

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 (v), சக்தி (E)]
- 1.2.1 சக்திச்சொட்டாக்கம்
 - மின்காந்த நிறமாலை
 - $c=v\lambda$ மற்றும் $E=hv$
 - $E=hv$, $\lambda = \frac{h}{mv}$
 - 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 ஒபிற்றல்களின் வடிவங்கள்
- 1.3.3 ஒபிற்றல்களும் சக்திச் சொட்டெண்களும்
 - பிரதான சக்திச் சொட்டெண் (n)
 - கோண உந்தச் சக்திச் சொட்டெண்(l)
 - காந்தச் சக்திச் சொட்டெண் (m_l)
 - கறங்கற் சக்திச்சொட்டெண் (m_s)

1.4 இலத்திரனிலையமைப்பு

- 1.4.1 அபாவு தத்துவம் (கட்டியெழுப்பற் கோட்பாடு)
- 1.4.2 பெளலி 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 இலத்திரனிலையமைப்புகள்
 - 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.

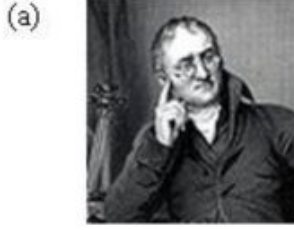
இருந்தபோதும், பின்னர், பிளேட்டோவும் அரிஸ்டோட்டிலும் வகுத்த முற்றிலும் பிரிக்க முடியாத துணிக்கைகள் இருக்கமுடியாது எனும் அரிஸ்டோட்டிலின் தத்துவம் முதன்மை பெற்று பல நூற்றாண்டுகளாக மேலைக் கலாச்சாரத்தின் அணு என்ற பார்வை நலிவடைந்தது.

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 இரசாயனரீதியில் 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” (Golfball model) என அழைக்கப்படுகின்றது.

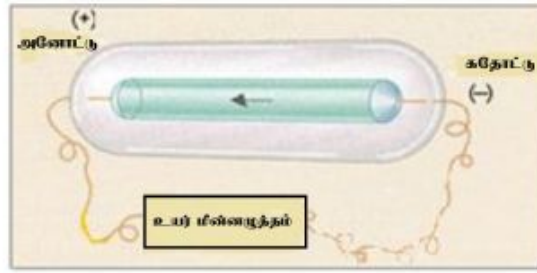


உரு 1.1(a) ஜோன் தாற்றன்



உரு 1.1(b) கோல்ப் பந்து மாதிரி

ஜோன்ஸ்டன் ஜி. ஸ்டோனி (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 பௌதிகவியலாளருமாகிய சேர் வில்லியம் குருக்ஸ் (Sir William Crookes 1832-1919) கண்டுபிடித்தததுடன் இது குருக்ஸ் குழாய் அல்லது கதோட்டுக்குழாய் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது.



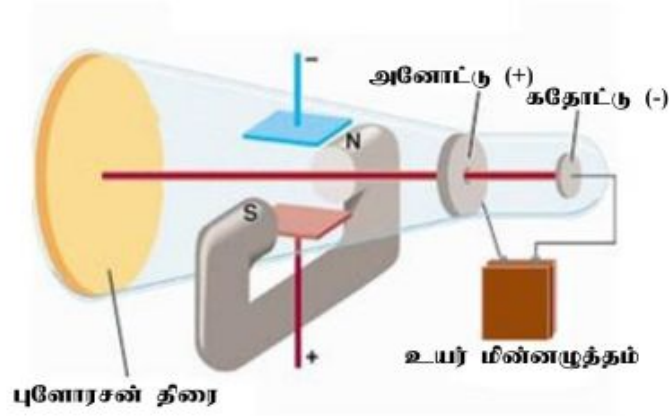
உரு 1.2 ஒரு கதோட்டுக் கதிர்குழாய்

உயர் மின்னழுத்த முதலுடன் இரு மின்வாய்கள் இணைக்கப்பட்டபோது கதோட்டு என அழைக்கப்படும் வெப்பமாக்கப்பட்ட மறைஏற்றப்பட்ட தகடானது கண்ணுக்கு புலப்படாத, பிரிக்க முடியாத கதிர்வீசல் கற்றைகளை உருவாக்கும். இக்கதிர்களைப் பார்க்கமுடியாதாயினும் இக்கதிர்கள் தாழ்முக்கத்தில் உள்ள வாயுவொன்றின் ஒளிர்வுக்குக் காரணமாகக்கூடியது. அத்துடன் ஒளிவீசம் 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 விஞ்ஞானி (British Scientist) ஜே. ஜே. தொம்சன் (J. J. Thomson) (1856-1940) என்பவர் இக்கதோட்டுக் கதிர்கள் கதோட்டுப் பதார்த்தத்தில் தங்கியுள்ளனவல்ல என அவதானித்தததுடன் 1897 இல் இக்கதோட்டுத் துணிக்கைகள் மறைஏற்றமுடைய துணிக்கைகள்

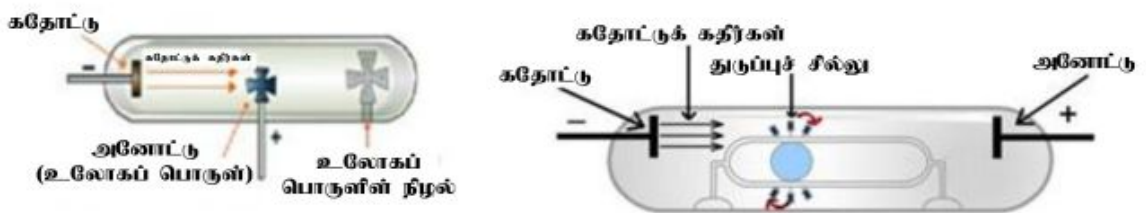
எனவும் விபரித்தார். இவர் துளையுள்ள ஒரு அனோட்டையுடைய கதோட்டுக் குழாய் ஒன்றைப் பயன்படுத்தினார். பரிசோதனை அளவீடுகளின்படி இலத்திரன்களின் மின்னேற்றத்திற்கும் அதன் திணிவிற்கும் இடையிலான விகிதம் 1.76×10^8 கூலோம் கிராம்⁻¹ (Cg⁻¹) எனப் பின்னர் இவர் கணித்தார்.



உரு 1.3 தொம்சனின் கதோட்டுக்குழாய்

1.1.1 கதோட்டுக் கதிர்களின் இயல்புகள் (பரிசோதனை அவதானங்கள்)

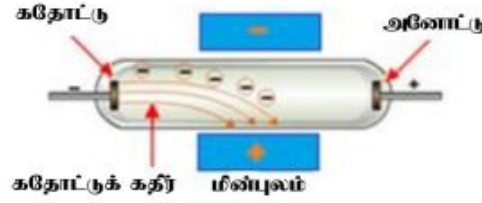
- கதோட்டுக்கதிர்கள் நேர்கோட்டில் செல்கின்றன. ஒரு ஒளிபுகவிடாப் பொருள், உலோகச் சிலுவை போன்றதொன்று ஒரு மின்னிறக்கக்குழாய் ஒன்றில் கதோட்டுக்கதிர் பாதையில் வைக்கப்பட்டபோது கதோட்டுக்கு எதிர்ப்புற முடிவிடத்தில் உலோகச் சிலுவையின் ஒரு நிழல் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. இந்த நிழல் ஏற்படுத்தப்படல் இக்கதிர்கள் நேர்கோட்டில்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



உரு 1.4 கதோட்டுக்கதிரின் இயல்புகள்

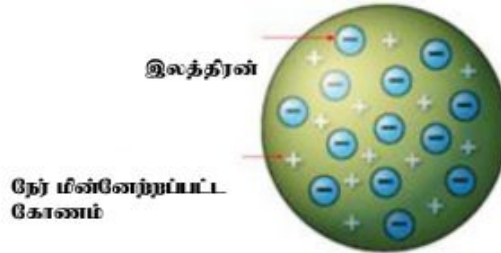
- திணிவும் இயக்கசக்தியும் கொண்ட துணிக்கைகளின் கற்றைகளே கதோட்டுக்கதிர்களாகும். ஒரு மின்னிறக்கக்குழாயில் கதோட்டுக் கதிர்களின் பாதையில் இலேசான துடுப்புச் சில்லு வைக்கப்பட்டபோது துடுப்புச்சில்லின் தகடுகள் சுழலும். இது இலத்திரன்கள் (கதோட்டுக்கதிர்கள்) உந்தத்தைக் கொண்டிருப்பதற்கு ஒரு சான்றாகக் கருதலாம். (எவ்வாறிருப்பினும்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

- கதோட்டுக்குழாயின் பாதையில் பிரயோகிக்கப்படும் ஒரு மின்புலத்தில் நேர்ஏற்றமுள்ள தகட்டை நோக்கி விலகல் அடைவதால் கதோட்டுக் கதிர்கள் மறைஏற்றமுடையவை. இவை காந்தப் புலத்தில் பாதிக்கப்பட்டு எந்வொரு..... காட்டும் விலகலை அமையும். 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 புடிங்” அணுக் கட்டமைப்புக் கொள்கையைக் கொடுத்தார். 1909 இல் நெய்த்துளி சோதனையிலிருந்து ஹோபேட் மில்லிக்கன் (Robert Millikan, 1868 - 1953) ஒரு இலத்திரனின் ஏற்றம் $1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ எனக் கணிப்பதில் வெற்றி பெற்றார். பின்பு தனது பரிசோதனைப் பெறுமானத்தையும் தொம்சனின், ஏற்றத்திற்கும் - திணிவிற்குமிடையிலான விகிதத்தையும் பயன்படுத்தி இலத்திரனின் திணிவைக் கணித்தார்.



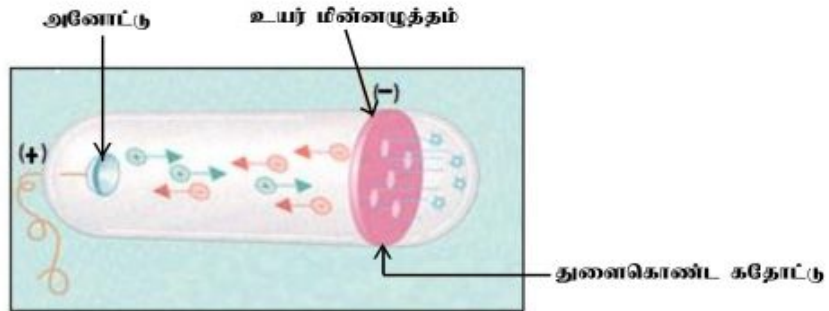
$$\text{இலத்திரனின் திணிவு} = \frac{1.602 \times 10^{-19} \text{C}}{1.76 \times 10^8 \text{C/g}} = 9.10 \times 10^{-28} \text{g}$$

உரு 1.7 ஹோபேர்ட் 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 பெளதிகவியலாளர் யூஜின் கோல்ட் ஸ்டீன் (Eugen Goldstein) என்பவர் சடத்தில் நேர் ஏற்றமுள்ள துணிக்கைகளின் இருக்கையைப் பரிசோதனைரீதியாக நிரூபித்தார். இவரின் பரிசோதனை தாழ்முக்கத்தில் 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 உருவாக்கப்படுவ தனால் இந்நேர்க்கதிர்கள் “கால்வாய் கதிர்கள்” என கோல்ட் ஸ்டீன் 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.

