

சடமும் கதிஃப்பும்

ஈ. ஜே. சற்குணராஜா

வெளியீடு:

கல்வி, பண்பாட்டலுவல்கள், விளையாட்டுத்துறை அமைச்சர்
வடக்கு - கிழக்கு மாகாணம்
திருகோணமலை.

சடமும் கதிர்ப்பும்

ஈ. ஜே. சுற்குணராஜா ©

முதற்பதிப்பு:—

ஜூலை 1997

விற்பனை உரிமை:—

கல்வி, பண்பாட்டலுவல்கள், விளையாட்டுத்துறை அமைச்சர் வ. கி. மா. திருகோணமலை,

பிரதிகள்:—

2000

அச்சும் அமைப்பும்:—

**பதிப்பகத் தினைக்களம், வ. கி. மா.
திருகோணமலை.**

SADAMUM KATHIRPPUM

E. J. Satkunaraja ©

First Edition:—

July 1997

Sales Right:—

Ministry of Education, Cultural Affairs, and Sports

N. E P Trincomalee

Tel:- 026-22176

Copies:—

2000

Printing & Lay out:—

Printing Department, N. E. P.

Trincomalee.

Tel/Fax 026-22151

சமர்ப்பணம்

காலஞ்சென்ற எனது தந்தையார்
முகாந்தரம் J. S. இளையதம்பி J. P. அவர்களுக்கு

வடக்கு - கிழக்கு மாகாணக் கல்வி பண்பாட்டலுவல்கள்
விளையாட்டுத்துறை அமைச்சின் செயலாளர்
திரு. சுந்தரம் டிவகலாலா அவர்கள் வழங்கிய

அணிந்துரை

க. பொ. த (உ/த) விஞ்ஞான மாணவர்களுக்குத் தமிழில் பாட நூல்களும் உசாத்துணை நூல்களும் அரிதாகவே உள்ளன. மாணவர்களின் கய கற்றலை ஊக்குவிக்க தமிழ்மொழியில் பாடநூல்கள், உசாத்துணை நூல்கள், பயிற்சி நூல்கள் என்பன மிகவும் அவசியமானவை. க. பொ. த. (உ/த) புதிய பாடத்திட்டத்திற்கு அமைவான பாடநூல்களை தமிழ்மொழியில் வெளியிடுவதற்கு வடக்கு - கிழக்கு மாகாணக் கல்வி அமைச்ச ஆக்கமும் ஊக்கமும் அளிக்கின்றது. அத்துடன் எதிர் காலத்தில் நூல் வெளியிட்டுப் பிரிவு ஒன்றை ஆரம்பித்து தமிழ்மொழி யிலான பாடநூல்கள், உசாத்துணை நூல்கள் என்பவற்றை வெளியிட வும் திட்டமிட்டுள்ளது.

க. பொ. த (உ/த) பெளதீகவியல் பாடத்திட்டத்தில் புதிதாகச் சேர்க்கப்பட்ட இரண்டு முக்கிய அலுகுகள் (I) இலத்திரனியல் (II) சடமும் கதிர்ப்பும் ஆகியவாகும். பெளதீகவியல் பாடத்தில் சிறந்த ஆசிரியராக திகழ்ந்தவரும், ஆழந்த ஈடுபாடு உடையவரும் மூன்னை நாள் வடக்கு - கிழக்கு மாகாணக் கல்வி அமைச்சின் செயலாளரும் தந்போது இவ்வமைச்சில் நிபுணத்துவ ஆலோசகராகக் கடமை புரிபவருமாகிய திரு. ச. ஜே. சற்குணரரசா அவர்களின் “இலத்திரனியல்” என்ற நாலை மட்டக்களப்பு மாவட்டக் கல்வி அபிவிருத்திச் சம்கம் ஏற்கனவே வெளியிட்டுள்ளது

திரு. ச. ஜே. சற்குணரரசா அவர்களின் “சடமும் கதிர்ப்பும்” என்ற இரண்டாவது பெளதீகவியல் நூல் இவ்வமைச்சின் கீழ் இயங்கும் வடக்கு - கிழக்கு மாகாணப் பதிப்பகத்தின் முதலாவது பாடநூல் வெளியீடாக அமைவது குறித்து நான் மிகவும் பெருமையும் மகிழ்ச் சியும் அடைகிறேன்.

விஞ்ஞான பாடநூல்களைத் தமிழ் மொழியில் எழுதி க.பொ.த.
(உ/த) விஞ்ஞான மாணவர்கள் பயன்டைவதற்கு உதவியமைக்கு
திரு. ச. ஜே. சந்திரனராசா அவர்களுக்கு மாணவ சமூகத்தின் சார்பிலும், ஆசிரியர்கள் சார்பிலும், கல்வியியலாளர் சார்பிலும் எனது மனப்பூர்வமான நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன். இதே போன்று
ஏனைய விஞ்ஞான, கணித, வர்த்தக, கலைப்பாடங்களிலும், தரமான
பாடநூல்களைத் தமிழ்மொழியில் எழுதுவதற்கு முன்வருமாறு ஆசிரியர்களையும் கல்வியியலாளர்களையும் கேட்டுக்கொள்ளுகிறேன். இவ்வாறு எழுதப்படும் நூல்களை இவ்வமைச்சின் கீழ் அமையவுள்ள நூல்
வெளியீட்டுப்பிரிவு வெளியிடுவதற்கு முன்வருகின்றது-

திரு. ச. ஜே. சந்திரனராசா அவர்கள் நல்ல ஆரோக்கியத்துடன்
நீண்ட காலம் வாழ்ந்து பெள்கிபாடத்துறையில் உள்ள கடினமான
பாடப்பரப்புகளில் மேலும் நூல்களை உருவாக்கியும் மதிப்பீட்டுத்
துறையிலும் கல்வி ஆராய்ச்சித்துறையிலும் ஆசிரியர்களை நெறிப்படுத்தியும் வடக்கு - கிழக்கு மாகாண மாணவ சமூகத்திற்கும், ஆசிரிய
சமூகத்திற்கும் நற்சேவையாற்ற வேண்டும் என்றும் வாழ்த்துகிறேன்.

ஏந்தரம் டிவகலாலா,
செயலாளர்:

அறிமுகம்

க.பொ.த. உயர்தர பெளதிகவியற் பாடத்திட்டம் 1995ம் ஆண்டு தொடக்கம் மாற்றி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மாற்றி அமைக்கப்பட்ட பாடத்திட்டத்தில் புதிதாகச் சேர்க்கப்பட்ட பாடப்பறப்புக்களில் ஆசிரியர்களுக்கான துணை நூல்களோ, மாணவருக்கான பாடநூல்களோ தமிழ் மொழியில் இல்லை என்றே கூறலாம். இக்குறைபாடு தமிழ் மூலம் கற்கும் மாணவரின் கல்வியைப் பாதிக்கிறது.

