனவன்ன அட்டினியவன்ன இடைமாழைகள் கடைமாழைகள்	கருஞ்சிவப்பு சிவப்பு ஆரஞ்சு கருமஞ்சள் ஊதா இளவெள்ளை
மாழையனையங்கள்		இளம்பச்சை
அன்மாழைகள்	வினைபுரியும் அன்மாழைகள் மந்த வளிமங்கள்	பச்சை பழுப்பு
மாழைப்பண்பு தெரியாதவை		கருப்பு

3.5 தனிமங்களின் எதிர்மின்னியமைவடிவங்களும் சீரொழுங்கட்டவணையும்

ஒரணுவிலுள்ள எதிர்மின்னியின் சிறப்பியல்புகளை நான்கு துணுக்கவெண்கள் அடங்கிய கணத்தால் குறிக்கிறோம் என்றும், முதன்மைத் துணுக்கவெண்ணான n கூடு எனப்படும் அதன் முதன்மையாற்றன்மட்டத்தை வரையறுக்கிறது என்றும் முந்தைய அலகில் நாம் படித்துள்ளோம். ஒவ்வொரு கூட்டிலும் பலவிதமான துணைக்கூடுகளிலுள்ள (s, p, d, f) பரிதியங்களில் எதிர்மின்னிகள் எவ்வாறு நிரம்புகின்றன என்பதைப் பற்றியும் நாம் படித்தோம். பரிதியங்களில் எதிர்மின்னிகளின் பரவலை எதிர்மின்னியமைவடிவம் என்று குறிக்கிறோம். சீரொழுங்கட்டவணையில் ஒரு தனிமத்தின் இடம் இறுதியாக நிரம்பிய பரிதியத்தின் துணுக்கவெண்களை காட்டுகிறது. இப்பகுதியில் நீள்வடிவச்சீரொழுங்கட்டவணைக்கும் தனிமங்களின் எதிர்மின்னியமைவடிவங்களுக்கும் இடையான நேரடித் தொடர்பை நாம் காண்போம்.

(அ) சீரொழுங்குகளில்

பிணைவும (மீப்பெரிய) வெளிக்கூட்டின் n மதிப்பை ஒரு சீரொழுங்கு காட்டுகிறது. வேறுவிதமாகச்சொன்னால், சீரொழுங்கட்டவணையின் அடுத்தடுத்த கிடக்கைகள் அடுத்தடுத்த முதன்மையாற்றன்மட்டங்களை நிரப்புவதுடன் $(n = 1, n = 2, \text{இன்னபிற})$ தொடர்புள்ளவை. எதிர்மின்னிகள் நிரம்பிக் கொண்டிருக்கும் ஆற்றன்மட்டத்திலுள்ள பரிதியங்களின் எண்ணிக்கையின் இருமடங்கான தனிமங்கள் ஒவ்வொரு சீரொழுங்கிலும் உள்ளதை நாம் உடனடியாக காணலாம்.

முதல் சீரொழுங்கு $(n = 1)$ மீச்சிறிய ஆற்றன்மட்டம் $(1s)$ நிரம்புவதில் தொடங்குகிறது. எனவே அதில் ஐதரசன் $(H; 1s^1)$, ஈலியம் $(He; 1s^2)$ ஆகிய இரண்டு தனிமங்கள் உள்ளதால் முதற்கூடு நிரம்பி முழுமையடைகிறது.

இரண்டாம் சீரொழுங்கு $(n = 2)$ இலத்தியத்தில் (Li) தொடங்க, மூன்றாம் எதிர்மின்னி $2s$ பரிதியத்தில் நுழைகிறது. இதற்கடுத்த தனிமமான பெரிலியத்தில் (Be) நான்கு எதிர்மின்னிகள் உள்ளன. அதன் எதிர்மின்னியமைவடிவம் $1s^2 2s^2$. அடுத்த தனிமமான போரானில் (B) $2p$ பரிதியங்கள் நிரம்பத்தொடங்கி நியானில் $(Ne; 2s^2 2p^6)$ L கூடு முழுமையடைகிறது. இவ்வாறு 8 தனிமங்கள் இரண்டாவது சீரொழுங்கில் உள்ளன.

மூன்றாம் சீரொழுங்கு $(n = 3)$ சோடியத்தில் (Na) தொடங்க, வரும் எதிர்மின்னி ஒரு $3s$ பரிதியத்தில் நுழைகிறது. அடுத்தடுத்து நிரம்பும்

$3s, 3p$ ஆகிய பரிதியங்கள் சோடியம்முதல் ஆர்கான் வரையிலான (Ar) 8 தனிமங்களுள்ள மூன்றாம் சீரொழுங்கை தருகின்றன.

நான்காம் சீரொழுங்கு $(n = 4)$ பொட்டாசியத்தில் (K) தொடங்கி, வரும் எதிர்மின்னிகள் $4s$ பரிதியத்தை நிரப்புகின்றன. இப்போது, வரும் எதிர்மின்னிகள் $4p$ பரிதியங்களை நிரப்பும்முன் ஆற்றல் குறைந்த $4d$ பரிதியங்களை நிரப்புவதை நோக்குக. இங்கு **3dஇடைத்தனிமத்தொடரை** எதிர்கொள்கிறோம். இது $3d^1 4s^2$ என்னும் எதிர்மின்னியமைவடிவமுள்ள காண்டியத்தில் $(Sc; Z = 21)$ தொடங்குகிறது. $3d$ பரிதியங்கள் துத்தநாகத்தின் $(Zn; Z = 30)$ $3d^{10} 4s^2$ எனும் அமைவடிவத்துடன் முற்றிலும் நிரம்புகின்றன. இந்த சீரொழுங்கு கிரிப்பானில் (Kr) முடியும்போது $4p$ பரிதியங்கள் முழுவதும் நிரம்புகின்றன $(4p^6)$. மொத்தமாக 18 தனிமங்கள் நான்காம் சீரொழுங்கில் உள்ளன.

உருபிட்யத்தில் (Rb) தொடங்கும் ஐந்தாம் சீரொழுங்கும் $(n = 5)$ நான்காம் சீரொழுங்கைப்போன்றது. இங்கு, இற்றியத்தில் $(Y; Z = 39)$ தொடங்கும் **4dஇடைத்தனிமத்தொடர்** உள்ளது. இந்த சீரொழுங்கு செனானில் (Xe) $5p$ பரிதியங்களை நிரப்புவதில் முடிவுறுகிறது.

ஆறாம் சீரொழுங்கில் $(n = 6)$ 32 தனிமங்கள் உள்ளன. அடுத்தடுத்து வரும் எதிர்மின்னிகள் $6s, 4f, 5d, 6p$ எனும் வரிசையில் நிரம்புகின்றன. $4f$ பரிதியங்கள் சீரியத்தில் $(Ce; Z = 59)$ நிரம்பத்தொடங்கி இலத்தேசியத்தில் $(Lu; 71)$ முடிந்து **4fஉள்ளிடைத்தனிமத்தொடரை** தருகின்றன. இதை **இலாந்தன வளையத்தொடர்** என்றும் அழைக்கிறோம்.

இறுதியாக ஏழாம் சீரொழுங்கு $(n = 7)$ ஆறாம் சீரொழுங்கைப்போன்றது. அடுத்தடுத்து நுழையும் எதிர்மின்னிகள் $7s, 5f, 6d, 7p$ என்னும் வரிசையில் பரிதியங்களை நிரப்புகின்றன. இதில் மனிதன் உருவாக்கிய கதிரியக்கத் தனிமங்கள் அடங்குகின்றன. அணுவெண் 118 உள்ள மந்தவளிமக்கும்பத்தைச்சேர்ந்த ஓகனிசோனில் (Og) இச்சீரொழுங்கு முடிகிறது. ஆட்டினியத்தில் $(Ac; 89)$ நிரம்பத்தொடங்கும் $5f$ பரிதியங்கள் **ஆட்டினிய வளையத்தொடர்** எனப்படும் **5fஉள்ளிடைத்தனிமத்தொடரை** தருகின்றன.

தனிமங்களின் $4f, 5f$ ஆகிய உள்ளிடைத்தொடர்கள் சீரொழுங்கட்டவணையில் தனியாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. அட்டவணையின் கட்டமைப்பையும் ஒத்த பண்புகளுள்ள தனிமங்கள் ஒரே சீரொழுங்கில் அமையவேண்டும் என்ற கொள்கையையும் பேணுவதற்காக இத்தொடர்கள் தனிமைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

சிக்கல் 3.2

சீரொழுங்கட்டவணையின் 5ஆம் சீரொழுங்கில் மொத்தம் 18 தனிமங்கள் உள்ளதை எவ்வாறு விளக்கலாம்?

தீர்வு

n இன் மதிப்பு 5 எனில், l இன் மதிப்புகள் 0, 1, 2, 3, 4 ஆகின்றன. கிடைக்கும் பரிதியங்களான $4d, 5s, 5p$ ஆகியனவற்றின் ஆற்றல் முறைமை $5s < 4d < 5p$ என்றிருக்கிறது. மொத்தப்பரிதியங்களின் எண்ணிக்கை 9. இடம்பெறும் எதிர்மின்னிகளின் மீப்பெரும எண்ணிக்கை 18. எனவே 18 தனிமங்கள் ஐந்தாம் சீரொழுங்கில் உள்ளன.

(ஆ) தொகுதிகளில்

ஒரே தொகுதியிலுள்ள தனிமங்களுக்கு ஒத்த பிணைவுமக்கூட்டின் எதிர்மின்னியமைவடிவங்களும் வெளிப்பரிதியங்களில் ஒரே எண்ணிக்கையிலான எதிர்மின்னிகளும் ஒத்த பண்புகளும் உள்ளன. சான்றாக, முதல் தொகுதியின் எல்லாத்தனிமங்களின் பிணைவுமக்கூடுகளுக்கும் (கார மாழைகள்) ns^1 என்ற எதிர்மின்னியமைவடிவம் உள்ளது. அவற்றின் முழுமையான எதிர்மின்னியமைவடிவங்கள் கீழுள்ள அட்டவணையில் உள்ளன.

இவ்வாறாக, ஒரு தனிமத்தின் பண்புகள் அதன் ஒப்பும அணுநிறையைச்சார்ந்தவை அல்ல என்றும் அணுவெண்ணுடன் ஒரு சீரொழுங்குச்சார்புள்ளவை என்றும் காண்கிறோம்.

அணுவெண்	குறியீடு	எதிர்மின்னியமைவடிவம்
3	<i>Li</i>	$1s^2 2s^1$ அதாவது $[He]2s^1$
11	<i>Na</i>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ அதாவது $[Ne]3s^1$
19	<i>K</i>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ அதாவது $[Ar]4s^1$
37	<i>Rb</i>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$ அதாவது $[Kr]5s^1$
55	<i>Cs</i>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 4p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$ அதாவது $[Xe]6s^1$
87	<i>Fr</i>	$[Rn]7s^1$

3.6 எதிர்மின்னியமைவடிவங்களு ம் தனிமங்களின் வகைகளும்: s, p, d, f கட்டங்கள்

கட்டுமுறைக்கொள்கையும் தனிமங்களின் எதிர்மின்னியமைவடிவங்களும் சீரொழுங்கு வகைப்பாட்டுக்கான கோட்பாட்டு அடித்தளத்தை தருகின்றன. ஒரு செங்குத்து நெடுக்கையில் அதன் தனிமங்கள் உள்ளடங்கி ஒரு தொகுதியை அமைக்கின்றன. அவை ஒத்த வேதிநடத்தையை காட்டுகின்றன. இத்தனிமங்களின் மீவெளியப்பரிதியங்களில் ஒரே எண்ணிக்கையும் பரவலுமுள்ள எதிர்மின்னிகள் இருப்பதால் மேற்கூறிய ஒப்புமை எழுகிறது. எதிர்மின்னிகள் நிரம்பிக்கொண்டிருக்கும் பரிதியங்களின் வகைகளைப்பொறுத்து தனிமங்களை s கட்டம், p கட்டம், d கட்டம், f கட்டம் (எசுக்கட்டம், உபிக்கட்டம், இடிக்கட்டம், எப்புக்கட்டம்) என்னும் நான்கு கட்டங்களாக வகைப்படுத்தலாம். இதனை படம் 3.3 எடுத்துக்காட்டுகிறது.

இவ்வகைப்படுத்துதலுக்கான இரண்டு விதிவிலக்குகளை நாம் கவனிக்கவேண்டும். இறுக்கமாகப்பார்த்தால், ஈலியம் s கட்டத்தைச்சேர்ந்தது.