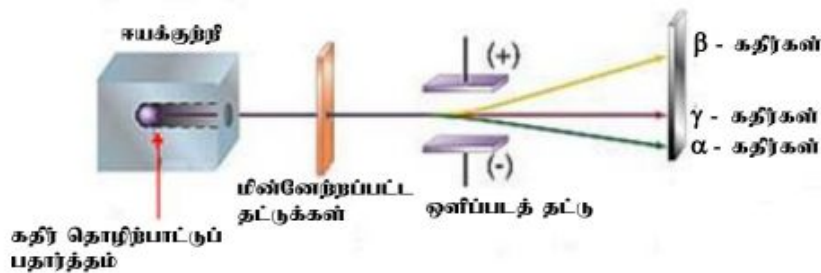
- அனோட்டுக் கதிர்களின் இயல்புகள் மின்னிறக்கக்குழாயில் எடுக்கப்பட்ட வாயுவில் தங்கியுள்ளது. வெவ்வேறு வாயுக்கள் தருகின்ற வெவ்வேறு நேர்க்கதிர்கள் வேறுபட்ட திணிவுகளும் வேறுபட்ட ஏற்றங்களையும் கொண்டவையாகும். ஆகவே வேறுபட்ட வாயுக்களிலிருந்து பெறப்படும் நேர்க்கதிர்களின் e/m விகிதம் ஒரு மாறிலியன்று.

1907 இல் காந்தப்புலத்தில் எவ்வாறு விலகலுக்குள்ளாக்கப்படுகின்றன 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 $1.672 \times 10^{-24} \text{ g}$ 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 பெளதிகவியலாளர் 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 உயர்ச்சக்திக்குரிய 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



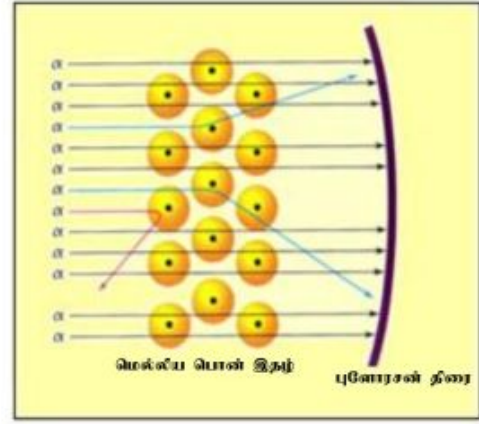
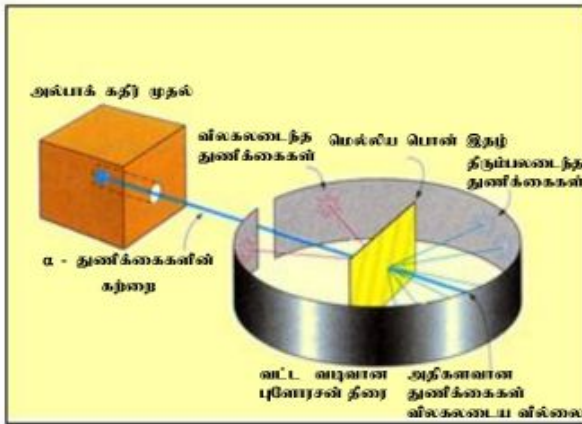
உரு 1.10 ஹென்றி பெக்ரல்
Hentry Bequerel



ஏர்னஸ்ட் இரதபோட் பிரபு
Lord Ernest Rutherford

1.1.4 இரதபோட்டின் பொன் இதழ் பரிசோதனை

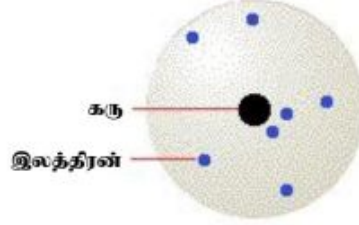
1908 - 09 இல் அவருடன் இணைந்து ஜோகானெஸ் ஹான்ஸ் வில்கெம் கெய்கர் (Johannes Hans Wilhem Geiger 1882 - 1945) என்ற ஜேர்மானிய பௌதிகவியலாளர் இவர்களுடன் பட்டநெறி பயிலும் ஏர்னெஸ் மார்ஸ்டென் (Ernest Marsden) உம் மேற்கொண்ட ஒரு தொடர் பரிசோதனைகளில் பொன் அல்லது வேறு உலோகங்களின் மிக மெல்லிய தகடுகளை (இதழ்களை) கதிர்வீசல் 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 - துணிக்கைகள் 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 - துணிக்கையானது 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 $1.6749 \times 10^{-24}g$ அல்லது 1.008665 amu ஆகவும் உண்டு.

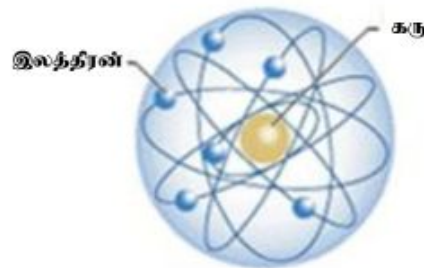


உரு 1.13 ஜேம்ஸ் சாட்விக்



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 Gwynn 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.

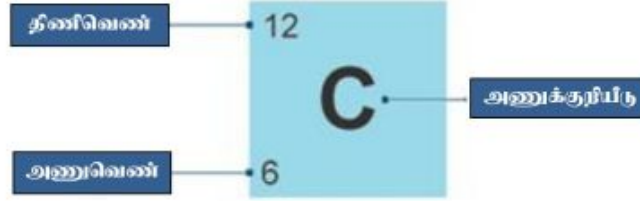
$$\text{அணுவெண்}(Z) = \text{புரோத்தன் எண்ணிக்கை} = \text{ஒரு அணுவிலுள்ள இலத்திரன் எண்ணிக்கை}$$

ஒரு அணு தேறிய மின்னேற்றம் அற்றது. ஏனெனில் அணு கொண்டுள்ள புரோத்தன் எண்ணிக்கைக்கு இலத்திரன் எண்ணிக்கை சமமாகும். உதாரணமாகக் காபனின் எல்லா அணுக்களும் ஆறு புரோத்திரன்கள், 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 அஸ்தன் (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.

$$\text{திணிவு எண் (A)} = \text{புரோத்திரன் எண்ணிக்கை (Z)} + \text{நியூத்திரன் எண்ணிக்கை.}$$

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 புரோத்திரன், நியூத்திரன், இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை யாது?

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

ஒரே அணுவெண்ணும் வேறுபட்ட திணிவுவெண்ணும் 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 புரோத்திரன்களும் ஆறு நியூத்திரன்களும் உடைய திணிவு எண் 12 உடையன ^{12}C ஆகவும் ஆறு புரோத்திரன்களும் ஏழு நியூத்திரன்களுடன் திணிவு எண் 13 உம் உடையன ^{13}C எனவும் ஆறு இலத்திரன்கள், எட்டு நியூத்திரன்களுடன் திணிவு எண் 14 உம் உடையன ^{14}C எனவும் குறிக்கப்படும். ஒரு மூலகத்தின், இயற்கையிலுள்ள சமதானிகளில் உறுதியானவை, 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,

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

$$1\text{u} = 1.66054 \times 10^{-24} \text{g} \text{ உம் } 1\text{g} = 6.02214 \times 10^{23} \text{u அல்லது Da}$$

உம் ஆகும்.

இரசாயன ரீதியாகச் சேர்ந்தமையாத காபனின் ^{12}C திணிவின் திருத்தமாக $\frac{1}{12}$ பங்கானது ஒன்றிணைந்த அணுத்திணிவலகு என வரையறுக்கப்படும். இவ்வலகுகளில் ^1H 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.

$$\text{அணுத்திணிவு} = \sum (\text{சமதானியின் திணிவு} \times \text{சமதானிகளின் வளப்பின்னம்})$$

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 = $(0.9893 \times 12\text{u}) + (0.0107 \times 13.0033\text{u})$
 $= 12.01 \text{ u or Da (amu)}$
 தொடர்பணுத்திணிவு = 12.01

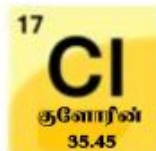
அணுத்திணிவானது ஒரு மூல் அணுக்களின் திணிவாகத் தரப்படும்போது (g mol^{-1} அலகில்) அது ஒரு மூலகத்தின் அல்லது அணுவின் மூலர்த்திணிவு எனப்படும்.

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

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

தொடர்பணுத்திணிவு (A_r) 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.

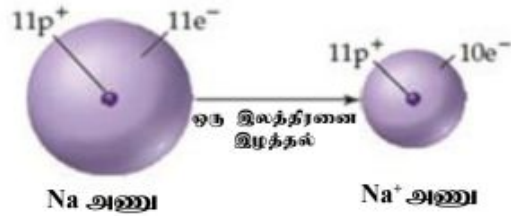
ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஒரு மூலகத்தின் தொடர்பணுத்திணிவானது அம்மூலகத்தின் குறியீட்டின் கீழ் குறிக்கப்படும்.



1.1.8 அயன்கள்

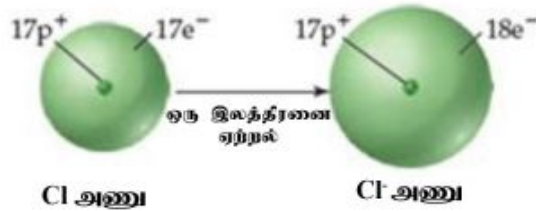
இரசாயனச் செயற்பாடுகளின்போது ஒரு அணுவின் கருவில் மாற்றம் அமையாது. ஆனால் சில அணுக்கள் இலத்திரன்களைப் பெற அல்லது இழக்க முடியும். ஒரு அணுவுடன் இலத்திரன்கள் சேர்க்கப்பட அல்லது அதிலிருந்து அகற்றப்பட உருவாக்கப்படும் ஏற்றமுள்ள துணிக்கை அயன் என அழைக்கப்படும். நேர்ஏற்றமுள்ள ஒரு அயன் கற்றயன் எனவும் மறைஏற்றமுள்ள 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 மேல்முலையில் குறிக்கப்படும். ஆகவே உதாரணமாக ஒரு பெரிக் அயனின் குறியீடு (3 இலத்திரனை இழக்கின்ற இரும்பின் அணு) ஆக அமைவது,

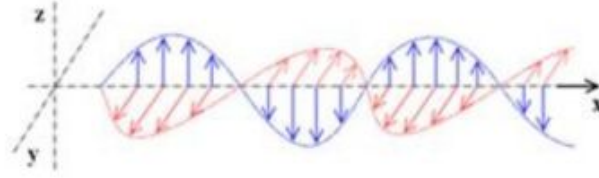


இதற்கு மேலாக Na⁺, Cl⁻, போன்றன எளிய அயன்களாகும். ஒரு மூலக்கூறில் அணுக்களாக இணைந்திருப்பினும் NH₄⁺ (அமோனியம் அயன்) SO₄²⁻ (சல்பேற்று அயன்) போன்ற பல்லணு அயன்கள் தேறிய நேர் அல்லது மறை ஏற்றமுடையன.

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.