இதனை ஈடு செய்ய மட்டக்களப்பு விஞ்ஞான வள நிலையம், மட்ட / கல்வி அபிவிருத்தி நிலையம் போன்ற பல அமைப்புக்கள் ஊடாக நாம் முயற்சி எடுத்து வருகிறோம். அத்துடன் பெளதிகப் பாடத்துறை யிலும், மதிப்பீட்டுத்துறையிலும் நீண்டகால அனுபவமும், முதிர்ச்சி யும் உடைய திரு. ஈ. ஜே. சந்திரராஜா (முன்னெண் நாள் மாகாண கல்வி, கலாச்சார, விளையாட்டுத்துறை அமைச்சின் செயலாளர்) அவர்கள் தற்போது கல்வி நிபுணத்துவ ஆலோசகராக எங்கள் தினைக் களத்தில் பணி புரிகிறார். வடக்கு - இழக்கு மாகாண தமிழ் / பேசம் மாணவர்களின் நலன் கருதி அவர் இந்த நூலையும், இதற்கு முன் எம்மால் வெளியிடப்பட்ட இலத்திரனியல் எனும் நூலையும் இலவச மாக எழுதி எங்களுக்கு தந்தார். இலத்திரனியல் நூலை மட்டக்களப் பில் பல கல்வி அபிவிருத்தி நடவடிக்கைகளில் ஈடுபட்டுவரும் கல்வி அபிவிருத்திசங்கத்தின் மூலம் வெளியிட்டோம். இந்த நூலை எமது கல்வி, கலாச்சார, விளையாட்டுத்துறை அமைச்சின் செயலாளர் திரு. சுந்தரம் திவகராலா தனது அமைச்சின் சீழ் இயங்கும் வடக்கு - இழக்கு மாகாண பதிப்பகத்தினைக்கள் நிறுவனத்தின் மூலம் வெளியிட ஆவண செய்தார். எமது மாகாண எஜமான்களின் கல்வி முன்னேற்றத்துக்காக அயராது உழைக்கும் அவர், இந்த நூலின் வெளியீடிடில் மிகவும் ஆர்வம் காட்டினார். இதற்காக அவருக்கும் இதைவெளியிடும் நிறுவனத்திற்கும் எனது மனப்பூர்வமான நன்றிகள்.

பல சிரமங்களின் மத்தியில் வெளியிடப்படும் இந்த நூலும், ஏற்கூவே வெளியிடப்பட்ட இலத்திரனியல் எனும் நூலும், க. பொ.த. உயர்தர பெளதிகவியல் மாணவர் குறைகளை பெருமளவு தீர்க்கும் என்பதில் ஜயமில்லை.

S. S. மனோகரன்,
மேலதிக கல்விப்பணிப்பாளர்
(மட்டக்களப்பு மாவட்டம்)

மாவட்ட கல்வித்தினைக்களம்
மட்டக்களப்பு.

15-6-1997.

என்னுரை

1995 ஆம் ஆண்டில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட க.பொ.த. உயர்தர பெளதிகவியல் பாடத்திட்டத்தில் இரு புதிய அலகுகள் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் ‘சடமும் கதிர்ப்பும்’ என்பது ஒரு அலகாகும். இவ் அலகில், வெப்பக் கதிர்ப்பு, கதிர்ப்பைச் சொட்டாக்கல், ஒளி மின்விளைவு, X - கதிர்கள், சடத்தின் அலை இயல்பு, கதிர்தொழிற் பாடு ஆகியன அடங்கும்.

இப்பகுதி க. பொ. த. உயர்தர வகுப்புக்களில் கற்பிக்கும் பெளதிக் ஆசிரியர்களுக்கு புதியது. கல்முனை, மட்டக்களப்பு கல்விப் பணிப்பாளர்கள் இப்பகுதியில் தங்கள் ஆசிரியர்களுக்கு சில படிப்பு வட்டங்களை நடத்துமாறு என்னைக் கேட்டனர். இந்த படிப்பு வட்டங்களை நடாத்த ஒவ்வொரு உப அலகுகளிலும் ஆசிரியர் கையேறு களையும் வினாக்களாக தொத்துக்கணையும் முதலில் தயாரித்தேன். இக்கையேறு களைப் பயன்படுத்தி படிப்பு வட்டங்களை நடத்தியபோது ஆசிரியர்கள் பல பிரச்சினைகளை எழுப்பினார்கள். மாணவருக்கு இப்பகுதி யில் ஒரு பாட நூலும் தமிழில் இல்லையே! நீங்கள் இக்கையேறு களில் உள்ள விடயங்களை மேலும் விளக்கங்களுடனும், வினாக்களுடனும், உதாரணக் கணக்குகளுடனும், மாணவருக்கு ஏற்ப தயாரிக்கலாமே என அவர்கள் என்னைத் தொண்டியதன் பயனாகவே இந்த நூல் வெளி வருகிறது.

இந்த நூலில், பல முக்கியமான எண்ணக்கருக்கள் மிகவும் எளிமையான முறையில் அறிமுகப் படுத்தப்பட்டுள்ளன. முக்கியமாக, கதிர்தொழிற்பாடு எனும் அத்தியாயத்தில் அடுக்குக்குறித் தேய்வு (Exponential decay), தேய்வு ஒருமை, தொழிற்பாடு. அரை ஆயுள் ஆகிய எண்ணக்கருக்கள், அடுக்குக்குறிச் சமன்பாடுகளின் உதவியின்றி, மிகவும் இலகுவான முறையில் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

மாணவரின் அறிவை பூரணப்படுத்துவதற்கு ஏற்ப ஒவ்வொரு பாட இறுதியிலும் பல பல தேர்வு வினாக்களும், கட்டுரை வடிவ வினாக்களும் உள்ளடக்கப்பட்டுள்ளன.

இந்த நூல், தமிழ் மொழியில் கற்கும் மாணவர்கள், கற்பிக்கும் ஆசிரியர்கள் ஆகியோரின் தேவைகளை ஒரளவு பூர்த்தி செய்யும் என நம்புகிறேன்.