ஆனால் அதற்கு p கட்டத்தில் மற்ற 18 தனிமங்களுடன் இடமளித்திருக்கிறோம். அதன் பிணைவுமக்கூடு முழுமையாக நிரம்பியுள்ளதாலும், அதன் விளைவாக மற்ற மந்தவளிமங்களின் சிறப்பியல்புப்பண்புகளை காட்டுவதாலும் இதனை நாம் விளங்குகிறோம். இரண்டாவது விதிவிலக்கு ஐதரசன். இதில் ஒரு எதிர்மின்னி உள்ளதால் இதனை முதல் தொகுதியில் (காரமாழைகளில்) வைக்கலாம். அது ஒரு எதிர்மின்னியை பெற்றால், மந்தவளிமத்தின் அமைவடிவத்தை அடைவதால் அது 17வது தொகுதித்தனிமங்களை (உப்பாக்கிகளை) ஒத்திருக்கலாம். இது ஒரு சிறப்புத் தனிமமாதலால், ஐதரசனை தனியாக நாம் சீரொழுங்கட்டவணையின் மேலே படம் 3.3இல் கட்டியவாறு வைக்கலாம். சீரொழுங்கட்டவணையில் குறித்த நான்குவகைத்தனிமங்களின் முக்கியமான பண்புக்கூறுகளை நாம் சுருக்கமாக இங்கு உரைத்து பின்வரும் அலகுகளில் விவரமாக உரைப்போம். அவற்றின் பண்புக்கூறுகளை விவரித்தலில் பயன்படும் சொற்கணத்தை 3.7ஆம் பகுதியில் வகைப்படுத்துகிறோம்.

s-BLOCK		
1s	1	2
2s	Li	Be
3s	Na	Mg
4s	K	Ca
5s	Rb	Sr
6s	Cs	Ba
7s	Fr	Ra

d-BLOCK												
3d	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn		
4d	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd		
5d	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg		
6d	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn		

p-BLOCK							
2p	B	C	N	O	F	Ne	
3p	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4p	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5p	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6p	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7p	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	

f-BLOCK														
Lanthanoids 4f	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Actinoids 5f	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

படம் 3.3 நிரம்புகின்ற பரிதியங்களின் அடிப்படையில் சீரொழுங்கட்டவணையில் தனிமங்களின் வகைகள்: மாழைகள், அன்மாழைகள், மாழையனையங்கள் எனும் தனிமங்களின் பிரிவுகள்

3.6.1 sகட்டத்தனிமங்கள்

காரமாழைகளான முதல் தொகுதியிலும் காரமண்மாழைகளான இரண்டாந்தொகுதியிலுமுள்ள தனிமங்கள் முறையே ns^1 , ns^2 ஆகிய மீவெளிய எதிர்மின்னியமைவடிவங்களுடன் sகட்டத்தனிமங்களாகின்றன. அவையனைத்தும் குறைந்த அயனியாதலகவெப்பங்களுள்ள வேதிவினைய மாழைகள். இவை தம் மீவெளிய எதிர்மின்னியை எளிதில் இழந்து, கார மாழைகளில் +1 அயனிகளாகவும், காரமண்மாழைகளில் +2 அயனிகளாகவும் ஆகின்றன. ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக மாழைத்தன்மையும் வேதிவினையமும் அதிகரிக்கின்றன. உயர் வேதிவினையத்தின் காரணமாக இயற்கையில் அவை ஒருபோதும் தூய நிலையில் இருப்பதில்லை. இலித்தியத்தையும், பெரிலியத்தையும் தவிர ஏனைய sகட்டத்தனிமங்கள் அதிக அயனித்தன்மையானவை.

3.6.2 pகட்டத்தனிமங்கள்

13முதல் 18வரையிலான தொகுதிகளின் pகட்டத்தனிமங்களை sகட்டத்தனிமங்களுடன் சேர்த்து முகனத்தொகுதித்தனிமங்கள் என்று அழைக்கிறோம். ஒவ்வொரு சீரொழுங்கிலும் மீவெளிய எதிர்மின்னியமைவடிவங்கள் ns^2np^1 முதல் ns^2np^6 வரை மாறுகின்றன. ஒவ்வொரு சீரொழுங்கின் இறுதியிலும் முழுவதும் நிரம்பிய

(முடிய) கூட்டின் ns^2np^6 என்னும் அமைவடிவமுள்ள மந்தவளிமத்தனிமம் உள்ளது. மந்தவளிமத்தனிமங்களில் பிணைவுக்கூட்டின் பரிதியங்கள் முழுமையாக நிரம்பி நிலைப்பான நிலையிலுள்ளதால் எதிர்மின்னியை சேர்த்தோ நீக்கியோ இதனை மாற்றுவது மிகக்கடினம். இவ்வாறு, மந்தவளிமங்கள் மிகக்குறைந்த வேதிவினையத்தை காட்டுகின்றன. மந்தவளிக்குடும்பத்துக்குமுன் வேதியியமூக்கியத்துவம் வாய்ந்த இரண்டு அன்மாழைத்தொகுதிகள் (நெடுக்கைகள்) உள்ளன. அவை உப்பாக்கிகளும் (17ஆம் தொகுதி), தாதுக்கிகளும் (16ஆம் தொகுதி). இவ்விரு தனிமத்தொகுதிகளிலும் எதிர்மின்னிப்பெறுவகவெப்பங்கள் மிக அதிக எதிர்மமாயிருப்பதால் ஒன்றோ இரண்டோவான எதிர்மின்னிகளை சேர்த்து மந்தவளிமங்களின் நிலைத்த எதிர்மின்னியமைவடிவங்களை பெறுகின்றன. ஒரு சீரொழுங்கில் நாம் இடமிருந்து வலமாக நகரும்போது அன்மாழைத்தன்மை அதிகரிக்கிறது. அதே நேரத்தில் ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழ் செல்லும்போது மாழைத்தன்மை அதிகரிக்கிறது.

3.6.3 dகட்டத்தனிமங்கள் (இடைத்தனிமங்கள்)

இத்தனிமங்கள் சீரொழுங்கட்டவணையின் நடுவிலுள்ள 3முதல் 12வரையிலான தொகுதிகளில் உள்ளன. உள்ளிருக்கும் dபரிதியங்களை

எதிர்மின்னிகள் நிரப்புவதால் இவற்றை d கட்டத் தனிமங்கள் என்று குறிக்கிறோம். இவற்றுக்கு $(n-1)d^{1-10}ns^{0-2}$ எனும் பொதுவான வெளியெதிர்மின்னியமைவடிவங்கள் உள்ளன. இவையனைத்தும் மாழைகள். இவை பெரும்பாலும் நிறமுள்ள அயனிகளை உண்டாக்குகின்றன; பன்மயப்பிணைவுமைகளும் (ஆக்குசேற்ற நிலைகளும்) வன்காந்தத்தன்மையுமுள்ள இத்தனிமங்கள் பலநேரங்களில் வினையூக்கிகளாக பயன்படுகின்றன. ஆனால், $(n-1)d^{10}ns^2$ என்ற எதிர்மின்னியமைவடிவமுள்ள துத்தநாகம் (Zn), கடமியம் (Cd), பாதரசம் (Hg) ஆகியவை இடைத்தனிமங்களின் பெரும்பான்மையான பண்புகளை காட்டவில்லை. ஒருவகையில், வேதிவினைய s கட்ட மாழைகளையும் வேதிவினையம் குறைந்த 13ஆம், 14ஆம் தொகுதித் தனிமங்களையும் இணைக்கும் பாலமாக உள்ள தால் இவற்றை **இடைத்தனிமங்கள்** என்கிறோம்.

3.6.4 f கட்டத்தனிமங்கள் (உள்ளிடைத்தனிமங்கள்)

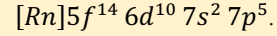
சீரொழுங்கட்டவணையின் அடியிலுள்ள இரண்டு சீரொழுங்குகளின் தனிமங்களை **இலாந்தனவணையங்கள்** [Ce ($Z = 58$) – Lu ($Z = 71$)] எனவும் **ஆட்டினியவணைங்கள்** [Th ($Z = 90$) – Lr ($Z = 103$)] எனவும் அழைக்கிறோம். இவையனைத்தும் $(n-2)f^{1-14}(n-1)d^{0-1}ns^2$ எனும் வெளியெதிர்மின்னியமைவடிவமுள்ளவை. அடுத்தடுத்த தனிமங்களில் புதிதாக வரும் எதிர்மின்னிகள் மீவெளிய பரிதியத்தை நிரப்பாமல் உள்ளிருக்கும் f பரிதியத்தை நிரப்புகின்றன. எனவே இவ் விரண்டு தனிமத்தொடர்களையும் **உள்ளிடைத்தனிமங்கள்** (f கட்டத்தனிமங்கள்) என்று அழைக்கிறோம். இவையனைத்தும் மாழைகள். ஒவ்வொரு தொடருக்குள்ளும் தனிமங்களின் பண்புகள் முற்றிலும் ஒத்திருக்கின்றன. தொடக்க ஆட்டினியவணையங்களின் வேதியியல் நிகரான இலாந்தனவணையங்களைவிட மேலும் சிக்கலானவை; இது ஆட்டினிய வணையங்களுக்கு அதிக எண்ணிக்கையான ஆக்குசேற்ற நிலைகள் சாத்தியமாவதால் ஏற்படுகிறது. ஆட்டினியவணையங்கள் கதிரியக் கமானவை. ஆட்டினியவணையத்தனிமங்களில் பெரும்பான்மையானவை அணுக் கருவினைகளால் நேனோகிராம் அளவிலோ அதற்கும் குறைவாகவோ ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன; இவற்றின் வேதியியலை முழுமையாக ஆய்ந்தறியவில்லை. உரேனியத்துக்குப்பின் வரும் தனிமங்களை உரேனியங்கடந்த தனிமங்கள் என்கிறோம்.

சிக்கல் 3.3

$Z = 120$ என்ற தனிமத்தை இன்னும் கண்டுபிடிக்கவில்லை. $Z = 117$ ஐயும் கண்டுபிடிக்கவில்லை என்க. இத்தனிமங்களை எந்த நெடுக்கைத்தொகுதியில் வைப்போம்? ஒவ்வொரு தனிமத்தின் எதிர்மின்னியமைவடிவத்தையும் தருக.

தீர்வு

படம் 3.2இலிருந்து அணுவெண் 117 உள்ள தனிமம் உட்பாக்கிநெடுக்கையில் (17ஆம் தொகுதியில்) இருப்பதை புரிந்துகொள்கிறோம். இதன் எதிர்மின்னியமைவடிவம்



அணுவெண் 120 உள்ள தனிமம், காரமண்மாழைகளின் நெடுக்கையில் (2ஆம் தொகுதியில்) இருக்கும். இதன் எதிர்மின்னியமைவடிவம் $[Og]8s^2$.

3.6.5 மாழைகளும் அன்மாழைகளும் மாழையணையங்களும்

மழமழப்பாக்கத்தகுந்த ஒரு பொருளை நாம் **மாழை** என்கிறோம். இதை நீங்கள் உலோகம் என்ற வடமொழிப்பெயராலோ மெட்டல் என்ற ஆங்கிலப்பெயராலோ அறிந்திருக்கலாம். தனிமங்களின் s, p, d, f கட்ட வகைப்பாட்டினை காட்டுவதோடு படம் 3.3 தனிமங்களை மாழைகளாகவும் அன்மாழைகளாகவும் பிரித்துக் காட்டுகிறது.

நாமறிந்த தனிமங்களில் 78 நூற்று வீதத்துக்குமேல் மாழைகள். இவை சீரொழுங்கட்டவணையின் இடப்புறத்தில் தோன்றுகின்றன. பொதுவாக மாழைகள் அறைவெப்பநிலையில் திண்மப்பொருள்கள். பாதரசம் (Hg) ஒரு விதிவிலக்கு; காலியமும் (Ga) சீசியமும் (Cs) மிகக்குறைந்த உருகுநிலைகள் (முறையே 303 K, 302 K) உள்ளவை. மாழைகளுக்கு வழக்கமாக உயர்ந்த உருகுநிலையும் கொதிநிலையும் இருக்கின்றன. நல்ல வெப்பக்கடத்திகளாகவும் மின்கடத்திகளாகவுமுள்ள அவற்றுக்கு தகடாகும் தன்மையும் (சுத்தியலால் மெல்லிய தகடாக அடிக்கலாம்), நீளும் தன்மையும் (கம்பியாக இழுக்கலாம்) உள்ளன.

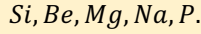
மாறாக, அன்மாழைகள் சீரொழுங்கட்டவணையின் மேல்வலப்பக்கத்தில் அமைந்துள்ளன. உண்மையில், ஒரு கிடைமட்டச்சீரொழுங்கில் தனிமங்களின் பண்புகள் இடப்பக்கத்தில் மாழைத்தன்மையிலிருந்து வலப்பக்கத்தில் அன்மாழைத்தன்மைக்கு மாறுகின்றன. அறைவெப்பநிலையில் வழக்கமாக திண்மநிலையிலும் வளிமநிலையிலும் காணப்படும் அன்மாழைகள் குறைந்த உருகுநிலையும் கொதிநிலையும்

உள்ளவை (போரானும் கரிமமும் விதிவிலக்குகள்). அவை வெப்பத்தையும் மின்சாரத்தையும் அரிதில் கத்துவன. நொறுங்கும் தன்மையுள்ள பெரும்பான்மையான அன்மாழைகளை தகடாக அடிக்கவோ கம்பியாக இழுக்கவோ இயலாது. சீரொழுங்கட்டவணையின் ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழ் செல்லும்போது தனிமங்களின் மாழைத்தன்மை அதிகரிக்கிறது. இடமிருந்து வலமாக ஒரு சீரொழுங்கின் குறுக்கே செல்லும் போது அன்மாழைத்தன்மை அதிகரிக்கிறது.

மாழைத்தன்மையிலிருந்து அன்மாழைத் தன்மைக்கான மாற்றம் கூர்மையாயில்லாததை படம் 3.3இல் குறுக்குமறுக்கான தடித்த கோடு காட்டுகிறது. மூலைவிட்டமான இக்கோட்டிலும் அதனருகிலுமுள்ள தனிமங்கள் (சான்றாக, சிலிக்கான், செருமேனியம், ஆரசெனிக்கு, ஆண்டிமனி, தெலுரியம்) மாழைகளின் சிறப்பியல்பான பண்புகளையும் அன்மாழைகளின் பண்புகளையும் காட்டுகின்றன. இவற்றை **மாழையனையங்கள்** என்றழைக்கிறோம்.