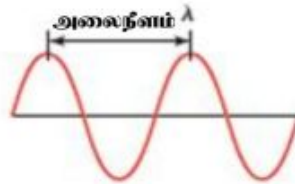
மின்காந்தக் கதிர்வீசல் (EMR) மின்காந்த அலைவுகளைக் கொண்டது. இவை மின், காந்தப்புலங்களின் ஒருங்கிணைந்த அலைவுகளால் ஒளியின் கதியுடன் வெற்றிடத்தில் விருத்தியாக்கலுக்குட்படுவனவாகும். ஒன்றிற்கொன்று செங்குத்தான இரு புலங்களின் இவ்வலைவுகள் விருத்தியாக்கப்படும் அலைவுகளினது திசைக்குச் செங்குத்தானதாகும்.



உரு 1.18 மின்காந்தக் கதிர்வீசல்

எமது கண்ணால் பார்க்கப்படும் ஒளி, கட்புலன் ஒளி ஒரு மின்காந்தக் கதிர்வீசலாகும். எல்லாவகை மின்காந்தக் கதிர்வீசல்களும் வெற்றிடத்தில் $2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ 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 (v) (மீடறன்) ஆகும். ஒரு செக்கனில் ஏற்படும் சக்கரங்கள் எனபதனால் அதிர்வெண் அலகானது s^{-1} (persecond) அல்லது s^{-1} என்பதாக அல்லது hertz (Hz) அலகாக வெளிப்படுத்தப்படும்.

$$\text{ஆகவே } c = \lambda v$$

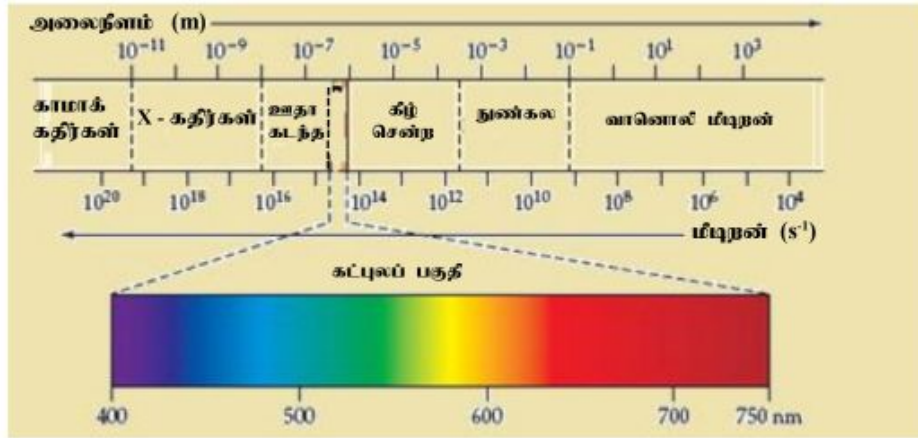


உரு 1.19 ஒரு மின்காந்த அலை

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

விடை:
$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \left(\frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{589 \text{ nm}} \right) \left(\frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}} \right) = 5.09 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

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 பிளாங்க் (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 பிளாங்க் பெயரிட்டார். ஒரு தனிச் சொட்டின் சக்தி, E ஆனது கதிர்வீசலின் அதிர்வெண்ணின் ஒரு மாறிலியின் மடங்காக அமையும் எனப் பிரேரித்தார்.

$$E = h\nu$$

மாறிலி h ஆனது பிளாங்கின் மாறிலி (Planck's constant) என அழைக்கப்படுவதுடன் அதன் பெறுமானம் $6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ஆகவும் அமையும்.



உரு 1.21 அல்பேட் ஐன்ஸ்டீன்
(Albert Einstein)



மக்ஸ் பிளாங்
(Max Planck)

1905 இல் அல்பேட் ஐன்ஸ்டீன் (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 மாறிலியின் பெறுமான மடங்குகளாக அமையும்.

$$\text{போட்டோனின் சக்தி} = E = h\nu$$

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

விடை:

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

$$E = (6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}) (5.09 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}) = 3.37 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ஒரு போட்டோன் வழங்கும் கதிர்ப்புச்சக்தி $3.37 \times 10^{-19} \text{ J}$,
ஆகவே நாங்கள் ஒரு மூல் போட்டோனின் சக்தியைக் கணிப்பின்
($6.02 \times 10^{23} \text{ photons/mol}$) ($3.37 \times 10^{-19} \text{ J/photon}$)
 $= 2.03 \times 10^5 \text{ J/mol}$ 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.

$$\lambda = \frac{h}{mV}$$

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.

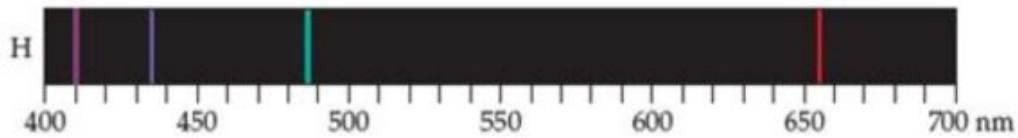
ஒரு அக-ஓட்டு இலத்திரன் அகற்றப்படும் போது அயனாக்க சக்தியில் ஏற்படுகின்ற ஒரு தெளிவான அதிகரிப்பானது இலத்திரன்கள் தொடர்ச்சியற்ற சக்தி மட்டங்களில் அமைவதற்குச் சான்றாகும். கருவிற்கு அருகே செல்லும்போது (அக ஒயிற்றல்கள்) ஒரு இலத்திரனை அகற்றுவதற்குத் தேவையான சக்தி உயர்வாகும்.

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

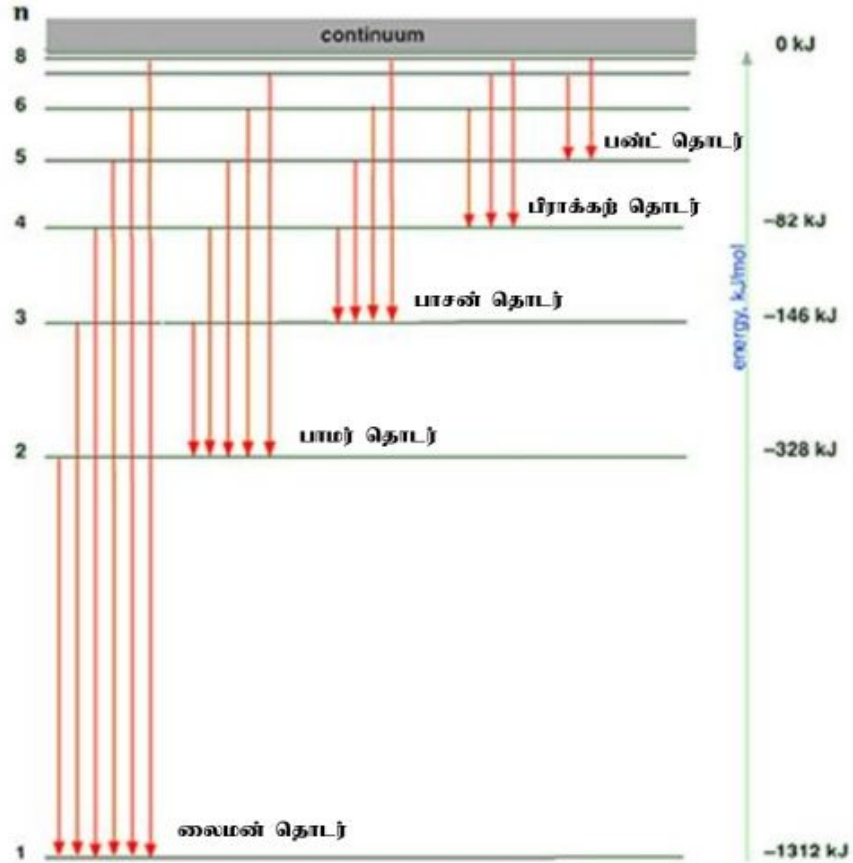
வெளிச்சக் குமிழ்கள், நட்சத்திரங்கள் உள்ளடங்கலான பெருமளவு பொதுவான கதிர்வீசல் மூலகங்கள், உருவாக்கும் கதிர்ப்புகள் பல வெவ்வேறு அலைநீளங்களைக் கொண்டிருக்கும். மேற்படி முதல்களிலிருந்தான கதிர்வீசல் கூறுகளின் அலைநீளங்கள் அடிப்படையில் பிரிக்கப்பட்டபோது ஒரு திருசியம் (நிறமாலை) உருவாக்கப்படுகின்றது. எல்லாக் அலைநீளங்களிலும் ஒளியைக் கொண்ட இந்நிறங்களின் வீச்சானது தொடர் நிறமாலை எனப்படும். எல்லாக் கதிர்வீசல் முதல்களும் தொடர் நிறமாலையைக் கொடுப்பதில்லை. தாழ் அழுக்கத்தில் வெவ்வேறு வாயுக்களைக் கொண்ட குழாய்களினூடு உயர் அழுத்தம் பிரயோகிக்கப்பட்டபோது, வாயுக்கள் வெவ்வேறு நிறங்களைக் காலல் செய்கின்றன. உதாரணத்திற்கு நியோன் வாயுவால் ஒளி காலப்படும்போது பரிச்சயமான சிவப்பு - செம்மஞ்சள் ஒளிரவைத் 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.

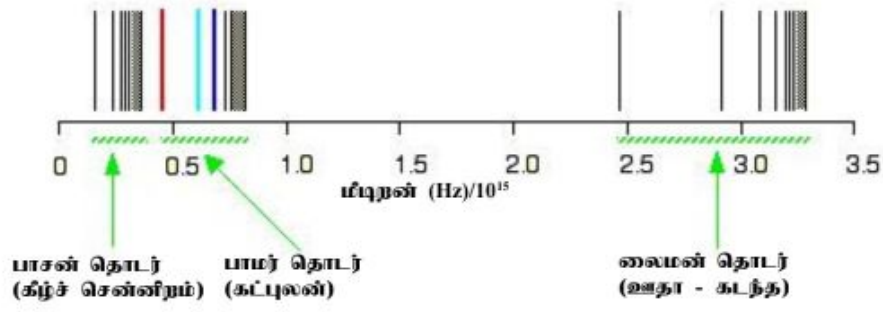


உரு 1.23 ஐதரசனின் சாத்தியமான இலத்திரன் வெளிப்பாடுகள்

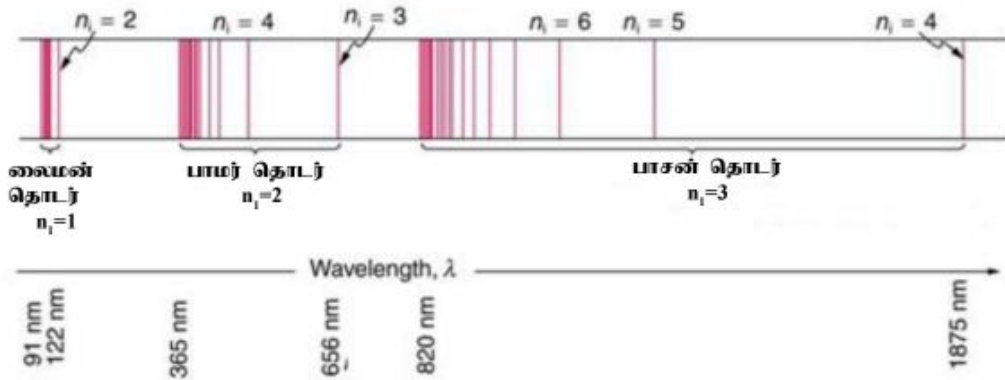
அணுவைச் சுற்றி அனுமதிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு ஒழுக்கும் n இன் வெவ்வேறு பெறுமானங்களுடன் தொடர்புடையது. (சமன்பாட்டிலுள்ள முழுவெண்) மேலும் முதலாவது அனுமதிக்கப்பட்ட ஒழுக்கின் (கருவுக்கு மிக அண்மையிலுள்ள ஒன்று) $n = 1$, இரண்டாவதான $n = 2$ உம் இவ்வாறே மேலும் அமையும் வெளிப்படுத்தலின் விளைவு கோட்டு நிறமாலை, ஆகவே இத்தாண்டல்களுக்கு