மட்டக்களப்பு மாவட்ட கல்விப் பணிப்பானர், திரு. S. S. மனோகரன், விஞ்ஞான கல்வி வளர்ச்சியில் பெரிதும் அக்கறை கொண்டவர். அவரின் அழைப்பின் பேரிலேயே நான் மட்டு விஞ்ஞான வளர்வையத்தில் ஆரம்பத்தில் உதவிகள் ஆற்றிக் கொண்டிருந்தேன். இந்த நூலையும், இலத்திரனியல் நூலையும் எழுதும் போது மிகுந்த உற்சாகத்தை எனக்கு அளித்தார். இந்த நூலை பிரசரிக்க அவரே கல்வி அமைச்சின் செயலாளரை தொடர்பு கொண்டு ஆவன செய்தார். அவருக்கு முதற்கண் எனது நன்றி. விஞ்ஞான வளர்வையைப் பொறுப்பதுகாரி திரு. S. ரெட்டினசிங்கம் அவர்களும் இந்த நூலை எழுதும் போது பல உதவிகளை செய்தார். திருமதி W. நடராஜா அவர்கள் கையேட்டு பிரதிகளை படித்து ஆக்க பூர்வமான ஆலோசனைகளை வழங்கினார். இவர்களுக்கும் எனது நன்றி.

இந்த நூல் அச்சிட்டு வெளி வருவதற்கு காரணமாக இருந்தவர் மாகாண கல்வி கலாச்சார, வினாயாட்டுத்துறை அமைச்சின் செயலாளர் திரு. சுந்தரம் திவகலாலா அவர்கள் வடக்கு-கிழக்கு மாகாணத்தின் கல்வி நிலையை உயர்த்த அரும் பெரும் புாடு பட்டு உழைப்பதன் காரணமாகவே அவர் இந்த நூலின் வெளியீட்டினை துரிதப்படுத்தி னார். அவருக்கு எனது மனமாற்ற நன்றிகள். மாகாணக் கல்வி பணிப்பாளர் செல்வி. T. பெரியதம்பி அவர்களும் உற்சாகம் அளித்தார்கள், உதவிப்பணிப்பாளர் திருமதி. S. கிறீஸ்கந்தராஜா அவர்கள் இப்புத்தகத்தை அச்சிடுவதில் பல வித்திலும் உதவினார்கள். அவர்களுக்கும் எனது நன்றி:

இப்புத்தகத்தை ஒழுங்குற அச்சேற்றித்தந்த வடக்கு - கிழக்கு மாகாண பதிப்பகத் திணைக்களத்திற்கும், திணைக்கள பணிப்பாளருக்கும் சக ஊழியர்களுக்கும் எனது நன்றி.

த. ஜே. சுந்தராஜா

பொருளடக்கம்

1. வெப்பக்கதிர்ப்பு:

1. 1. அறிமுகம்	— 01
1. 2. செங்கிழி கதிர்கள்	— 01
1. 3. கதிர்ப்பு கக்தி தங்கியிருக்கும் காரணிகள்	— 02
1. 4. கரும்பொருட் கதிர்ப்பு (Black body Radiation)	— 03
1. 5. கதிர்ப்பின் செறிவும் அலைநீளமும்	— 05
1. 6. கரும்பொருட் கதிர்ப்பும் வெப்பநிலையும்	— 06
1. 7. வீன், ரோவி ஆகியோரின் விளக்கம்	— 07
1. 8. கதிர்ப்பின் சொட்டு இயல்பு (Quantum Nature of Radiation)	— 08
1. 9. உதாரணங்கள்	— 09
1.10. வினாக்கள் I (பல்தேர்வு) வினாக்கள் II	— 11 — 14

2. ஒளி மின் விளைவு:

2. 1. ஒளி - மின் விளைவு: தோற்றப்பாடு	— 16
2. 2. பரிசோதனைமூலம் கிடைத்த அவதானங்கள்	— 16
2. 3. அவதானங்களும் அலைக்கொள்கையும்	— 17
2. 4. ஒளிக்கலப் பரிசோதனை - 1 தடுக்கும் அழுத்தம்	— 18
2. 5. பரிசோதனை - 2 செறிவும் ஓட்டமும்	— 20
2. 6. பரிசோதனை - 3 மீட்ரனும், தடுக்கும் அழுத்தமும்	— 20
2. 7. ஐஞ்ஸ்ரெனின் விளக்கம்	— 21
2. 8. வேலைச்சார்பு; நுழைவாய் மீட்ரன் / அலைநீளம்	— 23
2. 9. செறிவும் உயர்வு ஓட்டமும்	— 25
2.10. உதாரணங்கள் வினாக்கள் I (பல்தேர்வு) வினாக்கள் II	— 25 — 30 — 36

3. சடத்தின் அலை இயல்பு:

3. 1. மின்காந்த அலைகளின் இருமை இயல்பு	— 40
3. 2. டி. புறொக்வி அலைநீளம்	— 40

3. 3.	இலத்திரன் கோணல்	— 41
3. 4.	இலத்திரன் நுணுக்குக் காட்டி	— 42
3. 5.	உதாரணம்	— 43
3. 6.	வினாக்கள்	— 44
4.	X கதிர்கள்	
4. 1.	அறிமுகம்	— 47
4. 2.	உற்பத்தி	— 48
4. 3.	இயல்புகள்	— 49
4. 4.	பயன்பாடுகள்	— 50
4. 6.	உதாரணங்கள்	— 51
4. 7.	வினாக்கள்	— 52
5.	கதிர் தொழிற்பாடு	
5. 1.	கண்டுபிடிப்பு	— 56
5. 2.	கதிர் தொழிற்பாட்டின் வரைவிலக்கணம்	— 56
5. 3.	கதிர்களின் இயல்புகள்	— 56
5. 4.	கதிர் தொழிற்பாட்டு விளைவுகள்	— 59
5. 6.	இயற்கை, செய்கை கதிர் தொழிற்பாடு	— 60
5. 7.	தேய்வு, தேய்வு ஒருமை	— 61
5. 8.	அடுக்குக்குறி தேய்வு (Exponential Decay)	— 62
5. 9.	அரை ஆயுள்	— 63
5.10.	மேலும் சில தொடர்புகள்	— 64
5.11.	கதிர்ப்புக்களை கண்டறிதல் (Detection of Radiation)	— 65
5.12.	கதிர் தொழிற்பாட்டு சமதானிகளின் உபயோகம்	— 67
5.13.	கருப் பிளவு (Nuclear Fission)	— 70
5.14.	கரு ஒன்றில் (Nuclear Fusion)	— 71
5.15.	கதிர்ப்பின் ஆரோக்கிய ஆபத்துக்கள்	— 72
5.16.	உதாரணங்கள்	— 73
5.17.	வினாக்கள்	— 77