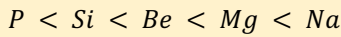
சிக்கல் 3.4

அணுவெண்ணையும் சீரொழுங்கட்டவணையில் இருக்கும் இடத்தையும் கருத்தில் கொண்டு கீழ்க்காணும் தனிமங்களை மாழைத்தன்மையின் முறைமையில் அடுக்குக:



தீர்வு

மாழைத்தன்மை ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்துகீழாக அதிகரிக்கிறது. ஒரு சீரொழுங்கில் இடமிருந்து வலமாக குறைகிறது. எனவே மாழைத்தன்மை அதிகரிக்கும் முறைமை



3.7 தனிமங்களின் பண்புகளில் சீரொழுங்குப்போக்குகள்

சீரொழுங்கட்டவணையின் ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகவோ ஒரு சீரொழுங்கில் இடமிருந்து வலமாகவோ நகரும்போது, தனிமங்களின் இயற்பண்புகளிலும் வேதிப்பண்புகளிலும் சில போக்குகளை நாம் கண்டறியலாம். சான்றாக, ஒரு சீரொழுங்கில் வேதிவினையம் ஒன்றாம் தொகுதியின் மாழைகளில் அதிகமாகவும் அட்டவணையின் நடுவில் குறைந்தும் 17ஆம் தொகுதியின் அன்மாழைகளில் மீயளவாகவும் மாறும் போக்கு இருக்கிறது. அதைப்போல, ஒரு சராசரி மாழைத்தொகுதியில் (சான்றாக, காரமாழைகளில்) மேலிருந்து கீழே செல்லும்போது வேதிவினையம் அதிகரிக்கிறது. ஆனால் உட்பாக்கிகள்போன்ற ஒரு அன்மாழைத்தொகுதி

யில் மேலிருந்து கீழே செல்கையில் வேதிவினையம் குறைகிறது. தனிமங்களின் பண்புகளில் ஏன் இவ்வாறான போக்குகள் காணப்படுகின்றன? இந்த சீரொழுங்குத்தன்மையை எவ்வாறு நாம் விளக்குவது? இக்கேள்விகளுக்கு விடையளிக்கும்முன் அணுக்கட்டமைப்பின் கோட்பாடுகளையும் அணுவின் பண்புகளையும் ஆழ்ந்து நோக்கவேண்டும். இப்பகுதியில் நாம் சில இயற்பண்புகளிலும் வேதிப்பண்புகளிலும் சீரொழுங்குப்போக்கை உரையளித்து அவற்றை எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கைமூலமாகவும் ஆற்றன்மட்டங்களின்மூலமாகவும் விளக்க முயல்வோம்.

3.7.1 இயற்பண்புகளில் போக்குகள்

உருகுநிலைகள், கொதிநிலைகள், ஒன்றிழைதல்வெப்பங்கள், ஆவியாதல்வெப்பங்கள், அணுவாக்காற்றல், இன்ன பிற எண்ணற்கரிய இயற்பியல்பண்புகள் சீரொழுங்கான மாறுபாடுகளை காட்டுகின்றன. நாம் இங்கு அணுவாரங்கள், அயனியாரங்கள், அயனியாதலகவெப்பம், எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம், மின்னெதிர்மை ஆகியவற்றில் காணப்படும் சீரொழுங்குப் போக்குகளை உரையளிப்போம்.

(அ) அணுவாரம்

ஒரு அணுவின் ஆரத்தை காண்பது ஒரு பந்தின் ஆரத்தை கண்டுபிடிப்பதைவிட அதிகச்சிக்கலானது என்பதை நீங்கள் எளிதில் ஊகிக்கலாம். ஏன், தெரியுமா? முதலாவதாக, ஒரு அணுவின் அளவு ($\sim 1.2 \text{ \AA}$ அதாவது $1.2 \times 10^{-10} \text{ m}$ ஆரம்) மிகவும் சிறியது. இரண்டாவதாக, அணுவைச்சுற்றியுள்ள எதிர்மின்னிமேகத்துக்கு ஒரு கூர்மையான வரப்பு இல்லாதலால் அணுவின் அளவை துல்லியமாக தீர்மானிக்க வியலாது. வேறுவிதமாகச்சொன்னால், ஒரு தனியணுவின் அளவை அளவிட எந்தவொரு நடைமுறையான வழியும் இல்லை. இருப்பினும், ஓரணு மற்ற அணுக்களுடன் இணைந்த நிலையில் அணுக்களுக்கிடையான தொலைவு தெரிந்தால் அவ்வணுவின் அளவைப்பற்றிய ஒரு மதிப்பீட்டை பெறவியலும். ஒரு அன்மாழைத் தனிமத்தின் அளவை மதிப்பிடுவதற்கான ஒரு நடைமுறையணுகுமுறை என்னவென்றால், அதுவும் மற்றொரு அணுவும் உடன்பிணைப்பு மூலம் ஒற்றைப்பிணைப்பால் பிணைந்திருக்கும் போது இரண்டுக்குமிடையான தொலைவை அளப்பது. இந்த அளவீட்டிலிருந்து தனிமத்தின் **உடன்பிணைப்பாரம்** என்பதை கணக்கிடலாம் சான்றாக, குளோரின்மூலக்கூறில் ஒற்றைப்பிணைப்பின் நீளம் 198 pm . இதில் பாதியளவான 99 pm ஐ குளோரின் அணுவாரமாக கொள்கிறோம். மாழைகளுக்கென நாம் **மாழையாரம்** என்பதை வரையறுக்கிறோம். ஒரு மாழைப்படிக்கத்தின் உள்ளிருக்கும் இரண்டு

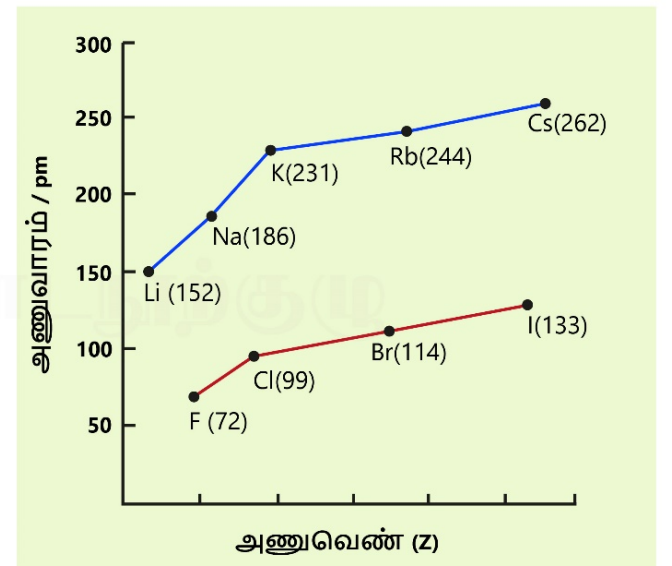
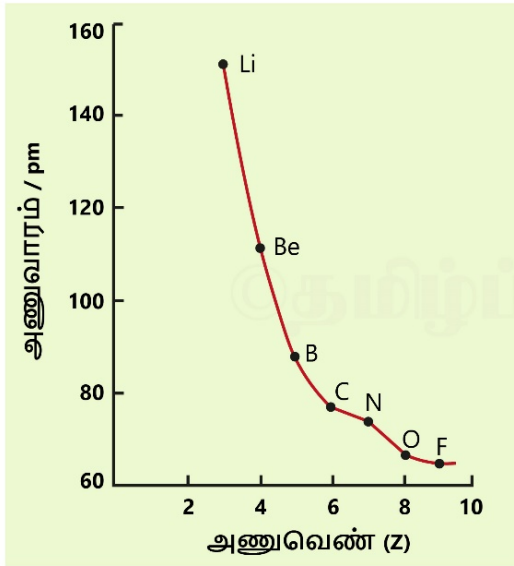
அணுக்கருக்களுக்கு இடையிலான தொலைவில் பாதியை மாழையாரமாக வரையறுக்கிறோம். சான்றாக, திண்மநிலையில் அடுத்தடுத்த இரண்டு செம்பணுக்களுக்கிடையான தொலைவு 256 pm. இதிலிருந்து செம்பின் மாழையாரம் 128 pm என தீர்மானிக்கிறோம்.

இந்நூலில், எளிமைக்காக, உடன்பிணைப்பாரத் துக்கும் மாழையாரத்துக்கும் **அணுவாரம்** என்ற ஒரு பொதுச்சொல்லை பயன்படுத்துகிறோம். ஊடுகதிர்கள் போன்ற நிறநிரன்முறைகளை பயன்படுத்தி அணுவாரங்களை அளவிடலாம்.

அட்டவணை 3.6 (அ) சீரொழுங்குகளின் குறுக்குவாட்டில் அணுவாரங்கள் (pm). (ஆ) ஒரு தொகுதியின் மேலிருந்து கீழாக அணுவாரங்கள் (pm).

அணு (சீரொழுங்கு II)	Li	Be	B	C	N	O	F
அணுவாரம்	152	111	88	77	74	66	64
அணு (சீரொழுங்கு III)	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
அணுவாரம்	186	160	143	117	110	104	99

அணு (தொகுதி I)	அணுவாரம்	அணு (தொகுதி II)	அணுவாரம்
Li	152	F	64
Na	186	Cl	99
K	231	Br	114
Rb	244	I	133
Cs	262	At	140



படம் 3.4 (அ) இரண்டாம் சீரொழுங்கின் குறுக்காக அணுவெண்ணைப்பொறுத்து அணுவாரத்தின் மாற்றம். (ஆ) காரமாழைகளிலும் உப்பாக்கிகளிலும் அணுவெண்ணைப்பொறுத்து அணுவாரத்தின் மாற்றம்.

சில தனிமங்களின் அணுவாரங்களை அட்டவணை 3.6 பட்டியலிடுகிறது. இரண்டு போக்குகள் வெளிப்படையாகின்றன. அணுக்கருவின் மின்மத்தாலும் எதிர்மின்னிகளின் ஆற்றன்மட்டங்களாலும் நாம் இந்த

போக்குகளை விளக்கலாம். படம் 3.4(அ)இல் இரண்டாம் சீரொழுங்கின் தனிமங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டியபடி, அணுவின் அளவு பொதுவாக ஒரு சீரொழுங்கின் குறுக்குவாட்டில் குறைகிறது. இது எதனால்? ஒரு சீரொழுங்கில்

வெளியெதிர்மின்னிகள் ஒரே பிணைவுமக் கூட்டிலுள்ளதாலும், அணுவெண் அதிகரிக்கும் போது விளைவுறு அணுக்கருமின்மம் அதிகமாவ தாலும் அணுக்கருவுக்கும் எதிர்மின்னிகளுக்கு மிடையான ஈர்ப்பு அதிகரிப்பதன் காரணமாகவே இது நிகழ்கிறது. சீரொழுங்கட்டவணையின் ஒரே தொகுதிக்குள் அணுவெண்ணைப் பொறுத்து அணுவாரம் படம் 3.4(ஆ)இல் காட்டியபடி ஒழுங்காக அதிகரிக்கிறது. காரமாழைகளின் தொகுதியிலும் உட்பாக்கிகளின் தொகுதியிலும் நாம் கீழிறங்கும்போது முதன்மைத்துணுக்கவெண் (n) அதிகரிக்கிறது. அப்போது பிணைவு எதிர்மின்னிகள் அணுக்கருவிலிருந்து இருக்கும் தொலைவும் அதிகரிக்கிறது; ஏனெனில் உள்ளாற்றன்மட்டங்களிலுள்ள எதிர்மின்னிகள் வெளியெதிர்மின்னிகளை அணுக்கருவின் ஈர்ப்பிலிருந்து கவசமிடுகின்றன. இதன் விளைவாக அணுவின் அளவு அதிகரித்து, அது அணுவாரத்தில் வெளிப்படுகிறது.

இங்கு நாம் மந்தவளிமங்களின் அணுவாரங்களை கருதவில்லை. தனித்த ஒற்றையணுக்களாக இருப்பதால் அவற்றின் பிணைப்பிலா ஆரங்கள் மிகவதிகம். உண்மையில், மந்தவளிம ஆரங்களை உடன்பிணைப்பாரங்களோடு ஒப்பிடாமல் வாண்டர் வால்சின் ஆரங்களுடனே ஒப்பிடவேண்டும்.

(ஆ) அயனியாரம்

அணுவிலிருந்து எதிர்மின்னிகளை நீக்குவதால் நேரயனியும் அணுவடன் எதிர்மின்னிகளை சேர்ப்பதால் எதிரயனியும் உருவாகின்றன. அயனிப்படிக்கங்களில் நேரனிகளுக்கும் எதிரயனிகளுக்குமுள்ள தொலைவுகளை அளப்பதன்மூலம் அயனியாரங்களை நாம் மதிப்பிடலாம். பொதுவாக, அயனியாரங்கள் அணுவாரங்களின் போக்கையே காட்டுகின்றன. ஒரு நேரயனி அதன் தாயணுவைவிட சிறிது. அணுக்கருமின்மம் மாறாமல் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை குறைவதால் இது நிகழ்கிறது. ஆனால் ஒரு எதிரயனி தாயணுவைவிட பெரிது. எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதால் அவற்றுக்கிடையான விலக்கல் அதிகரித்து விளைவுறு அணுக்கருமின்மம். குறைகிறது. சான்றாக, புளோரினணுவின் ஆரம் 64 pm என்றிருக்க, புளோரைடன் (F^-) அயனியாரம் 136 pm . அதே நேரத்தில் சோடியத்தின் அணுவாரமான 186 pm Na^+ அயனியின் ஆரமான 95 pm ஐ விட மிக அதிகம். $h\nu$

சில அணுக்களிலும் அயனிகளிலும் ஒரே எண்ணிக்கையான எதிர்மின்னிகள் இருக்கும் போது அவற்றை நாம் சமவெதிர்மின்னிய வேதியினங்கள் என்கிறோம். சான்றாக, O_2^- , F^- , Na^+ , Mg^{2+} ஆகிய அயனிகளில் பத்து எதிர்மின்னிகள் உள்ளன. மாறுபட்ட அணுக்கரு

மின்மங்களால் இவற்றின் ஆரங்கள் வேறுபடுகின்றன. அணுக்கருவுக்கும் எதிர்மின்னிகளுக்கு மிடையான ஈர்ப்பினால், அதிக அணுக்கருமின்மமுள்ள நேரயனிக்கு ஆரம் குறைவாகவும் குறைந்த அணுக்கருமின்மமுள்ள எதிரயனிக்கு ஆரம் அதிகமாகவும் இருக்கிறது.