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

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

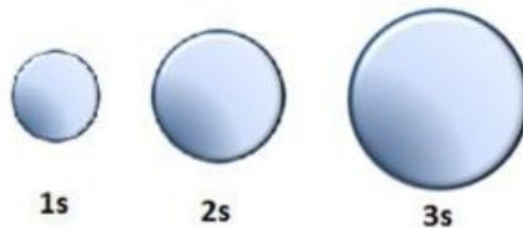


உரு 1.24(b) ஐதரசன் காலல் நிறமாலை

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

1.3.2 ஒபிற்றல்களின் வடிவங்கள்

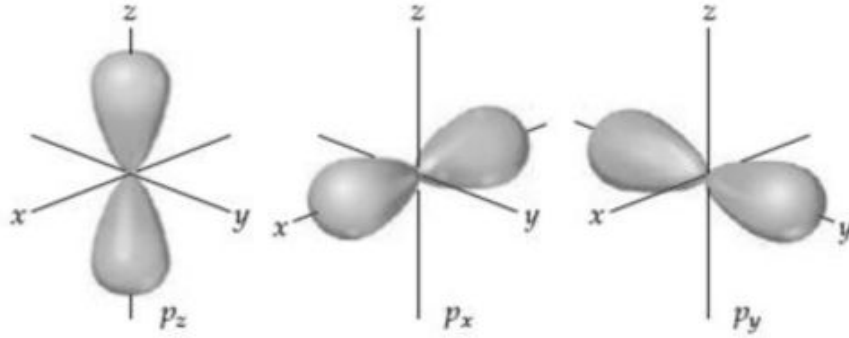
அணுவைச் சூழவுள்ள வெளியில் இலத்திரன்களின் சாத்தியமான நிலையானது (ஒபிற்றலின் வடிவங்கள்) எவ்வாறு கருவைச் சூழ இலத்திரன் அடர்த்தி பரம்பியுள்ளது என எமக்குக் காட்டுகிறது. ஓர் s- ஒபிற்றலுக்குரிய இலத்திரன் அடர்த்தியானது ஒழுங்கான கோள வடிவில் கருவை மையப்படுத்தியதாக அல்லது வேறு சொற்களில் கூறுவதாயின் s ஒபிற்றல்கள்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



உரு 1.25 s ஒபிற்றல் வடிவங்கள்

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

ஒவ்வொரு n இன் பெறுமானத்திற்கும், மூன்று p ஒபிற்றல்களும் ஒரே பருமன், வடிவம் உடையன ஆயினும் ஒன்று மற்றதிலிருந்து வேறான வெளிசார்ந்த நிலைக்குரியனவாகும் (spatial orientation). இவற்றை வசதிக்காக p_x, p_y, p_z ஒபிற்றல் எனப் பெயரிடப்படுகிறது. இங்கு கீழ்க்குறிகள் (subscripts) ஒபிற்றல்கள். தெக்காட்டின் அச்சுகள் (Cartesian axis) வழியே திசைப்படுத்தப்பட்டு அமைவதனைக் குறிக்கும்.



உரு 1.26 p ஒபிற்றல்களின் வடிவங்கள்

ஒரு தரப்பட்ட ஒட்டிலுள்ள வெவ்வேறு d -ஒபிற்றல்கள் வேறுபட்ட வடிவங்களும் வெளியில் திசைப்படுத்தலும் கொண்டன. f -ஒபிற்றல்களின் வடிவங்கள் d -ஒபிற்றல்களை விட மேலும் சிக்கலானவையாகும்.

1.3.3 ஒபிற்றல்களும் (மண்டிலம்) சக்திச் சொட்டெண்களும்

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

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

2. கோணஉந்த (அல்லது திசைவிற) சக்திச்சொட்டெண், l , என்பது ஒவ்வொரு n இன் பெறுமானத்திற்கும் 0 முதல் $(n - 1)$ வரை முழுவெண் பெறுமானங்களைக் கொண்டமைய முடியும். இச் சக்திச் சொட்டெண்ணானது ஒபிற்றலின் வடிவத்தை வரையறுக்கும். ஒரு குறித்த ஒபிற்றலுக்குரிய 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 ஒபிற்றல் தொடையானது உபஒடு என அழைக்கப்படும். ஒவ்வொரு உபஒடும் 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 ஒபிற்றல்கள் (நியமிக்கப்பட்டதாக) $3d$ உபஒட்டிலுள்ள $3d$ ஒபிற்றல்கள் என அழைக்கப்படும்.

3. காந்தச் சக்திச்சொட்டெண், m_l , பூச்சியத்தை உள்ளடக்கிய $-l$ முதல் $+l$ வரையிலான முழுவெண் பெறுமானங்களைக் கொண்டமைய முடியும். இச்சக்திச் சொட்டெண் ஆனது வெளியில் (space) ஒரு ஒபிற்றலின் சார் நிலையை (orientation) விபரிப்பதுடன் ஒரு உபஒட்டிலுள்ள l க்கு சாத்தியமான ஒபிற்றல்களின் எண்ணிக்கையையும் குறிக்கும். உதாரணமாக $l=2$, இற்குச் சாத்தியமான d உபஒடானது 2, 1, 0, -1, -2 ஆகியவற்றால் குறிக்கப்படும் ஐந்து ஒபிற்றல்களை உடையது.
4. கறங்கற் காந்தச் சக்திச்சொட்டெண், m_s , m_s க்கு $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$ 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_l இடையேயான தொடர்பு

n	l இற்குப் பொருத்தமான பெறுமானங்கள்	உபஒட்டின் குறியீடு	m_l l இற்குப் பொருத்தமான பெறுமானங்கள்	உபஒட்டில் உள்ள ஒபிற்றல்களின் எண்ணிக்கை	ஒட்டில் உள்ள ஒபிற்றல்களின் எண்ணிக்கை
1	0	1s	0	1	1
2	0	2s	0	1	4
	1	2p	-1, 0, 1	3	
3	0	3s	0	1	9
	1	3p	-1, 0, 1	3	
	2	3d	-2, -1, 0, 1, 2	5	
4	0	4s	0	1	16
	1	4p	-1, 0, 1	3	
	2	4d	-2, -1, 0, 1, 2	5	
	3	4f	-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3	7	

சக்திச்சொட்டெண்களுக்குச் சாத்தியமான கட்டுப்பாடுகள் பின்வரும் முக்கிய அவதானங்களினை எழுப்புகின்றன.

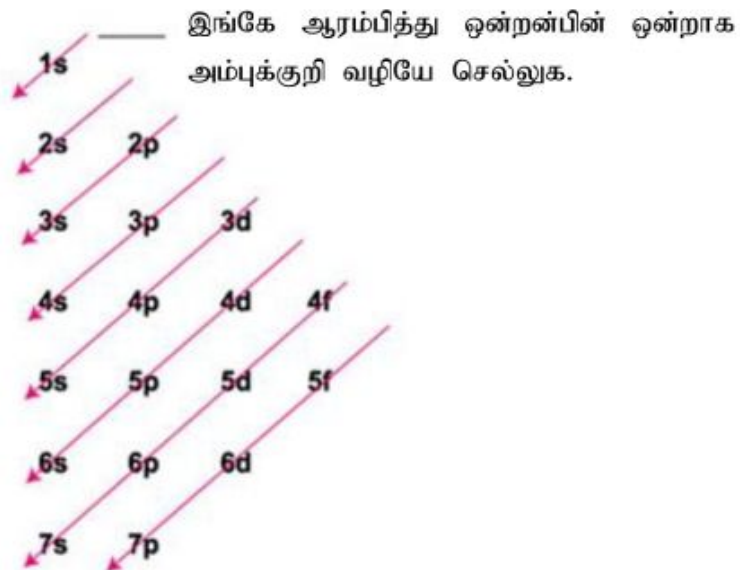
1. பிரதான சக்திச்சொட்டெண் n இற்குரிய ஓடானது திருத்தமாக n உபஒடுகளை உடையது. ஒவ்வொரு உபஒடும் l இற்கு அனுமதிக்கப்பட்ட 0 முதல் $(n - 1)$ வரையிலான வேறுபட்ட பெறுமானங்களுக்குத் தொடர்புபட்டனவாகும். ஆகவே முதலாவது ஓடு ($n = 1$) ஒரேயொரு உபஒட்டினை 1s ($l = 0$) உடையது. இரண்டாம் ஓடு ($n = 2$) இரு உபஒடுகள் 2s ($l = 0$) உம் 2p ($l = 1$) உம் உடையது மூன்றாம் ஓடானது மூன்று உபஒடுகள் 3s, 3p மற்றும் 3d ஐ கொண்டுள்ளது. இவ்வாறு அமையும்.
2. ஒவ்வொரு உபஒடும் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான ஒபிற்றல்களை உடையன. ஒவ்வொரு ஒபிற்றலும் அனுமதிக்கப்பட்ட m_l இன் வெவ்வேறு பெறுமானங்களுடன் தொடர்புபட்டதாகும். ஒரு தரப்பட்ட l க்கு, அட இன் அனுமதிக்கப்பட்ட $(2l + 1)$ பெறுமானங்கள் $-l$ முதல் $+l$ வரையிலாக அமையும். ஆகவே ஒவ்வொரு s ($l = 0$) உபஒடும் ஒரு ஒபிற்றலைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு p ($l = 1$) உபஒடும் மூன்று ஒபிற்றலைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு d ($l = 2$) உபஒடும் ஐந்து ஒபிற்றல்களைக் கொண்டுள்ளது. மற்றும் இவ்வாறே 4ம் ஓடும் அமையும்.
3. ஒரு ஒட்டிலுள்ள மொத்த ஒபிற்றல்கள் n^2 , இங்கு n ஆனது அவ் ஒட்டின் பிரதான சக்திச்சொட்டெண்ணாகும். ஓடுகட்குரிய விளைவான ஒபிற்றல்களின் 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 ஒபிற்றலில் சக்தியும் அதிகரித்துச் செல்லும். உதாரணமாக, $n=3$ இற்கு ஒபிற்றல்களின் சக்தி அதிகரிப்பு வரிசையானது $3s < 3p < 3d$ என்பதுடன் ஒரு உப ஓட்டின் எல்லா ஒபிற்றல்களும் (ஐந்து $3d$ ஒபிற்றல்களைப்போல) சம சக்தியுடையதாக, ஐதரசன் அணுவில் அவை செயற்படுவதுபோல் அமையும். சமசக்தியுடைய ஒபிற்றல்கள் (degenerate orbitals) எனப்படும்.