1. வெப்ப கதிர்ப்பு

1. 1. அநிமுகம்

ஓர் அடுப்புக்கு அல்லது எரியும் சுவாலை ஒன்றிற்கு அண்மையில் நிற்கும் போது, எமது மேற்கோள் இளஞ்சுட்டை உணருகிறது. ஒரு பொருளை வெயிலில் வைத்தால் சிறிது நேரத்தின் பின் அதன் வெப்பநிலை உயர்கிறது. ஒரு மின் இழை விளக்குக்கு அண்மையில் இருக்கும் போதும் இளஞ்சுட்டை உணரலாம். இவ் வாறான சந்தர்ப்பங்களில், குடான பொருளிலிருந்து வெப்பச்சக்தி எங்களுக்கு கிடைக்கிறது. இடையிலுள்ள வளி வெப்பமடைவதில்லை. சூரியனிலிருந்து எமக்கு கிடைக்கும் வெப்பச்சக்தி சுயாதினவெளிக்கு (வெற்றிடத்திற்கு) ஹடாகவே பூமியை அடைகிறது. எனவே, இவ்வாறு வெப்பம் காவப்படும்முறை கடத்தல், மேற்காவதை ஆகியவற்றிலும் வேறுபட்டது. இவ்வாறு வெப்பம் காவப்படும் முறை வெப்பக் கதிர்ப்பு எஃப்படும்.

ஒளி விளக்கு, சூரியன் போன்ற குடான பொருட்கள் ஒளியையும், வெப்பத் தையும் ஒருமித்து காலுகின்றன. இவ்வாறு காலப்படும் வெப்பக்கதிர்ப்பு, ஒளியைப் போன்று, அவை இயல்புகளை உடையது: தெறிப்பு, முறிவு, கோணங்கள் போன்ற தோற்றுப்பாடுகளை வெப்ப கதிர்களும் காட்டும், கண்ணாடி அரியமொன்றினை பயன்படுத்தி, வெள்ளொளியின் திருசியத்தை பெறும் போது, சிவப்பு ஒளி காணப்படும் பகுதிக்கு அப்பான் வெப்பக்கதிர்ப்பு உணரப்படும். இதை உணர்வதற்கு வெப்ப அடுக்கு (Thermopile), கதிர்ப்புமாணி (Bolometer) ஆகியவற்றை பயன்படுத்த வேண்டும். எனவே இவை சிவப்பு ஒளியிலும் கூடிய அலை நீளமுள்ள மின்காந்த அலைகள் ஆகும்.

1. 2. செங்கிழிக்கதிர்கள்

மீறி வைதா	கட்புக ஒளி	செங்கிழிக் கதிர்கள்	மைக்கிரோ அலைகள்
↑	↑	↑	↑
அலைநீளம்: மீட்ரன்:	0.4 μm	0.8 μm	1 mm
		$4 \times 10^{14} \text{ Hz}$	$3 \times 10^6 \text{ Hz}$

படம் 1

கட்புக ஒளிக்கு அண்மையிலுள்ள மின்காந்த திருசியம் படம்1 இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. கட்புக ஒளிக்கும், மைக்கிரோ அலைகளுக்கும் இடைப்பட்ட பகுதி

வெப்பக் கதிர்ப்புக்கு உரியதாகும். செந்திற ஒளிக்கு இது கீழே இருப்பதால், செங்கீழ்க்கதிர்கள் எனப்படும். இவ் அலைகள் ஏற்ததாழ 0.8 μm க்கும் 1μm இடைப்பட்ட அலை நீளங்களை உடையன.

வெப்பக் கதிர்ப்பின் இயல்புகள் பலவகையில் ஒளி அலைகளின் இயல்புகளை ஒத்தன:

1. அவற்றின் வேகங்கள் சமமானவை (வெற்றிடத்தில் $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$)
2. ஒளி, செங்கீழ் கதிர்கள் இரண்டும் நேர் கோட்டில் செல்லும் (அலை நீளங்கள் சிறியவை ஆகையால்)
3. உயர் வெப்ப நிலையிலுள் பொருட்கள் கட்புக ஒளியையும், வெப்ப கதிர்களையும் ஒருமித்து காலும்.
4. ஒளி அலைகளுக்கான தெறிப்பு, முறிவு விதிகள், செங்கீழ் ஒளிக்கும் பொருந்தும்.
5. ஒளியும், வெப்பக்கதிர்களும் ஆர்முடுகும் ஏற்ற துணிக்கைகளினால் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன.
6. ஒளி அலைகள் கோணவடைவதை போன்று செங்கீழ் அலைகளும் கோணவடையும்.

செங்கீழ் அலைகள், ஒளி அலைகளுடன் ஒப்பிடும் போது, பின்வரும் வேறு பாடுகளை உடையன.

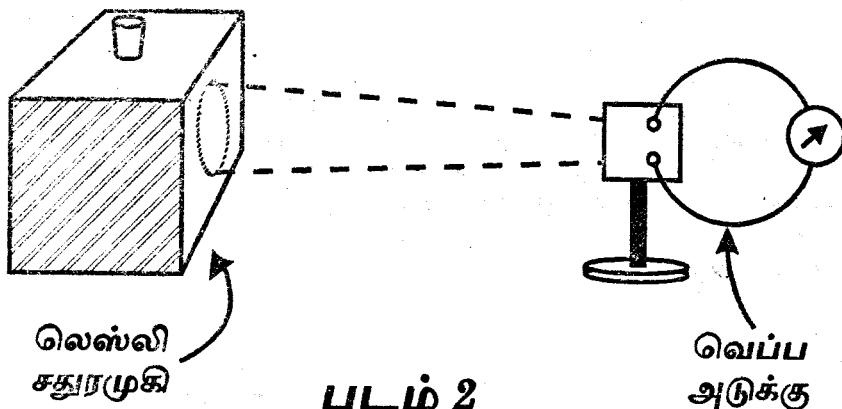
1. ஒளியின் அலை நீளங்களைவிட, செங்கீழ் கதிர்களின் அலை நீளங்கள் கூடுதலானவை.
2. ஒளியை ஊடுகடத்தும் கண்ணாடி, காபனீரோக்கைட்டு போன்றவை கூடிய நீளங்களை உடைய செங்கீழ் அலைகளை உறிஞ்சுகின்றன. பச்சை இல்லவிளைவு (green - house effect) இதன் காரணமாகவே ஏற்படுகிறது. அதே போன்று வெப்பக்கதிர்ப்பை ஊடு கடத்தும் பாறை உப்பு (rock salt), எப்பைற்று போன்றவை கட்புக ஒளியை உறுஞ்சுகின்றன.
3. வெப்பக்கதிர்ப்பை உணருவதற்கு, வெப்ப அடுக்கு, கதிர்ப்புமானி போன்ற உணரிகளை பயன்படுத்த வேண்டும்.