சிக்கல் 3.5

கீழ்க்காணும் வேதியினங்களில் மீப்பெரு மளவானதும் மீச்சிற்றளவானதும் யாவை? Mg, Mg^{2+}, Al, Al^{3+} .

தீர்வு

ஒரு சீரொழுங்கின் குறுக்குவாட்டில் அணுவாரங்கள் குறைந்துகொண்டே செல்கின்றன. நேரயனிகள் தாயணுக்களைவிட சிறியவை. சமவெதிர்மின்னிய வேதியினங்களில் அதிக அணுக்கருமின்மமுள்ளதே குறைந்த ஆரமுள் எது. எனவே, மீப்பெரிய வேதியினம் Mg ; மீச்சிறியது Al^{3+} ஆக இருக்கவேண்டும்.

(இ) அயனியாதலகவெப்பம் ($\Delta_{\text{அய}H}$)

ஒரு தனிமத்தின் எதிர்மின்னியிழக்கும் நிகழ்போக்கை அயனியாதலகவெப்பம் என்ற மதிப்பால் அளவிடுகிறோம். வளிமநிலையிலுள்ள ஒரு தனியணுவின் (X) தரைநிலையிலிருந்து ஒரு எதிர்மின்னியை நீக்கத்தேவையான ஆற்றலை அது குறிக்கிறது. வேறுவிதமாகச் சொன்னால், ஒரு தனிமத்தின் முதல் அயனியாதலகவெப்பம் (3.1)ஆம் சமன்பாடு காட்டும் வேதிவினைக்கான அகவெப்ப மாற்றம் ($\Delta_{\text{அய}H}$).

$$X(\text{வ}) \rightarrow X^+(\text{வ}) + e \quad (3.1)$$

இங்கு, e ஒரு எதிர்மின்னியை குறிக்கிறது. வெப்பத்தை kJ mol^{-1} எனும் அலகுகளில் அளவிடுகிறோம். இரண்டாம் அயனியாதலகவெப்பத்தை இந்த அயனியிலிருந்து மற்றொரு எதிர்மின்னியை வெளியேற்றுவதற்குத்தேவையான ஆற்றலாக வரையறுக்கிறோம். அது (3.2)ஆம் சமன்பாட்டில் காட்டிய வேதிவினையை நிறைவேற்றத்தேவையான ஆற்றல்.

$$X^+(\text{வ}) \rightarrow X^{2+}(\text{வ}) + e \quad (3.2)$$

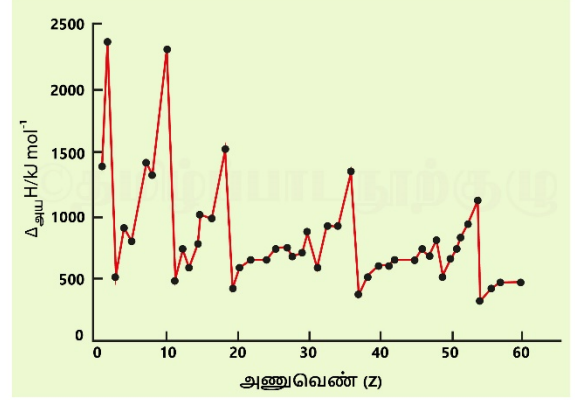
ஒரு அணுவிலிருந்து எதிர்மின்னிகளை வெளியேற்ற எப்போதும் ஆற்றல் தேவைப்படுவதால் அயனியாதலகவெப்பம் எப்போதும் நேர்மம். ஒரு நேர்ம மின்மமுள்ள அயனியிலிருந்து ஒரு எதிர்மின்னியை வெளியேற்றுவது நடுவ அணுவிலிருந்து வெளியேற்றுவதைவிட அதிகக்கடினம்; ஆதலால் இரண்டாவது அயனியாதலகவெப்பம் முதல் அயனியாதலகவெப்பத்தைவிட அதிகம். இவ்வாறே, மூன்றாம் அயனியாதலகவெப்பம் இரண்டாவதைவிட அதிகமாகவும், இன்ன பிறவாகவும் உள்ளன. அயனியாதலகவெப்பம் என்ற சொல்

அடையின்றி வந்தால் அது முதலாம் அயனியாதலகவெப்பத்தையே குறிக்கிறது.

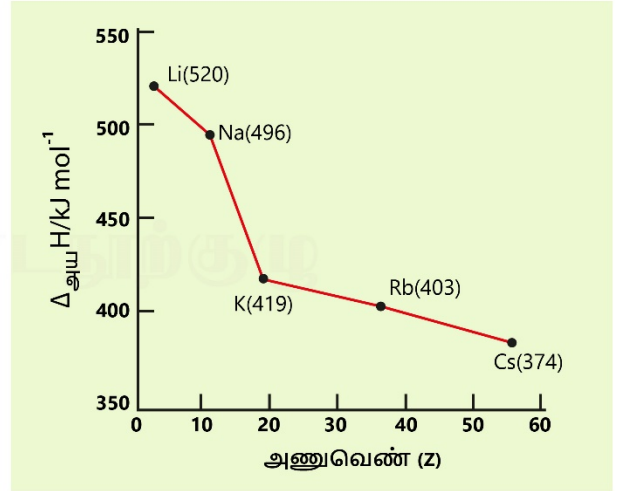
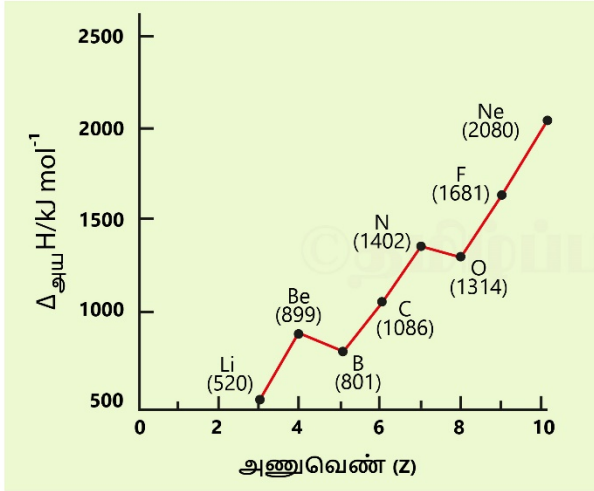
அணுவெண்கள் 60 வரையான தனிமங்களின் முதலாம் அயனியாதலகவெப்பங்களை படம் 3.5 காட்டுகிறது. வரைபடத்தின் சீரொழுங்கு முற்றிலும் குறிப்பிடத்தக்கது. மீப்பெருமங்களை மந்தவளிமங்களில் காண்கிறோம். மந்தவளிமங்களின் எதிர்மின்னிக் கூடுகள் முழுமையடைந்திருப்பதால் அவற்றின் எதிர்மின்னியமைவுவங்கள் மிகவும் நிலைப்பானவை. சிறுமங்களை காரமாழைகளில் காண்கிறோம். அவற்றின் குறைந்த அயனியாதலகவெப்பங்களை அதிக வேதிவினைமையுடன் தொடர்புறுத்தலாம். மேலும் இரண்டு போக்குகளை கவனிக்கலாம்.

பொதுவாக ஒரு சீரொழுங்கின் குறுக்காக முதலாம் அயனியாதலகவெப்பம் அதிகரிக்கிறது; ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்துகீழாக குறைகிறது. படம் 3.6 சீரொழுங்கட்டவணையின் இரண்டாம் சீரொழுங்கிலும் காரமாழைத் தொகுதியிலும் முதல் அயனியாதலகவெப்பங்களின் போக்குகளை காட்டுகிறது. அயனியாதலகவெப்பமும் அணுவாரமும் நெருங்கிய தொடர்புள்ள பண்புகள் என்பதை நீங்கள் உணரலாம். இப்போக்குகளை புரிந்துகொள்ள

நாம் இரண்டு காரணிகளை கருதவேண்டும். (i) அணுக்கருவுக்கும் எதிர்மின்னிகளுக்குமான ஈர்ப்பு (ii) எதிர்மின்னிகள் ஒன்றை யொன்று விலக்கல்.



படம் 3.5 1முதல் 60வரையான அணுவெண்களுள்ள தனிமங்களில் அணுவெண்ணைப்பொறுத்து அயனியாதலகவெப்பங்களின் மாறுபாடு.



படம் 3.6 (அ) இரண்டாம் சீரொழுங்குத்தனிமங்களில் முதலாம் அயனியாதலகவெப்பங்களின் (ΔஅயH) அணுவெண் (Z) சார்பு. (ஆ) காரமாழைகளில் ΔஅயHஇன் அணுவெண் (Z) சார்பு.

ஒரு பிணைவு எதிர்மின்னியை இடைப்பட்ட எதிர்மின்னிகள் அணுக்கருவிலிருந்து கவசமிடுவதால் பிணைவு எதிர்மின்னி எதிர்கொள்ளும் விளைவு அணுக்கருமின்மம் உண்மையான அணுக்கருமின்மத்தைவிட குறைவானது. சான்றாக, இலித்தியத்தில் (Li) 2sஎதிர்மின்னியை உள்ளக 1sஎதிர்மின்னிகள் அணுக்கருவிலிருந்து கவசமிடுகின்றன. இதன் விளைவாக, பிணைவு எதிர்மின்னி 3 + என்னும்

உண்மையான மின்மத்தைவிட குறைவான நிகர நேர்மின்மத்தை உணர்கிறது. பொதுவாக, முழுமையாக நிரம்பிய உட்கூடுகளிலுள்ள பரிதியங்கள் விளைவுவகையில் கவசமிடுகின்றன. காரமாழைகளில் இத்தகு சூழ்நிலை உள்ளது. இங்கு ஒரு மந்தவளிம எதிர்மின்னியமைவுவமான உள்வழும் அதையடுத்த மீவேளியக்கூட்டில் ஒற்றை ns எதிர்மின்னியும் இருக்கின்றன.

இலித்தியத்திலிருந்து (*Li*) புளோரின் வரை (*F*) இரண்டாம் சீரொழுங்கின் குறுக்காக நகரும்போது, அடுத்தடுத்த எதிர்மின்னிகள் ஒரே முதன்மைத் துணுக்கவெண்ணுள்ள பரிதிநங்கள் களில் சேர்வதால், உள்ளக எதிர்மின்னிகள் அணுக்கருவிலிருந்து அவற்றை கவசமிடுவது அணுக்கரு எதிர்மின்னியை ஈர்ப்பது அதிகரிக்கும்படிக்கு அதிகரிக்கவில்லை. அதாவது, ஒரு சீரொழுங்கின் குறுக்கில் அணுக்கருமின்மம் அதிகரிப்பது கவசமிடல் அதிகரிப்பதை மிகையீடுசெய்கிறது. இதன் விளைவாக மீவெளிய எதிர்மின்னிகளை அணுக்கரு பிடித்துவைக்கும் வலிமை அதிகரிக்கிறது. அதனால் அயனியாதலகவெப்பம் ஒரு சீரொழுங்கில் குறுக்காக அதிகரிக்கிறது. ஒரு தொகுதியில் கீழ்நோக்கி நகரும்போது அணுக்கருவிலிருந்து மீவெளிய எதிர்மின்னியின் தொலைவு அதிகரிப்பதால், அணுக்கருவிலிருந்து உள்ளக எதிர்மின்னிகளின் கவசமிடல் அதிகரிக்கிறது. இந்த வேற்றுமையில் கவசமிடலின் அதிகரிப்பு அணுக்கருமின்மத்தின் அதிகரிப்பை மிகையீடு செய்கிறது. எனவே தொகுதியில் கீழ்செல்லும்போது மீவெளிய எதிர்மின்னியின் நீக்கல் குறைந்த ஆற்றலுடன் நடைபெறுகிறது.

போரானில் (*B*; $Z = 5$) பெரிலியத்தைவிட (*Be*; $Z = 4$) அதிக அணுக்கருமின்மம் இருப்பினும், முதல் அயனியாதலகவெப்பம் சற்றே குறைவானது என்பதை படம் 3.6(அ)விலிருந்து காணலாம். அயனியாதலின்போது நீங்குவது பெரிலியத்திருந்து $2s$ எதிர்மின்னி; போரானிலிருந்து $2p$ எதிர்மின்னி. ஒரே முதன்மைத் துணுக்கமட்டத்தில் s எதிர்மின்னிமேகம் p யை விட அணுக்கருவின் அருகில் வருவதால், அணுக்கரு p எதிர்மின்னியைவிட s எதிர்மின்னியை அதிக ஆற்றலுடன் ஈர்க்கிறது; உள்ளக எதிர்மின்னிகள் s எதிர்மின்னியைவிட p எதிர்மின்னியை அதிகமாக கவசமிடுகின்றன. எனவே, போரானிலிருந்து ஒரு $2p$ எதிர்மின்னியை நீக்குவது பெரிலியத்திலிருந்து ஒரு $2s$ எதிர்மின்னியை நீக்குவதைவிட எளிது. இதனால் போரானின் முதல் அயனியாதலகவெப்பம் பெரிலியத்தைவிட குறைவானது.