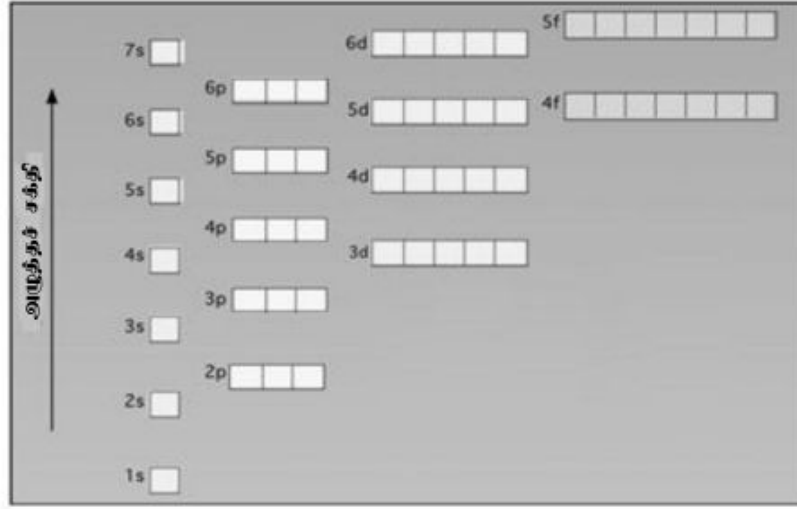
1.4.1 கட்டியெழுப்பற் கோட்பாடு (The Aufbau principle)

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



உரு 1.27 பல்இலத்திரன் அணுக்களின் ஒபிற்றல்களின் பொதுவான சக்தி வரிசை

மேலும் சக்தி மட்டங்களில் (ஒபிற்றல்களில்) பொதுவான சக்தி ஒழுங்கானது



உரு 1.28 ஒரு அணுவின் சக்தி மட்ட ஒழுங்கு

1.4.2 பெளலியின் தவிர்க்கைக் கோட்பாடு (The Pauli Exclusion Principle)

பெளலியின் தவிர்க்கைக் கோட்பாடு என்பது 1925 இல் **Wolfgang Pauli** என்பவரால் முன்வைக்கப்பட்டது. இது ஒரு அணுவில் இரு இலத்திரன்கள் சமமான சக்திச் சொட்டெண் n, l, m_l உம் m_s உம் கொண்ட தொடையினைக் கொண்டமைய முடியாது எனக் கூறுகிறது.

ஒரு தரப்பட்ட ஒபிற்றலிற்கு n, l மற்றும் m_l இன் பெறுமானங்கள் நிலைத்தவை. எனவே நாம் ஒரு ஒபிற்றலை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இலத்திரனை இடும்போது, பெளலியின் தவிர்க்கைக் கோட்பாட்டினைத் திருப்தி செய்யவேண்டின், இலத்திரனின் m_s க்கு வேறுபட்ட பெறுமானங்களை ஒதுக்குவதே ஒரேயொரு தெரிவாக அமையும். ஒரு ஒபிற்றலானது 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.

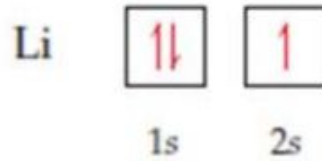
மேலும், ஒரு ஒபிற்றலை உடைய ஒவ்வொரு s உபஒடும் ஆகக்கூடியது இரு இலத்திரன்களைக் கொண்டிருக்கமுடியும்; மூன்று ஒபிற்றல்களை உடைய ஒவ்வொரு p உபஒடும் ஆகக்கூடியது ஆறு இலத்திரன்களைக் கொண்டிருக்கமுடியும் ஐந்து ஒபிற்றல்களை உடைய ஒவ்வொரு d உபஒடும் ஆகக்கூடியது இரு இலத்திரன்களைக் கொண்டிருக்கமுடியும்.

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

எனினும், பெளலியின் தவிர்க்கைக் கோட்பாட்டிற்கு அமைய எந்த ஒரு ஒபிற்றலிலும் ஆகக்கூடியது இரு இலத்திரன்களே காணப்படலாம். ஆதலால், ஒபிற்றல்களாவன, ஒபிற்றலொன்றிற்கு இலத்திரன்களிற்கு மேற்படாதவகையில் அதிகரிக்கும் சக்தியடிப்படையில் நிரப்பப்படுகின்றன.

உதாரணத்திற்கு, மூன்று இலத்திரன்களைக் கொண்ட லிதியம் அணுவில் 1s ஒபிற்றலானது அவற்றில் இரு இலத்திரன்களால் நிரப்பப்படும். மூன்றாவது இலத்திரன் அடுத்த மிகத்தாழ்ந்த ஒபிற்றல் 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.

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



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

இலிதியம் அணுவில் 1s ஒபிற்றலிலுள்ள இரு இலத்திரன்கள் சோடியாக்கப்பட்டுள்ளதுடன் 2s ஒபிற்றலிலுள்ள இலத்திரன் சோடியாக்கப்படவில்லை.

1.4.3 குண்டின் விதி

குண்டின் விதி கூறுவதாவது, குலைந்த ஒபிற்றல்களில் கூடிய இலத்திரன்கள் ஒரே கறங்கலைக் கொண்டமைவதால் குறைந்த சக்தியைக் கொண்டமையும். இதன் கருத்து யாதெனில் ஒபிற்றல்களில் 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 ஒபிற்றல்களில், இரண்டில் தனித்தனியாக நிரம்பும்.

அட்டவணை 1.3

மூலகம்	மொத்த இலத்திரன்கள்	ஒபீற்றலின் வரைபடம்							இலத்திரன் நிலையமைப்பு
		1s	2s	2p			3s		
Li	3	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$						$1s^2 2s^1$
Be	4	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$						$1s^2 2s^2$
B	5	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$					$1s^2 2s^2 2p^1$
C	6	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$				$1s^2 2s^2 2p^2$
N	7	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$			$1s^2 2s^2 2p^3$
Ne	10	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$			$1s^2 2s^2 2p^6$
Na	11	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$		$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

1.4.4 சுருக்கப்பட்ட இலத்திரன் நிலையமைப்பு

அணுவெண் 11 உடைய சோடியம் அணுவின் இலத்திரனிலையமைப்பு (இலத்திரன் பரம்பல் எனவும் அறியப்படும்) ஆனது $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ என எழுதப்படும். எவ்வாறிருப்பினும் 2p உபஒடானது நியோனில் பூரணமாக நிரப்பப்பட்டு ஒரு உறுதியான, எட்டு இலத்திரன்களை உடைய (ஒர் அட்டமம்) ஆக வெளியேயுள்ளதாக ஆகின்றது. இதனை அடுத்த மூலகமான சோடியம், ஒரு புதிய இடைவரிசையை ஆவர்த்தன அட்டவணையில் ஒரு புதிய இடைவரிசை ஆரம்பிப்பதனைக் காட்டுகின்றது. சோடியமானது நியோனின் உறுதியான அமைப்புக்கு வெளியே ஒரு தனி இலத்திரனை 3s இல் உடையது. ஆகவே, சோடியத்தின் இலத்திரனிலையமைப்பை $[\text{Ne}]3s^1$ எனக் காட்டமுடியும்.

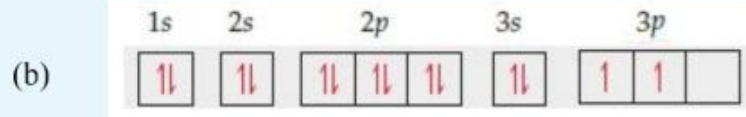
அடைப்புக்குறிக்குள் உள்ள விழுமிய வாயு அணுவின் இலத்திரன் நிலையமைப்பை அணுவின் உள்ளக அளவு பிரதிநிதித்துவப்படுத்தும். வழமையாகப் பெரும்பாலும், அக-ஒட்டு இலத்திரன்களை உள்ளக இலத்திரன்கள் என்பர்.

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

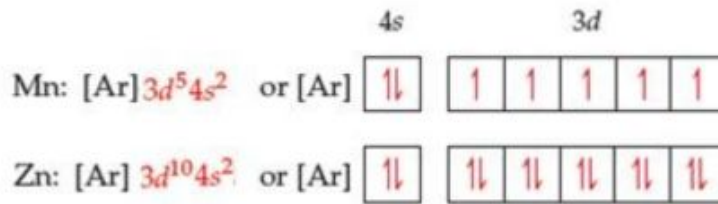
இதேபோன்று பொசுபரசின் 15 இலத்திரன்களும் $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ அல்லது $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$ என பிரதிநிதித்துவப்படுத்தப்பட முடியும். கல்சியம் கொண்டமையும் 20 இலத்திரன்களும் $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2$ அல்லது $[\text{Ar}] 4s^2$ என எழுதப்படும்.

- உதாரணம் 1.5:** (a) தரைநிலையில் 14 இலத்திரன்களை உடைய சிலிக்கனின் இலத்திரன் நிலையமைப்பை எழுதுக.
 (b) சிலிக்கன் அணுவானது தரைநிலையில் எத்தனை சோடி இலத்திரன்களைக் கொண்டமையும்.

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



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 தொடர்ந்தமையும் மூலகமான பொட்டாசியம் (K) ஆனது $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ அல்லது $[\text{Ar}] 4s^1$ இனைக் கொண்டமையும். 4s ஒபிற்றல் முற்றாக நிரம்பியதனை (இது கல்சியம் அணுவில் நிகழும்) தொடர்ந்து அடுத்த தொடை ஒபிற்றல்களில் நிரம்புவது 3d ஒபிற்றலாகும்.



3d ஒபிற்றல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் இரு இலத்திரன்களாக நிரப்பப்பட்டபின் 4p ஒபிற்றல்கள், பிற்தொரு 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 மற்றும் d^{10} அமைப்புடைய இலத்திரன் நிலையமைப்புகள் ஒப்பீட்டு அளவில் மிக உறுதியான மூலக அணுக்களாகும்.

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

கலந்துரையாடப்பட்ட இலத்திரன் நிலையமைப்பு விதிகளிலிருந்து விலகி அமையும் சில குறித்த மூலகங்களும் காணப்படுகின்றன.

உதாரணத்திற்கு, குரோமியத்தில் (அணுவெண் 24) இலத்திரனிலையமைப்பானது நாம் எதிர்பார்க்கும் $[Ar]3d^44s^2$ 3d⁴4s² க்கு பதிலாக $[Ar]3d^54s^1$ ஆக அமையும். இதேபோன்று செம்பில் (அணுவெண் 29) இலத்திரன் அமைப்பானது $[Ar]3d^94s^2$ இற்கு பதிலாக $[Ar]3d^{10}4s^1$ ஆகும். இத்தகைய அசாதாரண நடத்தைக்கு 3d மற்றும் 4s ஒபிற்றல்களின் சக்திகள் நெருங்கியதாக அமைவதே காரணமாகும். துல்லியமாக அரைநிரம்பல் (குரோமியத்திற்கு அமைதல்போல) அல்லது முழுநிரம்பல் (செம்பில் அமைதல்போல) கொண்ட d உபஒட்டில் அமைவதற்குப் போதுமான இலத்திரன்கள் காணப்படுமெனில் இத்தகைய ஒப்பீட்டளவில் உறுதியான இலத்திரனிலையமைப்பு அடிக்கடி ஏற்படமுடியும்.