1. 3. கதிர்ப்பு சக்தி தங்கியிருக்கும் காரணிகள்

ஒரு திணமத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஒரு செக்கனில் காலப்படும் சக்தி பின்வரும் காரணிகளில் தங்கியிருக்கும்.

1. பொருளின் மேற்பரப்பின் தன்மை
2. மேற்பரப்பின் பரப்பளவு
3. பொருளின் வெப்பநிலை

காலப்படும் சக்தி மேற்பரப்பின் தன்மையில் தங்கியிருப்பதை காட்ட வெஸ்வி சதுரமுகி (Leslie Cube) எனும் ஒரு பொன்னான் சதுரமுகியையும், வெப்ப அடுக்கு ஒன்றினையும் பயன்படுத்தலாம். சதுரமுகியின் நிலைக்குத்து பக்கங்கள் வெவ்வேறு தன்மையானவாக இருக்கும். ஒரு பக்கம் கறுப்பாகவும், இன்னோர் பக்கம் மினுமினுப்பாகவும் இருக்கும். மற்ற இருபக்கங்களில் ஒன்று வெள்ளையாகவும், மற்றது ஏதோ ஒரு நிறமாகவும் இருக்கலாம்.



சதுரமுகியை கொதி நீரால் நிரப்பியின், மினுமினுப்பான் பக்கத்திற்கு முன்னால், ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்திற்கு அப்பால் வெப்ப அடுக்கினை, படம் 2 இல் காட்டப்பட்டவாறு வைக்கவும். இப்பக்கத்தில் மட்டும் இருந்து காலப்படும் கதிர்ப்புக்கள் மட்டும் வெப்ப அடுக்கின் கூம்பினுள் வீழக்கூடியதாக இத்தூரம் இருக்க வேண்டும். வெப்ப அடுக்கு, பல வெப்ப இணைகளை தொடராக தொடுப்பதன் மூலம் ஆக்கப்பட்டது. அதன் மூன்பக்கத்திலுள்ள கூம்பினுள் 1S இல் விழும் வெப்பச் சக்தி. அதனோடு இணைக்கப்பட்ட மில்லி அம்பியர் மாணியின் வாசிப்புக்கு நேர்விகித சமம் ஆகும். அம்பியர் மாணியின் வாசிப்பை குறித்துக்கொண்டபின், ஏனைய பக்கங்கள் ஒவ்வொன்றின் முன்னால், அதே தூரத்தில், வெப்ப அடுக்கினை வைத்து, அம்பியர் மாணியின் வாசிப்புக்களை பெறலாம். இவ்வாறு பெறப்பட்ட வாசிப்புக்களில் இருந்து, கறுப்பு நிற மேற்பரப்பு ஆக்கூடிய சக்தியை காலுவதையும், மினுமினுப்பான் மேற்பரப்பு ஆக்குறைந்த சக்தியை காலுவதையும் அவதானிக்கலாம்.

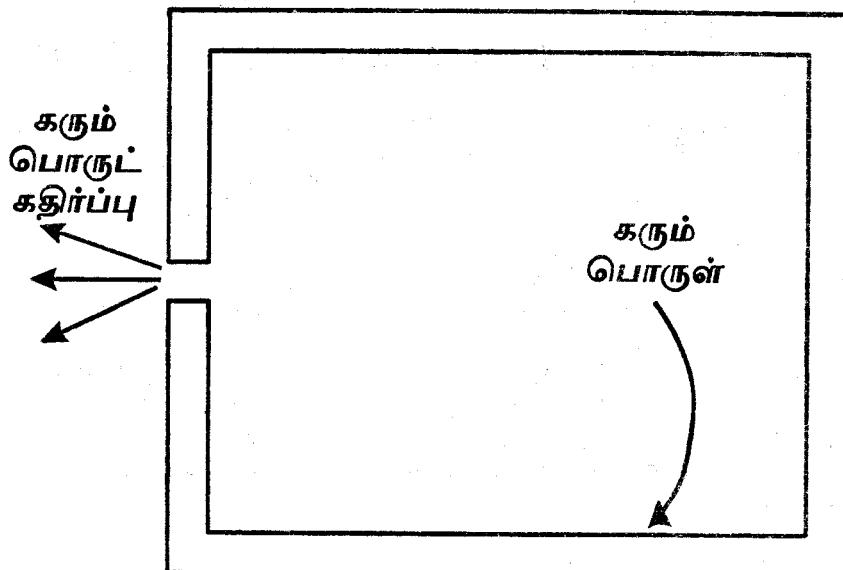
1. 4. கரும்பொருட் கதிர்ப்பு (Black body radiation)

மேலே விபரிக்கப்பட்ட பரிசோதனையிலிருந்து, கருமையான மேற்பரப்புக்கள் கூடிய சக்தியை காலுகின்றன என்பதை பார்த்தோம். இவ்வாறான ஒரு பொருள்

உறுதியான வெப்பநிலையில் இருப்பின் அது வீக்கின்ற அளவு சக்தியை உறுஞ்ச வேண்டும் அதாவது உறுதி வெப்ப நிலையில் ஒரு பொருளின் உறுஞ்சல் வலுவும் காலல் வலுவும் சமமாக இருத்தல் வேண்டும்.

ஒரு கரும் பொருளை (இவட்சிய கரும்பொருளை) பின்வருமாறு வரையறைக்கலாம். அதன் மேற்பரப்பில் விழும் எல்லா கதிர்புகளையும் முற்றாக உறுஞ்சக் கூடு பகுதியையும் தெறிக்கவோ, ஊடு செல்லவோ விடாத) பொருள் கரும்பொருள் எனப்படும். இது பூரண கதிர்த்தியாகவும் இருக்கும்; அவ்வாறான பொருள் காலும் கதிர்ப்பு கரும் பொருட் கதிர்ப்பு எனப்படும். கரும் பொருட் கதிர்ப்பின் செறிவு அதன் வெப்பநிலையில் மட்டுமே தங்கியிருக்கும்.