ஆக்குசிசனின் முதல் அயனியாதலகவெப்பம் நைட்டிரசனைவிட குறைவாயிருப்பது மற்றொரு ஒழுங்கின்மை. நைட்டிரசனில் மூன்று $2p$ எதிர்மின்னிகளும் மூன்று வெவ்வேறு பரிதியங்களில் ஒற்றையாக நிரம்பியுள்ளன (உண்டின் விதி). ஆக்குசிசனிலுள்ள நான்கு $4p$ எதிர்மின்னிகளில் இரண்டு ஒரே பரிதியத்தில் சோடியாகவும், மற்ற இரண்டும் ஒற்றைகளாகவும் உள்ளன. இதனால் ஆக்குசிசனில் எதிர்மின்னிகளிடையான விலக்கல் அதிகமாகவுள்ளது. இதன் விளைவாக ஆக்குசிசனின்

சோடியிலிருந்து ஒரு எதிர்மின்னியை வெளியேற்றுவது நைட்டிரசனின் மூன்று எதிர்மின்னிகளிலிருந்து ஒன்றை வெளியேற்றுவதைவிட எளிது.

சிக்கல் 3.6

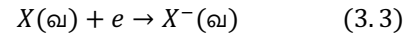
மூன்றாம் சீரொழுங்கின் தனிமங்களான சோடியம் (*Na*), மெகனீசியம் (*Mg*), சிலிக்கான் (*Si*) ஆகியவற்றின் முதல் அயனியாதலக வெப்பங்கள் ($\Delta_{\text{அய}}H$) முறையே 496, 737, 186 kJ mol^{-1} . அலுமினியத்தின் முதல் $\Delta_{\text{அய}}H$ மதிப்பு 575 kJ mol^{-1} இன் அருகில் இருக்குமா 760 kJ mol^{-1} இன் அருகில் இருக்கமா? விளக்குக.

தீர்வு

$\Delta_{\text{அய}}H$ இன் மதிப்பு 575 kJ mol^{-1} இன் அருகில் இருக்கவேண்டும். அதாவது, அலுமினியத்தின் மதிப்பு மெகனீசியத்தின் மதிப்பைவிட குறைவாயிருக்கவேண்டும்; ஏனெனில் $3p$ எதிர்மின்னிகளை $3s$ எதிர்மின்னிகள் அணுக்கருவிலிருந்து விளைவுறு வகையில் கவசமிடுகின்றன.

(ஈ) எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம்

வளிமநிலையிலுள்ள ஒரு நடுவ அணுவுடன் ஒரு எதிர்மின்னியை சேர்த்து எதிரயனியாக மாற்றும் வினைக்கான வெப்பமாற்றத்தை எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம் ($\Delta_{\text{எபெ}}H$) என்கிறோம். ஓரணு ஒரு எதிர்மின்னியை சேர்த்து எளிதில் எதிரயனியை தருகிறது. இவ்வினையை (3.3) ஆம் சமன்பாட்டால் குறிக்கிறோம்.



தனிமத்தைப்பொறுத்து, எதிர்மின்னியைச் சேர்க்கும் நிகழ்முறை வெப்பங்கொள்வதாகவோ வெப்பமுமிழ்வதாகவோ இருக்கலாம். பல தனிமங்களில் எதிர்மின்னி சேரும்போது ஆற்றல் வெளியிடப்படுவதால் எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம் எதிர்மமாயுள்ளது. சான்றாக, 17 ஆம் தொகுதித்தனிமங்கள் (உப்பாக்கிகள்) ஒரு எதிர்மின்னியை எடுத்துக்கொள்வதன்மூலம் நிலையான மந்தவளிமத்தின் எதிர்மின்னியமைவடிவங்களை அடைவதால், இவற்றின் எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பங்கள் மிக அதிகமான எதிர்மமானவை. இதன் மறுபக்கமாக, மந்தவளிமத்தனிமங்களில் வந்துசேரும் எதிர்மின்னி அடுத்த முதன்மைத்துணுக்கமட்டத்தை அடைந்து நிலைப்பற்ற எதிர்மின்னியமைவடிவங்களை பெறுவதால் அவற்றின் எதிர்மின்னிபெறுமவகவெப்பங்கள் மிக அதிகமான நேர்மமானவை. சீரொழுங்குடடவணையில் வலது மேற்பக்கத்தில் மந்தவளிமங்களுக்கு முன்பு இடம்பெறும் தனிமங்களுக்கு எதிர்மின்னி

பெறுமவகவெப்பங்கள் மிகப்பெரிய எதிர்ம மதிப்புள்ளவை என்பதை நோக்குக.

தனிமங்களின் எதிர்மின்னிபெறுமவகவெப்பங்களில் காணப்படும் மாற்றம் அயனியாதலக வெப்பங்களில் காணப்படும் மாற்றத்தின் அளவுக்கு அமைமுறையாக இல்லை. ஒரு பொதுவிதியாக, ஒரு சீரொழுங்கின் குறுக்காக அணுவெண் அதிகரிக்கும்போது எதிர்மின்னி பெறுமவகவெப்பம் அதிக எதிர்மமாகிறது. ஒரு சீரொழுங்கில் இடமிருந்து வலமாக விளைவுறு அணுக்கருமின்மம் அதிகரிப்பதால், சிறிய அட்டவணை 3.7 முதன்மைத்தொகுதிகளில் சில தனிமங்களின் எதிர்மின்னிபெறுமவகவெப்பங்கள்

($kJ mol^{-1}$)

தொகுதி I	$\Delta_{எபெ}H$	தொகுதி 16	$\Delta_{எபெ}H$	தொகுதி 17	$\Delta_{எபெ}H$	தொகுதி 18	$\Delta_{எபெ}H$
H	-73					He	+48
Li	-60	O	-141	F	-328	Ne	+116
Na	-53	S	-200	Cl	-349	Ar	+96
K	-48	Se	-195	Br	-325	Kr	+96
Rb	-47	Te	-190	I	-295	Xe	+77
Cs	-46	Po	-174	At	-270	Rn	+68

எனினும், ஆக்குசிசனின் எதிர்மின்னிபெறும வகவெப்பமும் புளோரினிடையதும் அவற்றுக்குப்பிற்தைய தனிமங்களைவிட குறைந்த எதிர்ம மதிப்புகளாக உள்ளன. ஏனெனில், ஒரு எதிர்மின்னி ஆக்குசிசனுடனோ புளோரினிடையதோ சேரும்போது அது சிறிய $n = 2$ எனும் துணுக்கமட்டத்தை அடைவதாலும், இம்மட்டத்திலுள்ள மற்ற எதிர்மின்னிகளிடமிருந்து குறிப்பிடத்தக்க விலக்கல் விசையை எதிர்கொள்வதாலும் இது நிகழ்கிறது. கந்தகத்திலும் (S) குளோரினிலும் (Cl) $n = 3$ எனும் துணுக்கமட்டத்தில் சேர்க்கப்படும் எதிர்மின்னி பெரிய வட்டாரவெளியில் இடம்பெறுவதால், எதிர்மின்னியிடை விலக்கல் மிகக்குறைவு.

சிக்கல் 3.7

கீழ் கொடுக்கப்பட்டவற்றுள் எதிர்மின்னி பெறுமவகவெப்பத்தின் மீப்பெரிய எதிர்ம மதிப்பும் மீச்சிறிய எதிர்மமதிப்பும் எவற்றுக்கு உள்ளன? விளக்குக.

P, S, Cl, F.

தீர்வு

சீரொழுங்கின் குறுக்கே இடமிருந்து வலமாக நகரும்போது எதிர்மின்னிபெறும வகவெப்பம் பொதுவாக அதிக எதிர்மமாகிறது. ஒரு தொகுதிக்குள் கீழ்நோக்கி நகரும்போது அது குறைந்த எதிர்மமாகிறது. ஆனால், 2pபரிதியத்தில் ஒரு எதிர்மின்னியை

அணுவில் வந்து சேரும் எதிர்மின்னி நேர்மமின்மமான அணுக்கருவின் அருகில் உள்ளதால் இச்சேர்க்கை எளிதாகிறது. ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக அணுவின் அளவு அதிகரிப்பதால் அணுக்கருவிலிருந்து எதிர்மின்னியின் தொலைவு அதிகரித்து எதிர்மின்னி பெறுமவகவெப்பம் அதிகரிக்கவேண்டும் (குறைந்த எதிர்மமாகவேண்டும்) என்று எதிர்பார்ப்போம். பொதுவாக இவ்வாறே உள்ளது (அட்டவணை 3.7)

சேர்ப்பது பெரிய 3pபரிதியத்தில் சேர்ப்பதைவிட அதிகமான விலக்கலை விளைவிக்கிறது. எனவே, எதிர்மின்னிபெறும வகவெப்பத்தின் மீப்பெரிய எதிர்ம மதிப்பு குளோரினுக்கும் மீச்சிறிய எதிர்ம மதிப்பு பாசுபரசுக்கும் இருக்கின்றன.

(உ) மின்னெதிர்மை

பல உடன்பிணைப்பிலுள்ள எதிர்மின்னிகளை பிணையும் அணுக்கள் சமமாக பகிர்வதில்லை. எதிர்மின்னிமுகில் அதிகமாயிருக்கும் அணுவுக்கு அதிக மின்னெதிர்மை இருப்பதாக சொல்கிறோம். மின்னெதிர்மை அயனியாதலையும் எதிர்மின்னி பெறுமவகவெப்பத்தையும்போல் அளக்கக்கூடியதன்று. எனினும், இதற்கு பல எண்கணிப்ப அளவங்கள் இருக்கின்றன. பாலிங்களவம், மல்லிக்கன்சாபேயளவம், (மல்லிக்கனும் சாபேயும்) ஆல்பிரடி ராச்சோவளவம் (ஆல்பிரடும் இராச்சோவும்) ஆகியவற்றை அறிவியலர்கள் வளராக்கியுள்ளனர். இவற்றுள் பரவலாக பயன்படுவது பாலிங்களவம். ஒரு அமெரிக்க அறிவியலரான இலைசு பாலிங்கு 1922இல் புளோரினின் மின்னெதிர்மைக்கு 4.0 என்ற மதிப்பை ஒதுக்கினார். ஏனெனில் எதிர்மின்னியை மீப்பெருமளவில் ஈர்க்கும் தன்மையுள்ளதாக புளோரினை அனைவரும் கருதினர். சில தனிமங்களுக்கான மின்னெதிர்மைகளை அட்டவணை 3.8 (a) தருகிறது.

ஒரு தனிமத்தின் மின்னெதிர்மை மாறிலியன்று. அது பிணைந்திருக்கும் மற்ற

தனிமத்தைப்பொறுத்தது. அளவிடவியலாத தெனினும், இது ஒரு அணுச்சோடியை பிணைக்கும் விசையின் இயல்பை அளவிடும் ஒரு வழியை தருகிறது. இதைப்பற்றி நீங்கள் பின்பு படிப்பீர்கள்.

பொதுவாக, ஒரு சீரொழுங்கில் இடவலமாக மின்னெதிர்மை அதிகரிக்கிறது. சான்றாக, இலித்தியத்திலிருந்து புளோரினுக்குச்செல்லும் போது அதிகரிக்கிறது. ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்துகீழே குறைகிறது. சான்றாக புளோரினிலிருந்து அசட்டாட்டினுக்கு நகரும்போது குறைகிறது.

அட்டவணை 3.8 (அ) சீரொழுங்குகளின் குறுக்காக மின்னெதிர்மை (பாலிங்களவம்). (ஆ) தொகுதிகளின் மேலிருந்து கீழாக மின்னெதிர்மை (பாலிங்களவம்).

அணு (சீரொழுங்கு II)	Li	Be	B	C	N	O	F
மின்னெதிர்மை	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
அணு (சீரொழுங்கு III)	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
மின்னெதிர்மை	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0

அணு (தொகுதி I)	மின்னெதிர்மை	அணு (தொகுதி 17)	மென்னெதிர்மை
Li	1.0	F	4.0
Na	0.9	Cl	3.0
K	0.8	Br	2.8
Rb	0.8	I	2.5
Cs	0.7	At	2.2

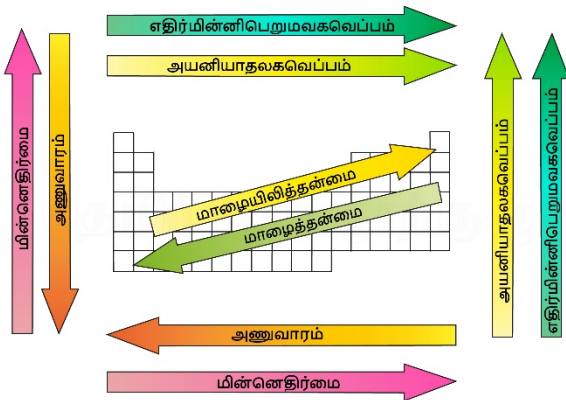
ஒரு சீரொழுங்கில் இடவலமாக குறைவதும் ஒரு தொகுதியில் கீழ்நோக்கி கூடுவதுமான அணுவாரங்களுடன் மின்னெதிர்மையை தொடர்புறுத்த இயலுமா? ஒரு சீரொழுங்கில் அணுவாரம் குறையும்போது வெளிப்பிணைவும எதிர்மின்னிகளுக்கும் அணுக்கருவுக்குமான ஈர்ப்பு அதிகரிக்கிறது; மின்னெதிர்மையும் அதிகரிக்கிறது. இதே காரணத்தால் தொகுதியில் மேலிருந்துகீழாக அணுவாரம் அதிகமாவதால் மின்னெதிர்மை குறைகிறது. [அட்டவணை 3.8(ஆ)]. இப்போக்கு அயனியாதலகவெப்பத்தின் போக்கைப்போன்றது.