(எவ்வாறு இருப்பினும் 4s நிரம்பிய பின்பே 3d ஒபிற்றல்கள் 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. 1869இல் துமித்திரி விவானுச் மென்டலீவ்(Dmitri Ivanovich Mendeleev) என்பவர் ருஷ்யாவிலும் (1869 இல்) மற்றும் வொதர் 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 மென்டலீவ்



வொதர் மேஜர்

சிலவகை தன்னிச்சையான வழிமுறைகளில் நிரல்கள் (கூட்டங்கள்) பெயரிடப்படுகின்றன. பொதுவாக மூன்று பெயரிடப்படும் திட்டங்கள் பயன்பாட்டில் உண்டு. இவற்றில் இரண்டு மேலே உள்ள படத்தில் காட்டப்படுகின்றன. மேலே உள்ள பிரிவு A மற்றும் 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 மற்றும் 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 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]																		2 He helium 4.0026																			
																		3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.967]		4 Be beryllium 9.0122																	
																		11 Na sodium 22.990 [22.989, 22.991]		12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]																	
																		19 K potassium 39.098 [39.096, 39.100]		20 Ca calcium 40.078(4)																	
																		37 Rb rubidium 85.468 [85.468, 85.469]		38 Sr strontium 87.62 [87.62, 87.62]																	
																		55 Cs cesium 132.91 [132.91, 132.91]		56 Ba barium 137.33 [137.33, 137.33]																	
																		87 Fr francium		88 Ra radium																	
																		57 La lanthanum		58 Ac actinium																	
																		21 Sc scandium		22 Ti titanium																	
																		39 Y yttrium		40 Zr zirconium																	
																		73 Ta tantalum		74 W tungsten																	
																		75 Re rhenium		76 Os osmium																	
																		77 Ir iridium		78 Pt platinum																	
																		79 Au gold		80 Hg mercury																	
																		81 Tl thallium		82 Pb lead																	
																		83 Bi bismuth		84 Po polonium																	
																		85 At astatine		86 Rn radon																	
																		87 Fr francium		88 Ra radium																	
																		89 Ac actinium		90 Th thorium																	
																		91 Pa protactinium		92 U uranium																	
																		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		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																	
																		119 Nh nihonium		120 Ds darmstadtium																	
																		121 Rg roentgenium		122 Cn copernicium																	
																		123 Nh nihonium		124 Fl flerovium																	
																		125 Mc moscovium		126 Lv livermorium																	
																		127 Ts tennessine		128 Og oganesson																	
																		129 Nh nihonium		130 Ds darmstadtium																	
																		131 Rg roentgenium		132 Cn copernicium																	
																		133 Nh nihonium		134 Fl flerovium																	
																		135 Mc moscovium		136 Lv livermorium																	
																		137 Ts tennessine		138 Og oganesson																	
																		139 Nh nihonium		140 Ds darmstadtium																	
																		141 Rg roentgenium		142 Cn copernicium																	
																		143 Nh nihonium		144 Fl flerovium																	
																		145 Mc moscovium		146 Lv livermorium																	
																		147 Ts tennessine		148 Og oganesson																	
																		149 Nh nihonium		150 Ds darmstadtium																	
																		151 Rg roentgenium		152 Cn copernicium																	
																		153 Nh nihonium		154 Fl flerovium																	
																		155 Mc moscovium		156 Lv livermorium																	
																		157 Ts tennessine		158 Og oganesson																	
																		159 Nh nihonium		160 Ds darmstadtium																	
																		161 Rg roentgenium		162 Cn copernicium																	
																		163 Nh nihonium		164 Fl flerovium																	
																		165 Mc moscovium		166 Lv livermorium																	
																		167 Ts tennessine		168 Og oganesson																	
																		169 Nh nihonium		170 Ds darmstadtium																	
																		171 Rg roentgenium		172 Cn copernicium																	
																		173 Nh nihonium		174 Fl flerovium																	
																		175 Mc moscovium		176 Lv livermorium																	
																		177 Ts tennessine		178 Og oganesson																	
																		179 Nh nihonium		180 Ds darmstadtium																	
																		181 Rg roentgenium		182 Cn copernicium																	
																		183 Nh nihonium		184 Fl flerovium																	
																		185 Mc moscovium		186 Lv livermorium																	
																		187 Ts tennessine		188 Og oganesson																	
																		189 Nh nihonium		190 Ds darmstadtium																	
																		191 Rg roentgenium		192 Cn copernicium																	
																		193 Nh nihonium		194 Fl flerovium																	
																		195 Mc moscovium		196 Lv livermorium																	
																		197 Ts tennessine		198 Og oganesson																	
																		199 Nh nihonium		200 Ds darmstadtium																	
																		201 Rg roentgenium		202 Cn copernicium																	
																		203 Nh nihonium		204 Fl flerovium																	
																		205 Mc moscovium		206 Lv livermorium																	
																		207 Ts tennessine		208 Og oganesson																	
																		209 Nh nihonium		210 Ds darmstadtium																	
																		211 Rg roentgenium		212 Cn copernicium																	
																		213 Nh nihonium		214 Fl flerovium																	
																		215 Mc moscovium		216 Lv livermorium																	
																		217 Ts tennessine		218 Og oganesson																	
																		219 Nh nihonium		220 Ds darmstadtium																	
																		221 Rg roentgenium		222 Cn copernicium																	
																		223 Nh nihonium		224 Fl flerovium																	
																		225 Mc moscovium		226 Lv livermorium																	
																		227 Ts tennessine		228 Og oganesson																	
																		229 Nh nihonium		230 Ds darmstadtium																	
																		231 Rg roentgenium		232 Cn copernicium																	
																		233 Nh nihonium		234 Fl flerovium																	
																		235 Mc moscovium		236 Lv livermorium																	
																		237 Ts tennessine		238 Og oganesson																	
																		239 Nh nihonium		240 Ds darmstadtium																	
																		241 Rg roentgenium		242 Cn copernicium																	
																		243 Nh nihonium		244 Fl flerovium																	
																		245 Mc moscovium		246 Lv livermorium																	
																		247 Ts tennessine		248 Og oganesson																	
																		249 Nh nihonium		250 Ds darmstadtium																	
																		251 Rg roentgenium		252 Cn copernicium																	
																		253 Nh nihonium		254 Fl flerovium																	
																		255 Mc moscovium		256 Lv livermorium																	
																		257 Ts tennessine		258 Og oganesson																	
																		259 Nh nihonium		260 Ds darmstadtium																	
																		261 Rg roentgenium		262 Cn copernicium																	
																		263 Nh nihonium		264 Fl flerovium																	
																		265 Mc moscovium		266 Lv livermorium																	
																		267 Ts tennessine		268 Og oganesson																	
																		269 Nh nihonium		270 Ds darmstadtium																	
																		271 Rg roentgenium		272 Cn copernicium																	
																		273 Nh nihonium		274 Fl flerovium																	
																		275 Mc moscovium		276 Lv livermorium																	
																		277 Ts tennessine		278 Og oganesson																	
																		279 Nh nihonium		280 Ds darmstadtium																	
																		281 Rg roentgenium		282 Cn copernicium																	
																		283 Nh nihonium		284 Fl flerovium																	
																		285 Mc moscovium		286 Lv livermorium																	
																		287 Ts tennessine		288 Og oganesson																	
																		289 Nh nihonium		290 Ds darmstadtium																	
																		291 Rg roentgenium		292 Cn copernicium																	
																		293 Nh nihonium		294 Fl flerovium																	
																		295 Mc moscovium		296 Lv livermorium																	
																		297 Ts tennessine		298 Og oganesson																	
																		299 Nh nihonium		300 Ds darmstadtium																	
																		301 Rg roentgenium		302 Cn copernicium																	
																		303 Nh nihonium		304 Fl flerovium																	
																		305 Mc moscovium		306 Lv livermorium																	
																		307 Ts tennessine		308 Og oganesson																	
																		309 Nh nihonium		310 Ds darmstadtium																	
																		311 Rg roentgenium		312 Cn copernicium																	
																		313 Nh nihonium		314 Fl flerovium																	
																		315 Mc moscovium		316 Lv livermorium																	
																		317 Ts tennessine		318 Og oganesson																	
																		319 Nh nihonium		320 Ds darmstadtium																	
																		321 Rg roentgenium		322 Cn copernicium																	
																		323 Nh nihonium		324 Fl flerovium																	
																		325 Mc moscovium		326 Lv livermorium																	
																		327 Ts tennessine		328 Og oganesson																	
																		329 Nh nihonium		330 Ds darmstadtium																	
																		331 Rg roentgenium		332 Cn copernicium																	
																		333 Nh nihonium		334 Fl flerovium																	
																		335 Mc moscovium		336 Lv livermorium																	
																		337 Ts tennessine		338 Og oganesson																	
																		339 Nh nihonium		340 Ds darmstadtium																	
																		341 Rg roentgenium		342 Cn copernicium																	
																		343 Nh nihonium		344 Fl flerovium																	
																		345 Mc moscovium		346 Lv livermorium																	
																		347 Ts tennessine		348 Og oganesson																	
																		349 Nh nihonium		350 Ds darmstadtium																	
																		351 Rg roentgenium		352 Cn copernicium																	
																		353 Nh nihonium		354 Fl flerovium																	
																		355 Mc moscovium		356 Lv livermorium																	
																		357 Ts tennessine		358 Og oganesson																	
																		359 Nh nihonium		360 Ds darmstadtium																	
																		361 Rg roentgenium		362 Cn copernicium																	
																		363 Nh nihonium		364 Fl flerovium																	
																		365 Mc moscovium		366 Lv livermorium																	
																		367 Ts tennessine		368 Og oganesson																	
																		369 Nh nihonium		370 Ds darmstadtium																	
																		371 Rg roentgenium		372 Cn copernicium																	
																		373 Nh nihonium		374 Fl flerovium																	
																		375 Mc moscovium		376 Lv livermorium																	
																		377 Ts tennessine		378 Og oganesson																	
																		379 Nh nihonium		380 Ds darmstadtium																	
																		381 Rg roentgenium		382 Cn copernicium																	
																		383 Nh nihonium		384 Fl flerovium																	
																		385 Mc moscovium		386 Lv livermorium																	
																		387 Ts tennessine		388 Og oganesson																	
																		389 Nh nihonium		390 Ds darmstadtium																	
																		391 Rg roentgenium		392 Cn copernicium																	
																		393 Nh nihonium		394 Fl flerovium																	
																		395 Mc moscovium		396 Lv livermorium																	
																		397 Ts tennessine		398 Og oganesson																	
																		399 Nh nihonium		400 Ds darmstadtium																	
																		401 Rg roentgenium		402 Cn copernicium																	
																		403 Nh nihonium		404 Fl flerovium																	
																		405 Mc moscovium		406 Lv livermorium																	
																		407 Ts tennessine																			

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 பெளதீக மற்றும் இரசாயன இயல்புகளை அடிக்கடி வெளிப்படுத்துகின்றன.