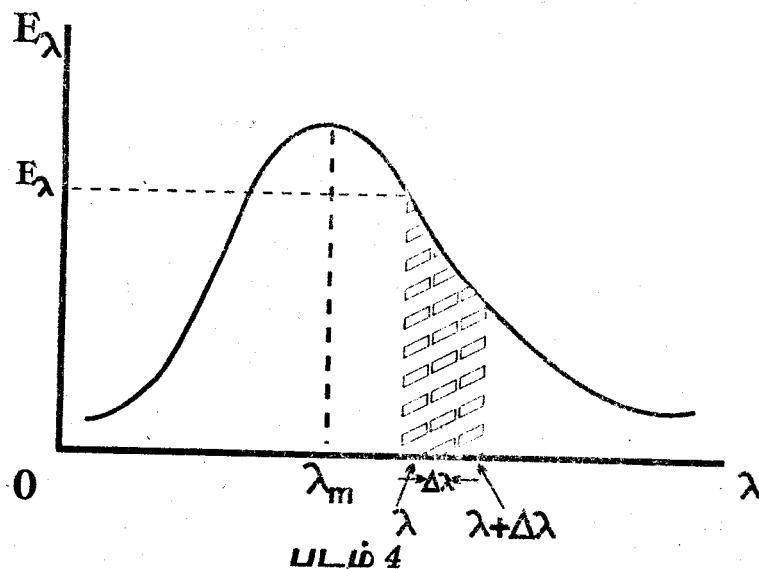
ஒரு சிறிய துவாரமுள்ள வெற்று ஒட்டின் உட்பகுதியை கரும்பொருளாகக் கருதலாம். துவாரத்தினாடு செல்லும் ஒரு கதிர், பொருளின் உள் மேற்பரப்பில் பல தடவைகள் தெறிக்கும். உட்பரப்பு அழுத்தமற்றதாக இருப்பின் ஒவ்வொரு தெறிப் பிலும் கணிசமான சக்தி உறுஞ்சப்படும். எனவே இறுதியாக கதிர் துவாரத்தினாடு வெளியேறும் போது ஏத்தாழ எல்லா சக்தியையும் இழந்துவிடும். எனவே இவ்வாறான பொருள் ஒரு கரும்பொருளாக தொழிற்படும் (படம் 3)



படம் 3

1. 5. கதிர்ப்பின் செறிவும், அலைநீளமும்

குடான் ஒரு கரும்பொருள் எல்லா அலைநீளங்களிலும் கதிர்களை வீச வேண்டும். வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில், கரும்பொருள் காலும் கதிர்ப்பின் செறிவு அலைநீளத்துடன் எவ்வாறு மாறுதல் அடைகிறது என்பதை உம்மறும், பிறிங்ஸ்யீமும் (Lummer and Pringsheim) ஆய்ந்தனர். அவர்கள் பெற்ற செறிவு - அலைநீளம் பரம்பல் அளவிகள் படம் 5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவ்வளவிகளை நோக்குமுன், படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ள வளவியை கருதுவோம்.



இரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் கரும்பொருள் ஒன்றின் சக்தி (செறிவு) அலைநீளங்களுடன் பரம்பியுள்ள விதத்தை இப்படம் காட்டுகிறது. λ வக்கும் $\lambda + \Delta\lambda$ வக்கும் இடைப்பட்ட அலைநீளங்களால் காலப்படும் செறிவை (Intensity) நிழற்றிய பகுதி குறிக்கும். (ஓரலகு பரப்பிலிருந்து, ஓரலகு நேரத்தில் வெளிவரும் சக்தி செறிவு ஆகும்). இதை λ அலைநீளத்திற்கான செறிவு எனலாம்.

λ அலைநீளத்தில் கதிர்ப்பின் செறிவு (ΔE) = நிழற்றிய பகுதியின் பரப்பு = $E_\lambda \cdot \Delta\lambda$ ($\Delta\lambda$ மிகவும் சிறிது ஆகையால் நிழற்றியபகுதி ஒரு செவ்வகம் எனலாம்)

$$E_\lambda \cdot \Delta\lambda = \Delta E$$

$$\text{எனவே: } E_\lambda = \frac{\Delta E}{\Delta\lambda}.$$

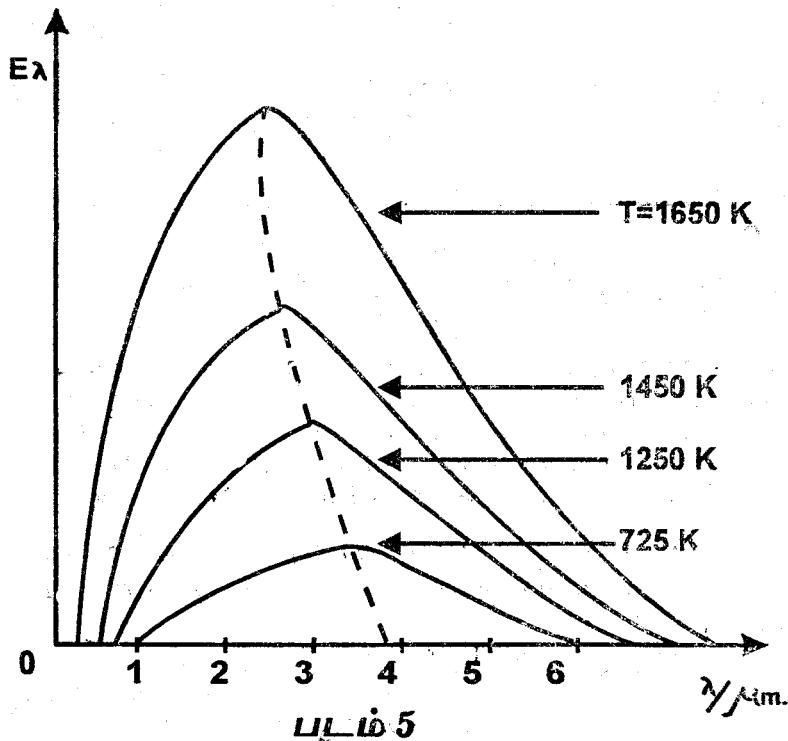
E_{λ} , λ அலைநீளத்திற்கான, காவல் வலு (Emissive power) எனப்படும்.

வளையிய உள்ளடக்கும் மொத்தப்பறப்பு, கரும் பொருள் காலும் மொத்த செறிவு கீழ்க்கண்ட சமயம்.

வளையியின் உச்சியை நோக்கினால், எந்த அலைநீளம் ஆகக் கூடுதலான சுக்தியை காலுகிறது என்பதை அறியலாம், இந்த அலைநீளத்தை λ_m என்போம். λ_m க்கு அண்மையிலுள்ள அலைநீளங்களின் கதிர்ப்பு λ_m ந்கு தொலைவிலுள்ள அலைநீளங்களின் கதிர்ப்பை விட செறிவு கூடியது என்பதையும் வரைபில் அவ்தானிக்கலாம்.

1. 6. கரும்பொருள் கதிர்ப்பும், வெப்பநிலையும்.

வெவ்வேறு வெப்பத்திலைகளில், கரும்பொருட் கதிர்ப்பின் செறிவு, அலைநீளத்துடன் மாறும் விதத்தை படம் 5 காட்டுகிறது.