அணுவாரத்துக்கும் மின்னெதிர்மைக்கு மிடையான தொடர்பை அறிந்தபின் மின்னெதிர்மைக்கும் அன்மாழைப்பண்புகளுக்குமிடையான தொடர்பை மனங்காணலாமா? அன்மாழைத்தனிமங்கள் எதிர்மின்னிகளை பெறுவதற்கு வலுவான நிகழ்போக்கு இருக்கிறது. எனவே அன்மாழைத்தனிமங்களின் பண்புகளுடன் மின்னெதிர்மை நேரடியாக தொடர்புள்ளது. இதையே, தனிமங்களின் மாழைப்பண்புகள் மின்னெதிர்மையுடன் புரட்டுத்தொடர்புள்ளது எனலாம். இவ்வாறு, ஒரு சீரொழுங்கின் குறுக்கே மின்னெதிர்மை அதிகரிக்கும்போது தனிமங்களின் அன்மாழைப்பண்புகள் அதிகரிப்பதும் (அதாவது, மாழைப்பண்புகள் குறைவதும்) நிகழ்கிறது. அதைப்போலவே ஒரு தொகுதியின் கீழாக மின்னெதிர்மை குறையும்போது தனிமங்களின் அன்மாழைப்பண்புகள் குறைவதும் (அதாவது, மாழைப்பண்புகள் அதிகரிப்பதும்) நிகழ்கிறது.

படம் 3.7 மேற்கூறிய எல்லாப்போக்குகளையும் சுருங்கவுரைக்கிறது.

3.7.2 வேதிப்பண்புகளில் சீரொழுங்குப்போக்குகள்

வேதிப்பண்புகளில் காணப்படும் மூலை விட்டவுறவு, மந்தச்சோடிவிளைவு, இலாந்தன வளையக்குறுக்கவிளைவு போன்ற பெரும்பான்மையான போக்குகளை பின்வரும் அலகுகளில்



படம் 3.7 சீரொழுங்கட்டவணையில் தனிமங்களின் சீரொழுங்குப்போக்குகள்

ஒவ்வொரு தொகுதியையும்பற்றிய உரையளித்த லில் காணலாம். இந்தப்பகுதியில் பிணைவும நிலைகளில் தனிமங்களின் சீரொழுங்கையும் இலித்தியம்முதல் புளோரின்வரையிலான இரண்டாம் சீரொழுங்குத்தனிமங்களின் மாற்றொழுங்கையும் கற்போம்.

(அ) பிணைவும நிலைகளில் அதாவது ஆக்குசேற்ற நிலைகளில் சீரொழுங்கு

தனிமங்களின் மிகச்சிறப்பியல்பான பண்பு பிணைவுமம். இதனை அவற்றின் எதிர்மின்னி யமைவடிவங்களால் புரிந்துகொள்ளலாம். ஒரு தனிமத்தின் பிணைவுமம் பொதுவாக (கட்டாய மில்லை) மீவெளியப்பரிதியத்திலுள்ள எதிர்மின் னிகளின் எண்ணிக்கைக்கோ எட்டிலிருந்து அதை கழித்த எண்ணிக்கைக்கோ சமமாகிறது; சில நேரங்களில் இரண்டு எண்களும் பிணைவுமமாக தோன்றுகின்றன. இதை கீழே விவரமாக காண்போம்.

இப்போதெல்லாம் பிணைவுமத்துக்குப் பதிலாக ஆக்குசேற்றநிலை என்ற சொல் பயன்படுகிறது. OF_2 , Na_2O என்ற இரண்டு ஆக்குசுசீரம்ங்களை கருதுக. இவற்றிலுள்ள மூன்று தனிமங்களின் மின்னெதிர்மை $F > O > Na$ என்ற முறைமையில் இருக்கிறது. OF_2 மூலக்கூறில் ஒவ்வொரு புளோரினனுவுக்கும் $2s^2 2p^5$ என்ற வெளியெதிர் மின்னியமைவடிவம் உள்ளதால், ஆக்குசுசீரம் ஒரு எதிர்மின்னியை பகிர்கிறது. மீயதிக மின்னெதிர்மையான புளோரினுக்கு -1 என்ற ஆக்குசேற்றநிலையை தருகிறோம். $2s^2 2p^4$ என்ற வெளியெதிர்மின்னி யமைவடிவமுள்ள ஆக்குசுசீரம் இம்மூலக்கூறி லுள்ள இரண்டு புளோரினனுக்களுடன் இரண்டு எதிர்மின்னிகளை பகிரவதன்மூலம் (ஒவ்வொரு F அணுவுடனும் ஒரு எதிர்மின்னி) $+2$ எனும்

ஆக்குசேற்றநிலையை காட்டுகிறது. Na_2O மூலக் கூறில் அதிக மின்னெதிர்மையுள்ள ஆக்குசுசீரம் இரண்டு எதிர்மின்னிகளை (ஒவ்வொரு சோடியத்திலிருந்தும் ஒரு எதிர்மின்னியை) பெற்று -2 என்ற ஆக்குசேற்றநிலையை காட்டுகிறது. அதேநேரத்தில் $3s^1$ என்ற எதிர்மின்னியமைவடிவமுள்ள சோடியம் ஒரு எதிர்மின்னியை ஆக்குசுசீரம்னுக்கு இழப்பதால் $+1$ எனும் ஆக்குசேற்ற நிலையை பெறுகிறது. இவ்வாறு, ஒரு சேர்மத்திலுள்ள தனிமத்தின் ஆக்குசேற்ற நிலையை மூலக்கூறிலுள்ள மற்ற அணுக்களின் மின்னெதிர்மைகளை கருதுவதன் அடிப்படையில் அதன் அணு பெற்றடையும் மின்மமாக வரையறுக்கலாம்.

சிக்கல் 3.8

சீரொழுங்கட்டவணையை பயன்படுத்தி கீழ்க்காணும் தனிமச்சோடிகள் உருவாக்கும் சேர்மங்களின் வாய்ப்பாடுகளை முன்னறிக்க:

(i) சிலிக்கானும் புரோமினும் (ii) அலுமினியமும் கந்தகமும்.

தீர்வு

(i) 14ஆம் தொகுதித்தனிமமான சிலிக்கா னின் பிணைவுமம் 4. உப்பாக்கிக்கும்பத் தைச்சேர்ந்த புரோமினின் பிணைவுமம் 1. எனவே சிலிக்கானும் புரோமினும் சேர்ந்த உருவாக்கும் மூலக்கூறின் வாய்ப்பாடு $SiBr_4$.

(ii) பதின்மூன்றாம் தொகுதியிலுள்ள அலுமினியத்தின் பிணைவுமம் 3. கந்தகம் பதினாறாம் தொகுதியிலுள்ளதால் அதன் பிணைவுமம் 2. எனவே உருவாகும் சேர்மத்தின் வாய்ப்பாடு Al_2S_3 .

தொகுதி	1	2	13	14	15	16	17	18
பிணைவும எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை	1	2	3	4	5	6	7	8
பிணைவுமம்	1	2	3	4	3.5	2.6	1.7	0.8

அட்டவணை 3.9 சேர்மங்களின் வாய்ப்பாடுகள் காட்டும் தனிமப்பிணைவுமங்களில் சீரொழுங்குப்போக்குகள்

தொகுதி	1	2	13	14	15	16	17
ஐதரைடின் வாய்ப்பாடு	LiH NaH KH	CaH_2	B_2H_3 AlH_3	CH_4 SiH_4 GeH_4 SnH_4	NH_3 PH_3 AsH_3 SbH_3	H_2O H_2S H_2Se H_2Te	HF HCl HBr HI

ஆக்குசைடின் வாய்ப்பாடு	Li_2O	MgO	B_2O_3	CO_2	N_2O_3, N_2O_5	–	–
	Na_2O	CaO	Al_2O_3	SiO_2	P_4O_6, P_4O_{10}	SO_3	Cl_2O_7
	K_2O	SrO	Ga_2O_3	GeO_2	As_2O_3, As_2O_5	SeO_3	–
		BaO	In_2O_3	SnO_2	Sb_2O_3, Sb_2O_5	TeO_3	–
				PbO_2	$Bi_2O_3,$	–	–

ஐதரைடுகளிலும் ஆக்குசைடுகளிலுமுள்ள தனிமங்களின் பிணைவுமங்களில் காணப்படும் சில சீரொழுங்குப்போக்குகளை அட்டவணை 3.9 காட்டுகிறது. தனிமங்களின் வேதிநடத்தைகளில் நிகழும் இதுபோன்ற மற்றைய சீரொழுங்குப்போக்குகளை இந்நூலில் மற்றப்பகுதிகளில் உரையளிக்கிறோம்.

பல தனிமங்கள் மாறுபட்ட பிணைவுமங்களை காட்டுகின்றன. இதை முக்கியமாக இடைத்தனிமங்களிலும் ஆட்டினியவனையங்களிலும் காண்கிறோம். இவற்றைப்பற்றி பின்பு படிப்போம்.

(ஆ) இரண்டாம் சீரொழுங்குத்தனிமங்களின் மாற்றொழுங்குப்பண்புகள்

முதல் தொகுதி (இலித்தியம்), இரண்டாம் தொகுதி (பெரில்லியம்), 13முதல் 17வரையான தொகுதிகள் (போரானிலிருந்து புளோரின்வரை) ஆகியவற்றில் முதல் தனிமங்கள் தம் தொகுதிகளிலுள்ள மற்ற தனிமங்களிலிருந்து பலவழிகளில் மாறுபடுகின்றன.

சான்றாக, இலித்தியம் மற்ற காரமாழைகளைப்போலன்றியும், பெரில்லியம் மற்ற காரமண்மாழைகளைப்போலன்றியும் குறிப்பிடத்தக்க உடன்பிணைப்புத்தன்மையுள்ள சேர்மங்களை உண்டாக்குகின்றன; இவற்றைத்தவிர மற்றத்தனிமங்கள் அயனிச்சேர்மங்களை அதிகமாக உண்டாக்குகின்றன. உண்மையில் இலித்தியமும் பெரில்லியமும் தமக்கு அடுத்த தொகுதிகளிலுள்ள இரண்டாம் தனிமங்களுடன் ஒப்புமையுள்ளவை; அதாவது இலித்தியம் மெக்னீசியத்தைப்போலவும் பெரில்லியம் அலுமினியத்தைப்போலவும் நடத்தையுள்ளவை. சீரொழுங்குப்பண்புகளிலுள்ள இத்தகைய உறவை மூலைவிட்டவுறவு என்று அழைக்கிறோம்.

s, p கட்டங்களிலுள்ள தொகுதிகளில் முதல் தனிமங்களுக்கு அதே தொகுதியின் மற்றத் தனிமங்களிலிருந்து மாறுபட்ட வேதிப்பண்புகள் இருப்பதன் காரணம் என்ன? இந்த மாற்றொழுங்கான நடத்தைக்கு அவற்றின் சிறிய அளவும் பெரிய மின்மாரவிகிதமும் (மின்மம்/ஆரம்) அதிக மின்னெதிர்மையும் பொறுப்பாகின்றன. மேலும், தொகுதியின் முதல் தனிமத்தில் பிணைப்புக்காக $2s, 2p$ ஆகிய

நான்கு பிணைவுமப்பரிதியங்களே உள்ளன. ஆனால், தொகுதியின் இரண்டாவது உறுப்பினர்களில் ஒன்பது பரிதியங்கள் உள்ளன ($3s, 3p, 3d$). இதன் விளைவாக, ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் முதல் தனிமத்தின் மீப்பெரும உடன்பிணைவுமம் 4; மற்ற உறுப்பினர்கள் தங்கள் பிணைவுமக்கூடுகளை விரிவாக்கி 4 எதிர் மின்னிச்சோடிகளைவிட அதிகமான சோடிகளை தங்கவைக்க இயலும். சான்றாக, போரான் $[BF_4]^{-1}$ ஐ மட்டுமே உருவாக்கலாம்; ஆனால், அலுமினியம் $[AlF_6]^{3-}$ ஐ உருவாக்குகிறது.

மேலும், p கட்டத்தில் ஒரு தொகுதியின் முதல் தனிமத்துக்கு தன் பல அணுக்களுக்கிடையிலும் மற்ற p கட்டத்தனிமங்களுடனும் $p\pi - p\pi$ பன்மப்பிணைப்புகளை உருவாக்கும் இயன்மை அதிகம். $C = C, C \equiv C, N = N, N \equiv N, C = O, C = N, C \equiv N$ ஆகியவை சான்றுகள். தொகுதியிலுள்ள மற்ற தனிமங்களுக்கு இந்த அளவுக்கு இத்தன்மை இல்லை. முதல் தனிமத்தின் கீழுள்ளவற்றில் இந்த தன்மை அந்த அளவுக்கு காணப்படுவதில்லை.

பண்புகள்	தனிமங்கள்		
மாழையாரம் M / pm	Li	Be	B
	152	111	88
	Na	Mg	Al
அயனியாரம் $M + / pm$	186	160	143
	Li	Be	
	76	31	
	Na	Mg	
	102	72	

சிக்கல் 3.9

$[AlCl(H_2O)_5]^{2+}$ இல் அலுமினியத்தின் ஆக்குசேற்றநிலையும் உடன்பிணைவுமையும் ஒன்றா?

தீர்வு

இல்லை. அலுமினியத்தின் ஆக்குசேற்றநிலை +3. அதன் உடன்பிணைவுமை 6.