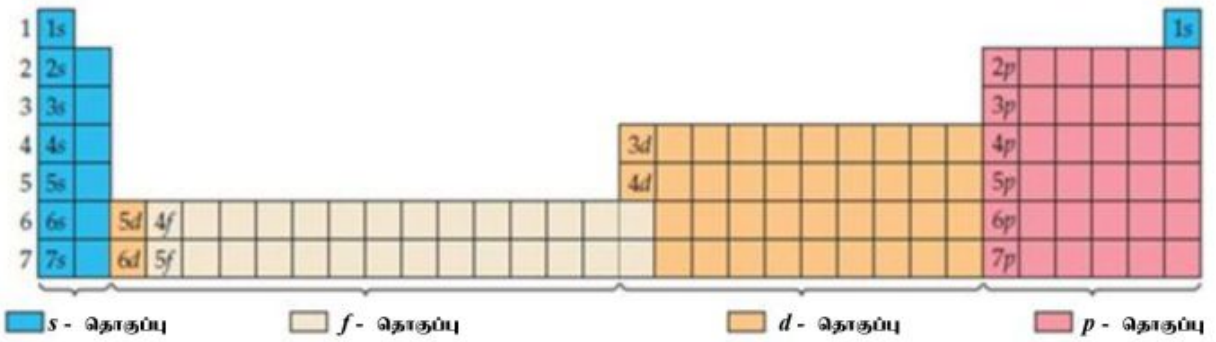
அட்டவணை 1.5: ஆவர்த்தன அட்டவணையிலுள்ள சில கூட்டங்களின் பெயர்கள்

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 ஓட்டிலும் $2n^2$ வரை: 2, 8, 18 அல்லது 32 இலத்திரன்களுக்கு இடமளிக்கப்படுகின்றது. 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 (கூட்டம் 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 நிரல்களைக் கொண்ட தொகுப்பு தாண்டல் உலோகங்களைக் கொண்டுள்ளது. இவையே வலுவளவு d ஓபிற்றல்கள் நிரப்பப்பட்டுப் பெறப்படும் மூலகங்கள் என்பதுடன் அவை d தொகுப்பை ஆக்குகின்றன.

d தொகுப்பிற்கு இடைப்பட்ட இரு வரிசைகளில் 14 நிரல்களைக் கொண்டமையும் வலுவளவு f ஓபிற்றல்கள் நிரப்பப்பட்டுப் பெறப்படும் மூலகங்கள் 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 இலத்திரன்கள் s , p , d மற்றும் f உபஓடுகளில் நிரப்பப்படமுடியுமாதலால் முறையே s தொகுப்பு 2 நிரல்கள், p தொகுப்பு 6, d தொகுப்பு 10 மற்றும் 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 அணுக்களின்னைப் பொறுத்தவரை ஒவ்வொரு இலத்திரனிற்கும் கருவின் கவர்ச்சிக்கு மேலதிகமாக ஒவ்வொரு இலத்திரனும் மற்றைய இலத்திரன்களினாலான தள்ளுக்கையையும் அனுபவிக்கின்றன. கருவினால் இலத்திரன் மீதான சில கவர்ச்சிகளை இலத்திரன் - இலத்திரன் தள்ளுக்கைகள் குறைப்பதனால் வேறு இலத்திரன்கள் இல்லாதநிலையில் ஓர் இலத்திரன் அனுபவிப்பதிலும் பார்க்கக் குறைவான கவர்ச்சிகளை அனுபவிக்கின்றன. பல்-இலத்திரனுடைய அணுவில் ஒவ்வொரு இலத்திரனும் அக இலத்திரன்களால் கருவிலிருந்து திரையிடப்படுவதால் அல்லது மூடி மறைக்கப்படுவதால் இச்செயற்பாடானது திரையிடல்விளைவு அல்லது மூடி மறைக்கப்படும் இயல்பு எனக் கூறப்படும்.

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 ($Z_{\text{eff}} < Z$).

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.

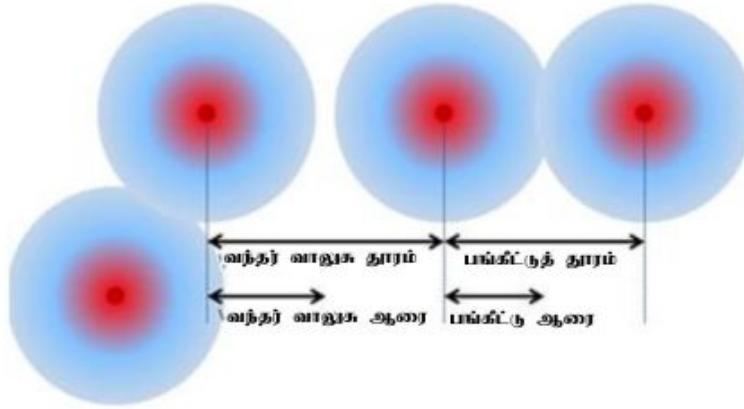
1.6.1 அணுக்கள் மற்றும் அயனிகளின் பருமன்கள்

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 மூலக்கூறுகள்/அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதும்போது அவற்றில் இரு கருக்களிற்கு இடைப்பட்ட ஆகக்குறைந்த தூரமானது அணுவாரையின் இருமடங்காக அமையும். இது பிணைப்பற்ற அணுவாரை அல்லது **வந்தர் வாலுசு ஆரை** எனப்படும்.



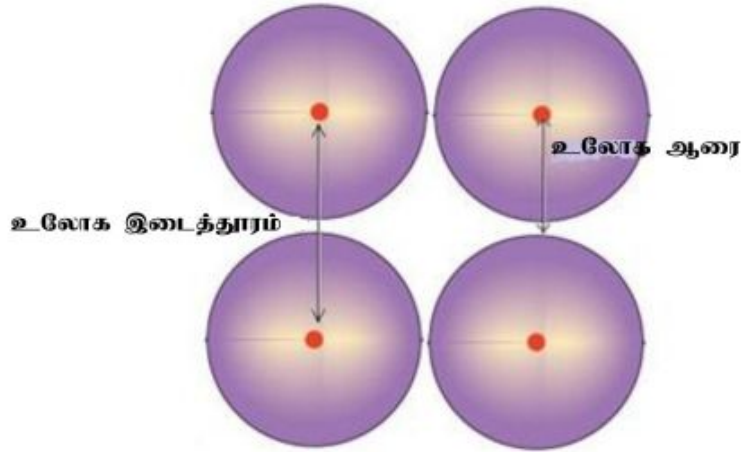
உரு 1.32 பங்கீடு மற்றும் வந்தர்வாலுசு ஆரைகள்

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 இடையிலான 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 சொட்டெண் (n) இன் அதிகரிப்பின் விளைவே இப்போக்கிற்கான பிரதான காரணமாகும். நிரலில் கீழ்நோக்கி நாம் செல்வோமெனின், வெளியோட்டு 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.

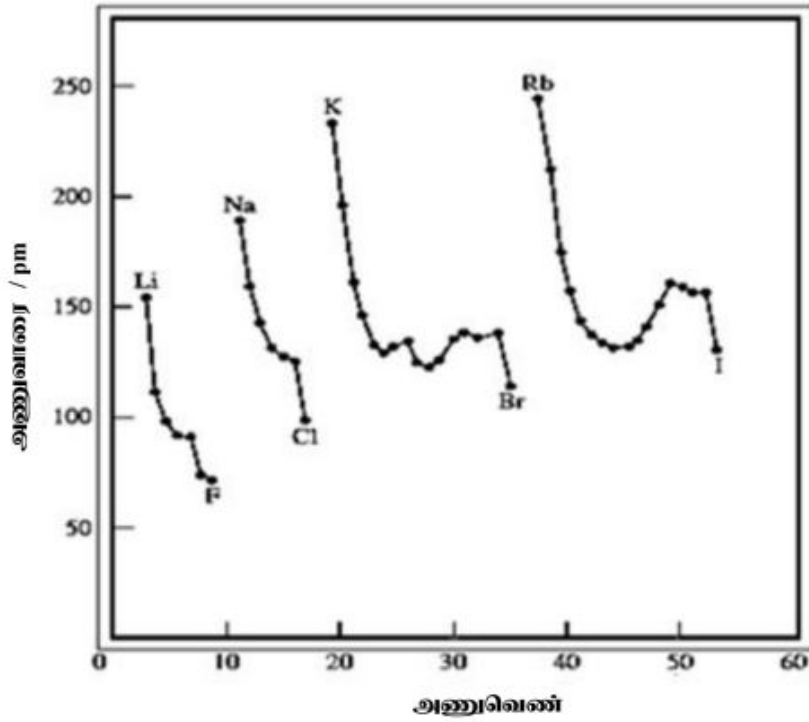
அணுவாரை அதிகரிப்பு

1	2		13	14	15	16	17	18
H 1								He 2
Li 3	Be 4		B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12		Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
K 19	Ca 20		Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
Rb 37	Sr 38		In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
Cs 55	Ba 56		Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86

d - தொகுப்பு

அணுவாரை அதிகரிப்பு

உரு 1.34 A ஆவர்த்தன அட்டவணையில் அணுவாரையின் போக்கு

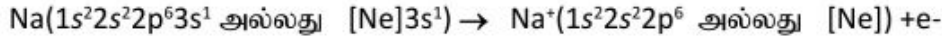


உரு 1.34 B ஆவர்த்தன அட்டவணையில் அணுவாரையின் போக்கு

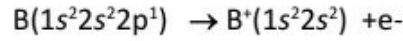
அயன்களின் இலத்திரனிலையமைப்பு

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

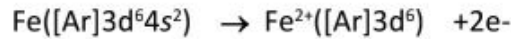
உதாரணத்திற்கு, சோடியம் அணுவிலிருந்து ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$) ஓர் இலத்திரன் அகற்றப்படும்போது அதன் $3s^1$ இலத்திரனானது அகற்றப்படுகிறது.



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



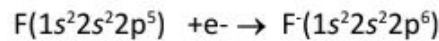
Fe ($[\text{Ar}]3d^6 4s^2$) இலிருந்து இரு இலத்திரன்கள் அகற்றப்படும்போது $3d$ க்கு முன்பே $4s$ ஒபிற்றல் நிரப்பப்பட்டாலும் $4s^2$ இலத்திரன்களே அகற்றப்படும்.



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



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



அயனாரைகளின் ஆவர்த்தனப் போக்கு

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

Li^+ 60 152	Be^{2+} 31 111	
Na^+ 95 186	Mg^{2+} 65 160	Al^{3+} 50 143
K^+ 133 231	Ca^{2+} 99 197	Ga^{3+} 62 122
Rb^+ 148 244	Sr^{2+} 113 215	In^{3+} 81 162

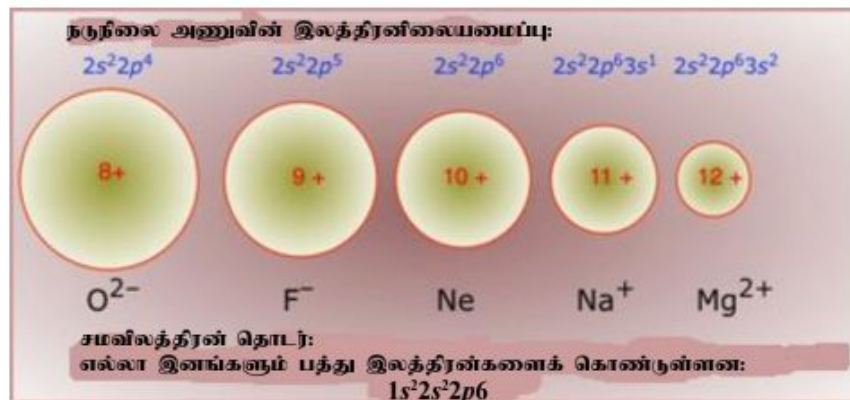
N^{3-} 171 70	O^{2-} 140 66	F^- 136 64
	S^{2-} 184 104	Cl^- 181 99
	Se^{2-} 198 117	Br^- 185 114
	Te^{2-} 221 137	I^- 216 133

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 ஒபிற்றலின் 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.