இவ்வகைப்புகளிலிருந்து சில முக்கியமான அவ்தானங்களை பெறலாம்; வெப்பநிலை அதிகரிக்க, வளையி உள்ளடக்கும் பரப்பு அதிகரிக்கின்றது. அதாவது, கதிர்பின் செறிவு அதிகரிக்கின்றது. கரும் பொருட் கதிர்ப்பின் செறிவு வெப்பநிலையுடன் மாறலை ஆராய்ந்த ஸ்டெபான் (Stefan) என்பவர் செறிவு கெல்வின் வெப்பநிலையின் 4° ம் வலுவுக்கு நேர் விகிதசமம் எனக் கண்டார். இது ஸ்டெபானின் விதி எனப்படும்.

$$\text{செறிவு } (E) = \sigma T^4 \quad (T: \text{கெல்வின் வெப்பநிலை})$$

σ : ஸ்டெபானின் மாறிலி. அதன் பெறுமானம்

$$5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ k}^{-4} \text{ ஆகும்.}$$

கரும்பொருள் அல்லாத ஏனைய பொருட்களுக்கு, $E = \epsilon \sigma T^4$ எனும் சமன்பாட்டை பிரயோகிக்கலாம். ϵ இன் பெறுமானம் ஒன்றிலும் குறைவாக இருக்கும் (கதிர்பொருளுக்கு $\epsilon = 1$). ϵ பொருளின் பரப்புக் காலற் திறன் (Surface emissivity) எனப்படும்.

மேலும், வெப்பநிலை அதிகரிக்க வளைகளின் உச்சி இடதுபுறமாக நகர்வதை அவ்தானிக்கலாம். T அதிகரிக்க, λ_m , உயர் செறிவுக்கு நேரொத்த அவைநீளம் குறைகிறது. உச்சிகளின் ஒழுக்கு முறிவுக் கோட்டினால் காட்டப்பட்டுள்ளது: இக் கோட்டில் உள்ள புள்ளிகள் $\lambda_m \cdot T = \text{மாறிலி எனும் விதிக்கு அமையும் என வீன் (Wien) என்பவர் காட்டினார். இவ்விதி வீனின் இடப்பெயர்ச்சி விதி எனப்படும் (Wien's displacement law). $\lambda_m T = C$ ($C = 2.898 \times 10^{-3} \text{ mk}$).$

T. கெல்வின் வெப்ப நிலையாகும்:

வெப்பநிலை அதிகரிக்க, குறுகிய அவைநீளங்கள் காலும் கதிர்ப்பு செறிவு அதிகரிப்பதற்கும் வரைபடங் காட்டுகின்றன. 800 K இல் உள்ள ஒரு பொருள் மங்கல் சிவப்பாகவும், 1200 K இல் உள்ளபோது அது கடும் சிவப்பாகவும், 1500 K இல் மஞ்சளாகவும், 2000 K இல் வெள்ளையாகவும் தோற்றுகிறது. குரியனிலும் கூடிய வெப்பநிலையில் உள்ள வெகா (Vega) எனும் நட்சத்திரம் நீலமாக தோற்றுகிறது. குறுகிய அவைநீளங்கள் காலும் செறிவு அதிகரிப்பதே இத்தோற்றப்பாடு களுக்கு காரணமாகும்.

1. 7. வீன், ஹோவி ஆகியோரின் விளக்கம்

சடத்திலுள்ள ஏற்ற துணிக்கைகளின் இபக்கமே மின் காந்த அவைகளை உருவாக்குகின்றன. திண்மத்திலுள்ள மூலக்கருகள் (அனுக்கள்) வெப்பநிலை காரணமாக இயக்கக்கூடிய கொண்டுள்ளன. (ஒரு பொருளின் அகச்சக்தி அதன் மூலக்கருகளின் / அனுக்களின் இயக்கக்கூடியனதும், அழுத்தச்சக்கியின்தும் கூட்டுத் தொகை ஆகும்.) மூலக்கருகள் (அனுக்கள்) அவற்றின் அயலில் உள்ள மூலக்கருகளுடன் (அனுக்களுடன்) பின்னக்கப்பட்டிருப்பதால், சுயாதீனமாக இயங்கமுடியாத

நிலையில் உள்ளன: ஆணால், அவை ஒவ்வொன்றும் ஒரு மையம் பற்றி அதிருகின்றன. மூலக்கூறுகள் இவ்வாறு அலையும்போது, அவை கொண்டுள்ள ஏற்ற தனிக்கைகளும் அலைவதால், ஒரு அலையும் மின்புலம் ஏற்படும். அலையும் மின்புலம், அலையும் காந்தப்புலத்தை ஏற்படுத்தும். மின்புலம், காந்தப்புலம் ஆசியவற்றின் அலைவே மின் காந்த அலை ஆகும்.

அலைக்கொள்கையின்படி. அலையங்கள் (Oscillators) தொடர்ச்சியாக அலைவதனால், சக்தி தொடர்ச்சியாக காலப்படுகிறது. இவ் அடிப்படையில் வீன் (Wien) என்பவரும், ரேவி (Rayleigh) என்பவரும் கரும்பொருட் செறிவு - அலை நீளத்துடன் மாறுவதை காட்டும் வரைபுகளை (படம் 5) வீன்க்க முற்பட்டனர், வீன், ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளம் காலும் செறிவு, அலைநீளத்தின் ஐந்தாம் வலுவுக்கு நேர்மாறு விகிதசமம் ($E_\lambda \propto \lambda^{-5}$) எனக்கொண்டு வளையிக்குக்கான ஒரு சமன்பாட்டை பெற்றார். இவரது சமன்பாடுகள் குறுகிய அலைநீளங்களுக்கு மட்டுமே பொருத்தமாக இருந்தது. நீண்ட அலைநீளங்களுக்கு இவரது சமன்பாடு பொருந்தவில்லை.

றேவி, ஒரு கரும் பொருள் எல்லா அலைநீளங்களையும் உடைய கதிர்ப்புக் களை வீசுகிறது என்றும், ஒரு குறித்த அலைநீளம் காலும் செறிவு அலைநீளத்தின் 4ம் வலுவுக்கு நேர்மாறு விகிதசமம் என்றும் கொண்டு ($E_\lambda \propto \lambda^{-4}$) ஒரு குத்திரத்தை பெற்றார். இவரது சமன்பாடு நீண்ட அலைநீளங்களுக்கு பொருத்தமாக இருந்தது. குறுகிய அலைநீளங்களுக்கு அது பொருத்தமற்றதாக காணப்பட்டது.