3.7.3 சீரொழுங்குப்போக்குகளும் வேதிவினையமும்

அணுவாரங்கள், அயனியாரங்கள், அயனியாதலகவெப்பம், எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம், பிணைவுமம் போன்ற சில அடிப்படைப்பண்புகளில் சீரொழுங்குப்போக்குகளை கற்றறிந்தோம். இந்த சீரொழுங்குக்கு எதிர்மின்னியமைவடிவத்துடன் உறவு இருப்பதை இப்போது அறிகிறோம். அதாவது, எல்லா இயற்பண்புகளும் வேதிப்பண்புகளும் தனிமங்களின் எதிர்மின்னியமைவடிவத்தின் துலக்கங்கள். இந்த அடிப்படைப்பண்புகளுக்கும் தனிமங்களின் வேதிவினையத்துக்குமான உறவுகளை இப்போது காண்போம்.

பொதுவாக சீரொழுங்கில் இடமிருந்து வலமாக நகரும்போது அணுவாரங்களும் அயனியாரங்களும் குறைவதை நாம் அறிவோம். அதன் விளைவாக, அயனியாதலகவெப்பங்கள் பொதுவாக அதிகரிக்கின்றன. (பகுதி 3.7.1(அ)இல் குறித்துள்ளபடி சில விதிவிலக்குகள் உள்ளன). எதிர்மின்னிபெறும வகவெப்பங்கள் ஒரு சீரொழுங்கிலே இடவலமாக அதிக எதிர்மமாகின்றன. வேறுவிதமாகச்சொன்னால், ஒரு சீரொழுங்கில் இடது நுனியிலுள்ள தனிமத்தின் அயனியாதலகவெப்பமே மீச்சிறியது; வலது நுனியிலுள்ள தனிமத்தின் எதிர்மின்னிபெறுமவகவெப்பமே மீப்பெரிய எதிர்மமதிப்புள்ளது. (குறிப்பு: முழுமையாக நிரம்பிய மந்தவளிமங்களின் எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பங்கள் நேர்மம்). இதன் விளைவாக வேதிவினையம் இரு நுனிகளிலும் அதிகமாகவும் நடுவில் குறைவாகவும் உள்ளது.

இவ்வாறாக, மீயதிக வேதிவினையங்கள் இடது நுனியிலுள்ள காரமாழைகள் ஒரு எதிர்மின்னியிழப்பால் நேரயனியாவதாலும் வலது நுனியிலுள்ள உப்பாக்கிகள் ஒரு எதிர்மின்னிப்பெறுமத்தால் எதிரயனியாவதாலும் ஏற்படுகின்றன. இப்பண்பு தனிமங்களின் ஆக்குசேற்றத்துடனும் ஆக்குசிறக்கத்துடனும் தொடர்புள்ளது. இதைப்பற்றி நீங்கள் பின்னர் படிப்பீர்கள். இங்கு, அதை தனிமங்களின் மாழையியல்புகளுடனும் அன்மாழையியல்புகளுடனும் நேரடியாக தொடர்புறுத்தலாம். ஒரு சீரொழுங்கில் இடது நுனியில் உச்சத்திலுள்ள மாழைப்பண்பு இடவலமாக குறைந்து அன்மாழைப்பண்பு அதிகரிக்கிறது. ஒரு தனிமத்தின் வேதிவினையத்தை அது ஆக்குசிசனுடனும் உப்பாக்கிகளுடனும் புரியும் வினைகளால் அறியலாம். இங்கு ஆக்குசிசனுடனான வினைகளை மட்டும் கருதுவோம். ஒரு சீரொழுங்கின் இரண்டு நுனிகளிலுமுள்ள தனிமங்கள் எளிதாக ஆக்குசிசனுடன் சேர்ந்து ஆக்குசைடுகளை உருவாக்குகின்றன. சீரொழுங்கில் இடதுநுனியிலுள்ள தனிமம் உருவாக்கும் ஆக்குசைட்டுக்கு மீயதிக காரத்தன்மையும் வலதுநுனியிலுள்ள

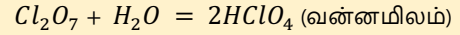
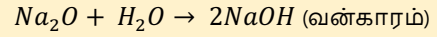
தனிமத்தின் ஆக்குசைட்டுக்கு மீயதிக அமிலத்தன்மையும் உள்ளன. Na_2O , Cl_2O_7 ஆகியவை சான்றுகள். இடையிலுள்ள தனிமங்களின் ஆக்குசைடுகள் இருமிரமாகவோ நடுவமாகவோ உள்ளன. இருமிர ஆக்குசைடுகள் அமிலங்களுடன் காரமாகவும் காரங்களுடன் அமிலமாகவும் செயலாற்றுகின்றன. ஆனால் இடைம ஆக்குசைட்டுக்கு காரப்பண்போ அமிலப்பண்போ இல்லை.

சிக்கல் 3.10

நீருடன் புரியும் வினைகளை பயன்படுத்தி Na_2O ஒரு கார ஆக்குசைடு எனவும் Cl_2O_7 ஒரு அமில ஆக்குசைடு எனவும் காட்டுக.

தீர்வு

நீருடன் Na_2O ஒரு வன்காரத்தையும், Cl_2O_7 ஒரு வன்னமிலத்தையும் தருகின்றன.



கரைசல்களின் காரத்தன்மையையும் அமிலத்தன்மையையும் ஒரு பாசிச்சாயத்தாளால் சோதித்தறியலாம்.

இடைமாழைகளில் (3dதொடர்) ஒரு சீரொழுங்கின் குறுக்கே அணுவாரங்கள் மாறுவதன் அளவு முகனத்தொகுதித்தனிமங்களில் மாறும் அளவைவிட குறைவு. உள்ளிடைமாழைகளில் (4fதொடர்) மேலும் குறைவு. இடைமாழைகளின் அயனியாதலகவெப்பங்கள் sகட்டத்தின் மதிப்புகளுக்கும் pகட்டத்தின் மதிப்புகளுக்கும் இடையிலுள்ளன. இதன் பின்விளைவாக, அவற்றுக்கு முதல் தொகுதியிலும் இரண்டாம் தொகுதியிலுமுள்ள மாழைகளைவிட குறைந்த மின்னேர்மை உள்ளது.

ஒரு தொகுதியில், அணுவெண் அதிகரிக்கும் போது அணுவாரங்களும் அயனியாரங்களும் அதிகரிப்பதன் விளைவாக, அயனியாதலகவெப்பம் படிப்படியாக குறைகிறது; முகனத்தொகுதித்தனிமங்களில் [3.7.1(ஈ)இல் காட்டியபடி, மூன்றாம் சீரொழுங்கிலுள்ள சில தனிமங்கள் விதிவிலக்காயிருக்க] எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பமும் சீராக குறைகிறது. இவ்வாறு ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்துகீழ் மாழைத்தன்மை அதிகரித்து அன்மாழைத்தன்மை குறைகிறது. இப்போக்கினை நீங்கள் பின்பு கற்கப்போகும் ஆக்குசேற்றயிறக்கப்பண்புடன் தொடர்புறுத்தலாம். ஆனால், இடைத்தனிமங்களின் வேற்றுவத்தில், ஒரு புரட்டுப்போக்கை காண்கிறோம். இதை அணுவின் அளவினாலும் அயனியாதலகவெப்பத்தினாலும் விளக்கலாம்.

சுருக்கவுரை

சீரொழுங்கட்டவணையும் சீரொழுங்குவிதியும் வளரானதைப்பற்றி கற்றீர்கள். மெஞ்சலீவின் சீரொழுங்கட்டவணை அணுநிறைகளின் அடிப்படையில் எழுந்தது. புதுக்காலச்சீரொழுங்கட்டவணையில் தனிமங்களை அவற்றின் அணுவெண்களின் முறைமையில் 18 தொகுதிகளும் 7 சீரொழுங்குகளுமாக அடுக்குகிறோம். அணுவெண்கள் ஒரு சீரொழுங்கில் அடுத்தடுத்தும் ஒரு தொகுதியில் ஒரு சீரொழுங்குடனும் அதிகரிக்கின்றன. ஒரே தொகுதியிலுள்ள தனிமங்களின் பிணைவுமக்கூட்டில் ஒத்த எதிர்மின்னியமைவடிவம் இருக்கிறது. எனவே அவற்றின் வேதிப்பண்புகள் ஒத்திருக்கின்றன. ஆனால், ஒரு சீரொழுங்கில் இடமிருந்து வலமாக எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதால், பிணைவுமங்கள் மாறுபடுகின்றன. எதிர்மின்னியமைவடிவங்களின் அடிப்படையில் சீரொழுங்கட்டவணையில் நான்கு விதமான தனிமங்களை நாம் அடையாளங்காணலாம். அவற்றை **sகட்டம், pகட்டம், dகட்டம், fகட்டம்** என்கிறோம். **ஐதரசன்** 1sபரிதியத்தில் ஒரேயொரு எதிர்மின்னியுடன் சீரொழுங்கட்டவணையில் ஒரு ஒருத்துவமான இடத்தை பெறுகிறது. நாமறிந்த தனிமங்களில் 78 நூற்றுவீதம் **மாழைகள்**. சீரொழுங்கட்டவணையின் மேற்பக்கத்தில் 20க்கும் குறைவான அன்மாழைகள் உள்ளன. மாழைகளுக்கும் அன்மாழைகளுக்கும்மிடையில் **மாழையனையங்கள்** உள்ளன. ஒரு தொகுதியில் அணுவெண் அதிகரிக்கும் போது மாழைத்தன்மை அதிகரிக்கிறது; ஒரு சீரொழுங்கில் இடவலமாக குறைகிறது. அணுவெண்களைப்பொறுத்து தனிமங்களின் இயற்பண்புகளும் வேதிப்பண்புகளும் ஒரு ஒழுங்குமுறையில் மாறுகின்றன.

அணுவளவு, அயனியாதலகவெப்பம், எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம், மின்னெதிர்மை, பிணைவுமம் ஆகியவற்றில் சீரொழுங்குப்போக்கினை காண்கிறோம். ஒரு சீரொழுங்கில் இடமிருந்து வலமாக அணுவாரங்கள் குறைகின்றன; ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக அதிகரிக்கின்றன. அயனியாதலகவெப்பங்கள் பொதுவாக ஒரு சீரொழுங்கின் குறுக்காக கூடுவதையும் ஒரு தொகுதியின் கீழாக குறைவதையும் காண்கிறோம். மின்னெதிர்மையும் இதைப்போன்ற ஒழுங்கை காட்டுகிறது. பொதுவாக, எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம் ஒரு சீரொழுங்கில் இடமிருந்து வலமாக அதிக எதிர்மமாகவும், ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக குறைந்த எதிர்மமாகவும் மாறக்காண்கிறோம். பிணைவுமத்தில் சிறிது சீரொழுங்கு உள்ளது. முகனத்தொகுதித்தனிமங்களில், பிணைவுமம் மீவெளியப்பரிதியங்களிலுள்ள எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கைக்கோ எட்டிலிருந்து அந்த எண்ணிக்கையை கழித்ததற்கோ சமமாகிறது. **வேதிவினையம்** ஒரு சீரொழுங்கின் இரண்டு நுனிகளிலும் அதிகமாகவும் இடையில் குறைந்தும் உள்ளது. இடது நுனியிலுள்ள தனிமங்கள் எதிர்மின்னியை எளிதில் இழப்பதால் (குறைந்த அயனியாதலகவெப்பம்) வேதிவினையம் அதிகம்.

அதிவேதிவினையமுள்ள தனிமங்கள் இயற்கையில் தூய நிலையில் கிடைப்பதில்லை. அவை சேர்ம நிலையிலே கிடைப்பது வழக்கம். இடப்பக்கத்தனிமங்களின் ஆக்குசைடுகள் காரத்தன்மையும் வலதுபக்கத்தனிம ஆக்குசைடுகள் அமிலத்தன்மையும் உள்ளவை. இடையிலுள்ள தனிமங்களின் ஆக்குசைடுகள் இருமிரமாகவோ நடுவமாகவோ உள்ளன.

பயிற்சிகள்

- 3.1. சீரொழுங்கட்டவணையை ஒருங்கமைப்பதில் அடிப்படைத்தலைப்புரு என்ன?
- 3.2. தனிமங்களை வகைப்படுத்த தன் சீரொழுங்கட்டவணையில் எந்த முக்கியமான பண்பினை மெஞ்சலீவு பயன்படுத்தினார்? அவர் அதில் நிலைத்து நின்றாரா?
- 3.3. புதுக்காலச்சீரொழுங்குவிதிக்கும் மெஞ்சலீவின் சீரொழுங்குவிதிக்குமிடையில் அணுகுமுறையின் அடிப்படையில் என்ன வேறுபாடு?
- 3.4. ஆறாம் சீரொழுங்கில் 32 தனிமங்கள் இருக்கவேண்டும் என்பதை துணுக்கவெண்களின் அடிப்படையில் விளக்குக.
- 3.5. அணுவெண் (Z) 114 உள்ள தனிமத்துக்கு எந்த சீரொழுங்கிலும் தொகுதியிலும் இடமொதுக்குவோம்?