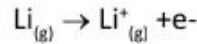


உரு 1.36 சமஇலத்திரன் தொடரின் ஆரை

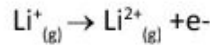
1.6.2 அயனாக்க சக்தி

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 அயனாக்கச்சக்தி பின்வரும் செயற்பாட்டுக்குத் தேவையான சக்தியாகும்.



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.



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 அகலுட்டு இலத்திரனை அகற்றலின்போது அயனாக்க சக்தி அதிகரிப்பதானது திட்டமானதாகும். ஏனென்றால் அகலுட்டு இலத்திரன்கள் கருவுக்கு நெருக்கமாக இருப்பதனால் வலிமையாகக் கவரப்படுகின்றமையாகும்.

முதலாம் அயனாக்க சக்தியின் ஆவர்த்தனப்போக்கு

ஆவர்த்தனத்தின் வழியாக முதலாம் அயனாக்க சக்தியானது பொதுவாக அதிகரித்துச் செல்கின்றது. ஒவ்வொரு ஆவர்த்தனத்திலும் கார உலோகங்கள் ஆகக்குறைந்த அயனாக்கச்சக்தியையும் விழுமிய வாயுக்கள் மிக உயர் அயனாக்கச்சக்தியையும் 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 மூலகங்களில் I_1 ஆனது கூடிய வீச்சைக் கொண்டமையும். பொதுவாக, ஆவர்த்தனத்தின் வழியே தாண்டல் உலோகங்களின் முதலாம் அயனாக்க சக்தியானது இடமிருந்து வலமாக மெதுவாக அதிகரித்துச் செல்லும்.

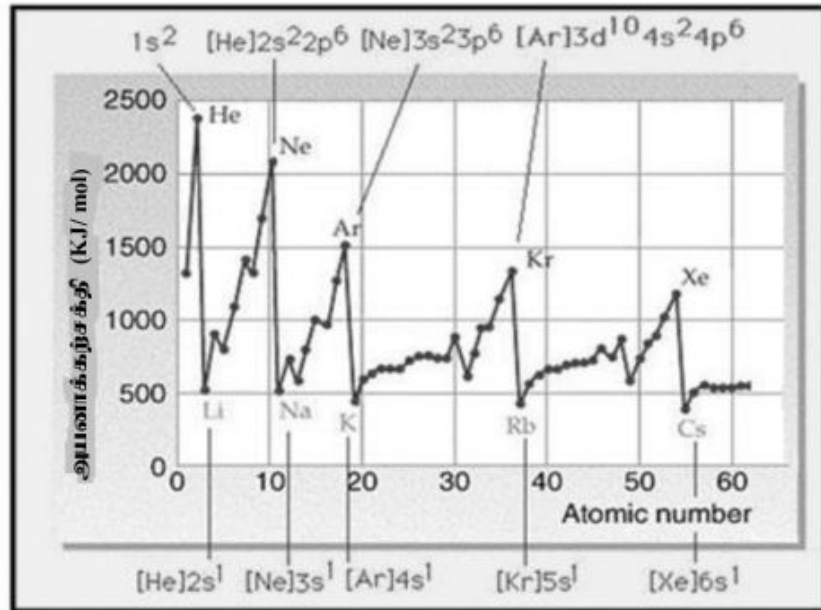
அணுப்பருமன் மீது செல்வாக்குச் செலுத்தும் அதே காரணிகளே அயனாக்க சக்திமீதும் செல்வாக்கு செலுத்துகின்றன. வெளியேயுள்ள ஓட்டில் நிரம்பியுள்ள இலத்திரனை அகற்றுவதற்குத் தேவையான சக்தியானது பயன்படு கருவேற்றம், கருவிலிருந்து இலத்திரனிற்கான சராசரி இடைத்தூரம் ஆகிய இரண்டிலும் தங்கியுள்ளது. பயன்படு கருவேற்றத்தின் அதிகரிப்பு 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.

அயனாக்கச்சக்தி அதிகரித்தல்

அயனாக்கச்சக்தி அதிகரித்தல்

1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

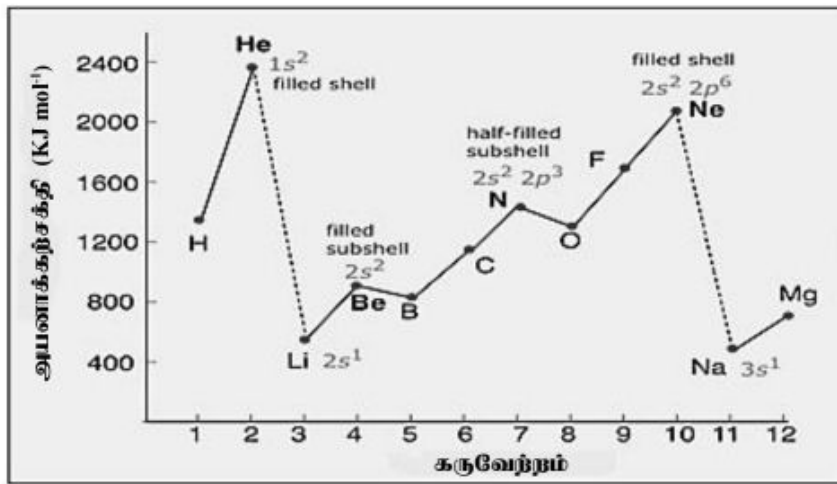
உரு 1.37 ஆவர்த்தன அட்டவணையில் முதலாம் அயனாக்க சக்தியின் போக்கு



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. பெரிலியுமானது 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.

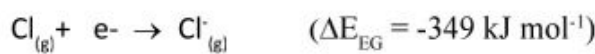


உரு 1.39 முதலாம், இரண்டாம் ஆவர்த்தனங்களின் வழியே முதலாம் அயனாக்க சக்திகளின் மாறுபாடு.

1.6.3 இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தி

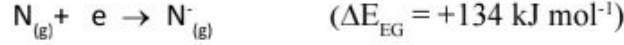
வாயுநிலை அணுவொன்றிற்கு இலத்திரனைச் சேர்க்கும்போது நடைபெறுகின்ற சக்தி மாற்றம் இலத்திரன் ஏற்றச் சக்தி எனப்படும். பெரும்பாலான அணுக்களில் ஓர் இலத்திரனைச் சேர்க்கும்போது சக்தி வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது.

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



(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.



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

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

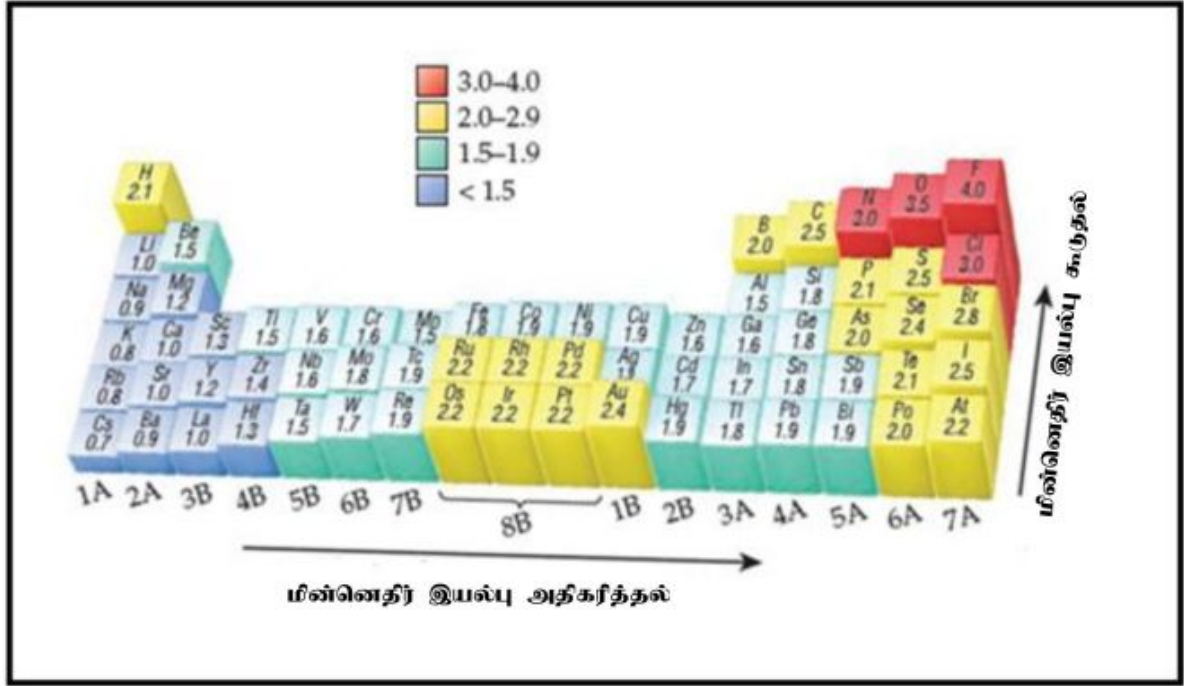
மேலும், இங்கு அணுவின் இலத்திரனாட்டமானது ΔE_{EG} உடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. அத்துடன் ஒரு மூலர் அனயன் வாயு நிலையில் ஓர் இலத்திரனை இழக்கும்போது ஏற்படும் சக்தி மாற்றம் எனவும் கூறப்படும்.

$A_{(g)}^- \rightarrow A_{(g)} + e^- \quad \Delta E_A$. இதன் பருமன் ΔE_{EG} இன் 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 கவரும் திறன் 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 மின்னெதிர்த்தன்மை யுடையன இரு அணுக்கள் ஒரு பிணைப்பை உருவாக்கும்போது அது அயன் அல்லது பங்கீட்டு இயல்பா எனத் தீர்மானிப்பதற்கு, இவற்றிற்கு இடைப்பட்ட மின்னெதிர்த்தன்மை வேறுபாடு பயன்படும்.



உரு 1.40 ஆவர்த்தன அட்டவணையில் அணுக்களின் இலத்திரனாட்டத்தின் மாறுபாடு

அட்டவணை 1.6 A சமன்பாடுகள்

சமன்பாடுகள்

அணுஎண் (Z) = புரோத்தன்களின் எண்ணிக்கை = இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை

திணிவெண்(A) = புரோத்தன்களின் எண்ணிக்கை (Z) + இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை

$$1 \text{ amu} = 1.66054 \times 10^{-24} \text{ g} \quad \text{மற்றும்} \quad 1 \text{ g} = 6.02214 \times 10^{23} \text{ amu}$$

$$\text{அணுத்திணிவு} = \sum [(\text{சமதானிகளின் திணிவு}) \times (\text{சமதானிகளின் வளப்பின்னம்})]$$

$$\text{ஒளியின் கதி} = c = \lambda \nu = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{ஒரு போட்டோனின் சக்தி} = E = h\nu$$

மாறிலி h ஆனது பிளாங்கின் மாறிலி எனப்படும். இதன் பெறுமானம் $6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$