- 3.6. சீரொழுங்கட்டவணையின் மூன்றாவது சீரொழுங்கில் 17ஆம் தொகுதியிலுள்ள தனிமத்தின் அணுவெண்ணை எழுதுக.
- 3.7. கீழ்க்கண்ட அமைப்புகளின் அடிப்படையில் எந்தத்தனிமங்களுக்கு பெயரிட்டிருக்கலாம்?
- இலாரன்சு பெருக்கிளி சோதனைக்கூடம்
 - சீபோர்கின் குழு
- 3.8. ஒரே தொகுதியிலுள்ள தனிமங்களுக்கு ஒத்த இயற்பண்புகளும் வேதிப்பண்புகளும் ஏன் இருக்கின்றன?
- 3.9. அணுவாரம், அயனியாரம் என்ற சொற்களால் நாம் புரிந்துகொள்பவையாவை?
- 3.10. ஒரு சீரொழுங்கிலும் தொகுதியிலும் அணுவாரம் எவ்வாறு மாறுகிறது? இந்த மாற்றத்தினை எவ்வாறு விளக்குகிறோம்?
- 3.11. சமவெதிர்மின்னிய இனங்கள் என்பதன் பொருள் என்ன? கீழ்க்காணும் அணுவடனோ அயனியுடனோ சமவெதிர்மின்னிய ஒரு இனத்தின் பெயரை கூறுக.
(அ) F^- (ஆ) Ar (இ) Mg^{2+} (ஈ) Rb^+
- 3.12. கீழ்க்காணும் இனங்களை கருதுக.
 $N^{3-}, O^{2-}, F^-, Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}$
- இவற்றுக்கிடையிலுள்ள பொதுமை என்ன?
 - இவற்றை அயனியாரங்களின் ஏறு முறைமையில் அடுக்குக.
- 3.13. தாயணுக்களைவிட நேரயனிகளுக்கு சிறிய ஆரங்களும் எதிரயனிகளுக்கு பெரிய ஆரங்களும் இருப்பதற்கான காரணங்களை விளக்குக.
- 3.14. எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பத்தையும் அயனியாதலகவெப்பத்தையும் வரையறுக்கும்போது 'வளிமத்தனியணு', 'தரைநிலை' ஆகிய சொற்களின் முக்கியத்துவம் என்ன? உதவி: ஒப்பீட்டுத்தேவைகள்.
- 3.15. ஐதரசவணுவின் தரைநிலையில் எதிர்மின்னியாற்றல் $-2.18 \times 10^{-18} J$. அதன் அயனியாதலகவெப்பத்தினை $J mol^{-1}$ இல் கணக்கிடுக. உதவி: விடையை தருவிக்க மோல் என்ற கருத்தை பயன்படுத்துக.
- 3.16. இரண்டாம் சீரொழுங்கின் தனிமங்களுக்கிடையில் அயனியாதலகவெப்பங்களின் உண்மையான முறைமை: $Li < B < Be < C < O < N < F < Ne$ என்றிருக்கிறது. கீழ்க்காண்பவற்றை விளக்குக.
- போராணைவிட பெரிலியத்துக்கு அதிக $\Delta_{அய}H$ மதிப்பு உள்ளது.
 - ஆக்குசிசனின் $\Delta_{அய}H$ நைட்டிரசனின் மதிப்பையும் குளோரினின் மதிப்பையும்விட குறைவானது.
- 3.17. சோடியத்தின் முதல் அயனியாதலகவெப்பம் மெகனீசியத்தினதைவிட குறைவாகவும் அதன் இரண்டாம் அயனியாதலகவெப்பம் மெகனீசியத்தினதைவிட அதிகமாகவும் இருக்கும் உண்மையை எவ்வாறு விளக்குவீர்?
- 3.18. ஒரு தொகுதியில் கீழாக நகரும்போது, முகனத்தொகுதித்தனிமங்களின் அயனியாதலகவெப்பம் குறையும் போக்குக்கான காரணிகள் யாவை?
- 3.19. பதின்மூன்றாம் தொகுதித்தனிமங்களின் முதல் அயனியாதலகவெப்பத்தின் மதிப்புகள் $kJ mol^{-1}$ இல் தரப்பட்டுள்ளன.

<i>B</i>	<i>Al</i>	<i>Ga</i>	<i>In</i>	<i>Tl</i>
801	577	579	558	589

பொதுப்போக்கிலிருந்து இது விலகுவதை எவ்வாறு விளக்கலாம்?
- 3.20. கீழ் கொடுக்கப்பட்டுள்ள தனிமச்சோடிகளில் எதன் எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம் அதிகமானது?
(அ) O, F (ஆ) F, Cl

- 3.21. ஆக்குசிசனின் இரண்டாம் எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம் நேர்மமாக இருக்குமா, முதலாம் எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பத்தைவிட அதிக எதிர்மமாக இருக்குமா, குறைந்த எதிர்மமாக இருக்குமா? விடையை விளக்குக.
- 3.22. எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பத்துக்கும் மின்னெதிர்மைக்குமான அடிப்படை வேறுபாடு யாது?
- 3.23. நைற்றசனின் எல்லா சேர்மங்களிலும் நைற்றசனின் மின்னெதிர்மை பாலிங்களவத்தில் 3.0 எனும் கூற்றுக்கான உம் எதிர்வினை என்ன?
- 3.24. ஓரணு ஒரு எதிர்மின்னியை (அ) பெறும்போதும் (ஆ) இழக்கும்போதும் அவ்வணுவின் ஆரத்துடன் தொடர்புள்ள கோட்பாட்டை விவரிக்க.
- 3.25. ஒரே தனிமத்தின் இரண்டு சமவிடத்தான்களின் முதல் அயனியாதலகவெப்பங்கள் ஒன்றாக இருக்குமா, வேறுபடுமா? விடைக்கு காரணங்கூறுக.
- 3.26. மாழைகளுக்கும் அன்மாழைகளுக்குமான பெரும் வேறுபாடுகள் யாவை?
- 3.27. சீரொழுங்கட்டவணையை பயன்படுத்தி கீழ்க்காண்பவற்றை அடையாளங்காண்க
- வெளிப்பரிதியங்களில் 5 எதிர்மின்னிகளுள்ள ஒரு தனிமம்
 - இரண்டு எதிர்மின்னிகளை இழக்கும் தன்மையுள்ள ஒரு தனிமம்
 - இரண்டு எதிர்மின்னிகளைப்பெறும் போக்குள்ள ஒரு தனிமம்
 - அறைவெப்பநிலையில் மாழை, அன்மாழை, நீர்மம், வளிமம் ஆகியவை உள்ள தொகுதி.
- 3.28. முதலாம் தொகுதியின் தனிமங்களின் வேதிவினைய முறைமை, $Li < Na < K < Rb < Cs$ என்றும் 17ஆம் தொகுதியின் தனிமங்களின் வேதிவினைய முறைமை $F > Cl > Br > I$ என்றும் இருப்பதை விளக்குக.
- 3.29. s கட்டம், p கட்டம், d கட்டம், f கட்டம் ஆகிய தனிமங்களின் பொதுவான வெளியெதிர்மின்னியமைவடிவத்தை எழுதுக.
- 3.30. சீரொழுங்கட்டவணையில் (அ) ns^2np^4 ($n = 3$); (ஆ) $(n - 1)d^2ns^2$ ($n = 4$); (இ) $(n - 2)f^7 (n - 1)d^1 ns^2$ ($n = 6$) ஆகிய வெளியெதிர்மின்னியமைவடிவமுள்ள தனிமங்களுக்கான இடங்களை குறிப்பிடுக.
- 3.31. சில தனிமங்களின் முதல் அயனியாதலகவெப்பம் ($\Delta_{அய}H_1$), இரண்டாம் அயனியாதலகவெப்பம் ($\Delta_{அய}H_2$), எதிர்மின்னிபெறுவகவெப்பம் ($\Delta_{எபெ}H$) ஆகியவை $kJ mol^{-1}$ இல் கீழ் தரப்பட்டுள்ளன.
- | தனிமங்கள் | $\Delta_{அய}H_1$ | $\Delta_{அய}H_2$ | $\Delta_{எபெ}H$ |
|-----------|------------------|------------------|-----------------|
| I | 520 | 7300 | -60 |
| II | 419 | 3051 | -48 |
| III | 1681 | 3374 | -328 |
| IV | 1008 | 1846 | -295 |
| V | 2372 | 5251 | +48 |
| VI | 738 | 1451 | -40 |
- இவற்றுள் எது கீழ்க்காணுமாறான தனிமமாயிருக்கும்?
- (அ) மீக்குறைந்த வேதிவினையத்தனிமம்.
- (ஆ) மீயதிக வேதிவினைய மாழை.
- (இ) மீயதிக வேதிவினைய அன்மாழை.
- (ஈ) மீக்குறைந்த வேதிவினைய அன்மாழை.
- (உ) MX_2 ($M =$ மாழை; $X =$ உப்பாக்கி) எனும் வாய்ப்பாடுள்ள நிலைப்பான இருமவுப்பாக்கைட்டை உருவாக்கும் மாழை.

(ஊ) மேலோங்கிய நிலைப்புமையுள்ளதும் MX ($M =$ மாழை; $X =$ உப்பாக்கி) எனும் வாய்ப்பாடுள்ளதுமான உடன்பிணைப்ப உப்பாக்கைட்டை உருவாக்கும் மாழை.

- 3.32. கீழ்க்காணும் தனிமச்சோடிகள் சேர்ந்து உருவாக்கும் நிலைப்பான இருமச்சேர்மங்களின் வாய்ப்பாடுகளை முன்னறிக.
- இலித்தியமும் ஆக்குசிசனும்
 - மெகுனீசியமும் நைற்றசனும்
 - அலுமினியமும் அயோடீனும்
 - சிலிக்கானும் ஆக்குசிசனும்
 - பாசுபரசும் புளோரினும்
 - 71ஆம் தனிமமும் புளோரினும்
- 3.33. புதுக்காலச்சீரொழுங்கட்டவணையில் ஒரு சீரொழுங்கு கீழ்க்காண்பவற்றுள் எதன் மதிப்பை குறிக்கிறது?
- (அ) அணுவெண் (ஆ) அணுநிறை (இ) முதன்மைத்துணுக்கவெண் (ஈ) அடிச்சாய்வுத்துணுக்கவெண்.
- 3.34. புதுக்காலச்சீரொழுங்கட்டவணையுடன் தொடர்பாக கீழ்க்காணும் கூற்றுகளில் எது தவறானது?
- p கட்டத்தில் 6 தொகுதிகள் உள்ளன; ஏனெனில், p கூட்டிலுள்ள எல்லாப்பரிதியங்களிலும் இடம்பெறக்கூடிய எதிர்மின்னிகளின் மீப்பெரும எண்ணிக்கை 6.
 - d கட்டத்தில் 8 தொகுதிகள் உள்ளன; ஏனெனில், d துணைக்கூட்டிலுள்ள எல்லாப்பரிதியங்களிலும் இடம்பெறக்கூடிய எதிர்மின்னிகள் மீப்பெரும எண்ணிக்கை 8.
 - ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை அந்த துணைக்கூட்டில் இடம்பெறவியலும் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கைக்கு சமம்.
 - எதிர்மின்னியமைவடிவத்தை கட்டமைக்கும்போது கட்டம் என்பது எதிர்மின்னிகள் இடம்பெறும் இறுதித்துணைக்கூட்டின் அடிச்சாய்வுத்துணுக்கவெண்ணை (l) காட்டுகிறது.
- 3.35. பிணைவும எதிர்மின்னியின்மீது விளைவுசெலுத்தும் எதுவும் அந்தத்தனிமத்தின் வேதியியலில் விளைவுசெலுத்துகிறது. கீழ்க்காணும் காரணிகளுள் எது பிணைவுமக்கூட்டின்மீது விளைவுசெலுத்தவில்லை?
- பிணைவும முதன்மைத்துணுக்கவெண் (n)
 - அணுக்கருமின்மம் (Z)
 - அணுக்கருநிறை (d)
 - உள்வ எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை.
- 3.36. சமவெதிர்மின்னிய இனங்களான F^- , Ne , Na^+ ஆகியவற்றின் அளவில் கீழ்க்காண்பவை எவ்வாறு விளைவூட்டுகின்றன?
- அணுக்கருமின்மம் (Z)
 - பிணைவும முதன்மைத்துணுக்கவெண் (n)
 - வெளிப்பரிதியங்களில் எதிர்மின்னிகளிடவினை
 - எந்தக்காரணியும் இல்லை; ஏனெனில் அவற்றின் அளவு ஒன்றே.
- 3.37. அயனியாதலகவெப்பத்தின் சூழமைவில், கீழ்க்காணும் கூற்றுகளுள் எது தவறானது?
- அடுத்தடுத்த ஒவ்வொரு எதிர்மின்னிக்கும் அயனியாதலகவெப்பம் அதிகரிக்கிறது.

- b. அயனியாதலகவெப்பத்தின் மீப்பெரும அதிகரித்தல் ஒரு மந்தவளிமத்தின் அமைவடிவமுள்ள உள்வத்திலிருந்து ஒரு எதிர்மின்னியை விலக்கும்போது நிகழ்கிறது.
- c. பிணைவும எதிர்மின்னிகள் காலியாகும்போது, அயனியாதலகவெப்பம் பெருமளவில் அதிகரிக்கிறது.
- d. குறைந்த n மதிப்புள்ள பரிதியங்களிலிருந்து எதிர்மின்னியை வெளியேற்றுவது பெரிய n மதிப்புள்ள பரிதியங்களிலிருந்து வெளியேற்றுவதை விட எளிது.

3.38. B, Al, Mg, K ஆகிய தனிமங்களின் மாழைத்தன்மையின் முறைமை

- a. $B > Al > Mg > K$
 b. $Al > Mg > B > K$
 c. $Mg > Al > K > B$
 d. $K > Mg > Al > B$.

3.39. B, C, N, F, Si ஆகிய தனிமங்களின் அன்மாழைத்தன்மையின் முறைமை

- a. $B > C > Si > N > F$
 b. $Si > C > B > N > F$
 c. $F > N > C > B > Si$
 d. $F > N > C > Si > B$.

3.40. F, Cl, O, N ஆகியவற்றின் ஆக்குசேற்றப்பண்பின் அடிப்படையில் அவற்றின் வேதிவினைய முறைமை

- a. $F > Cl > O > N$
 b. $F > O > Cl > N$
 c. $Cl > F > O > N$
 d. $O > F > N > Cl$