1. 8. கதிர்ப்பின் சொட்டு இயல்பு (Quantum Nature of Radiation)

பரிசோதனை மூலம் பெறப்பட்ட கரும்பொருட் செறிவின் பரம்பல் வளையி களுக்கு, அலைக்கொள்கையை பயன்படுத்தி, பூரண விளக்கம் அளிக்க முடியாது இருந்தது. 1900 ஆண்டில், பிளங்கு (Max Planck) என்பவர், கதிர்ப்பு தொடர்ச்சியாக காலப்படவீன்வை என்றும், குறித்த ஒரு அலைநீளத்தில் காலப்படும் சக்கி (சக்தி சொட்டு) ஒரு பெறுமானத்தின் முழு எண் பெருக்கங்களாகவே இருக்கும் என கருதினார். இச்சொட்டு கொள்கை (Quantum Theory) இன்படி, கதிர்ப்பை பிறப்பிக்கும் ஒவ்வொரு அணு (மூலக்கூறு) அலையும் காலும் சக்தி, ஒரு சக்தி சொட்டின் (quantum of energy) முழு எண் பெருக்கங்கள் ஆகவே இருக்கும். இச்சக்தி சொட்டு, அலையத்தின் மீட்ரன் (f)க்கு நேர்விகிதசமம்.

சக்தி சொட்டு = hf (h : பிளங்கின் மாறிலி; அதன் பெறுமானம் $6.626 \times 10^{-34} \text{ JS}$ ஆகும்); f மீட்ரனுடை அலையம் காலக்கூடிய சக்தி (E)

$$E = nhf \quad (n = 1, 2, 3, 4, \dots) \text{ ஆல் தரப்படும்.}$$

அனு அலையங்கள் சக்தியை உறுஞ்சும் போதும், 'hf' இன் முழு எண் மடங்கு சக்திகளையே உறுஞ்சுகின்றன. 'hf' ற்கு குறைவான சக்தியை அவை உறுஞ்ச மாட்டா.

இரு அனுவிலுள்ள இலத்திரனுக்கு பல சக்திப்படிகள் இருப்பதை நீங்கள் இரசாயன பாடத்தில் கற்று இருப்பீர்கள். அதே போன்று அனுக்களுக்கும், மூலக் கூறுகளுக்கும் சக்தி படிகள் உண்டு. (இநு அருட்டிய நிலையிலுள்ள மூலக்கறு மூன்று விதமான இயக்கம் உடையதாக இருக்கும் என்னும், நாங்கள் அதை ஏக பரிமாண அலையமாகவே இங்கு கருதுகிறோம்). ஒரு சக்தி படியில் இருந்து இன்னோர் படிக்கு உயர்த்தக கூடிய அவ்வான சக்தியையே அலையம் உறிஞ்சும். ஏனைய சக்திகளை அது உறுஞ்சாது. உயர் சக்தி மட்டத்தில் அது அருட்டிய நிலையில் இருக்கும். அம் மட்டத்திலிருந்து அதற்கு கீழ் உள்ள ஒரு படிக்கு மாறும் போது அது சக்தியை காலும். அவ்வாறு காலப்படும் சக்தி அந்த இரு மட்டங்களுக்கு இடையேயான சக்தி வித்தியாசம் ஆகும். அலையங்கள் தொடர்ச்சியாக சக்தியை காலுவதும் இல்லை உநிஞ்வதும் இல்லை என்பது இதிலிருந்து புலனாகின்றது.

பிளாங்கு அத்திவாரமிட்ட சொட்டு கொள்கை இன்று பெளதீகவியலில் முக்கியமான ஒரு பாகமாக உள்ளது.

சொட்டு இயல்பு, பெளதீகவியலுக்கு புதிதானதொன்றல்ல. சில பெளதீக கணியங்கள் சொட்டு இயல்புடையன. உதாரணமாக ஒரு பொருளின் திணிவு, அவற்றிலுள்ள அனுக்களின் திணிவு ஆகும்; அது ஒரு அனுவின் திணிவின் முழு எண் மடங்காக இருக்கும். அதேபோன்று ஒரு ஏற்றத்தின் பகுமன், இலத்திரனேற்றம் ($1 \cdot 6 \times 10^{-19}$ C) இன் மடங்குளாகவே இருக்கும். ஈர்க்கப்பட்ட இழை ஒன்றின் பரிவு மீடிறன், அடிப்படை மீடிறனின் முழு எண் பெருக்கங்களாகவே இருக்கும்.

தொடர்ச்சியாக எங்களுக்கு புலப்படும் சில கணியங்கள், சொட்டு இயல்புடையன. உதாரணமாக, இயங்கும் ஒரு காரின் உந்தம், சக்தி ஆகியன தொடர்ச்சியான மாற்றமுடையனவாக தென்படுகின்றன. ஆனால், இரு மட்டங்களிடையே உள்ள இடையீடுகள் மிகவும் சிறியவை. எங்களால், நுட்பமான கருவிகளை கொண்டும் உணரமுடியாதவை. எனவே, மாங்காட்சி (Macroscopic) பொருள் களின் இயல்புகளை கருதும்போது, சொட்டு கொள்கை முக்கியமற்றது. அனு, மூலக்கறு, உப-அனு துணிக்கைகளின் இயல்புகளை (நனுக்குக்காட்டிய, பொருள்களை) கருதும்போது சொட்டு கொள்கை முக்கியமாகின்றது.

1. 9 உதாரணங்கள்

- பிளாங்கின் மாறிலி h இன் அலகு கோண உந்தத்தின் அலகை ஒத்தது என காட்டுக.

$$h = \frac{E}{nf}$$

f இன் அலகு $\text{Hz} \equiv \text{s}^{-1}$

E இன் அலகு $\text{J} \equiv \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$

எனவே h இன் அலகு $\equiv \text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$

கோண உந்தம் $= Iw$

I (சடத்துவத்திருப்பம்) இன் அலகு $\equiv \text{kg m}^2$

w (கோணவேகம்) இன் அலகு $\equiv \text{s}^{-1}$

எனவே கோண உந்தத்தின் அலகு $\equiv \text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$

$\equiv h$ இன் அலகு

2. 527°C வெப்ப நிலையிலுள்ள ஒரு கரும் பொருள் $3.6 \times 10^{-6} \text{ m}$ அலை நீளத்தில், உச்ச செறிவுள்ள கதிர்ப்பை காலுகிறது. அதன் வெப்பநிலை 927°C ஆக உயரும் போது. எந்த அலை நீளத்தில் அதன் செறிவு, உச்ச பெறுமானமுடையதாக இருக்கும்?

இல் வினாவுக்கு விடையளிக்க வீணின் இடப் பெயர்ச்சி விதியை ($\lambda_m T = \text{மாறிலி}$) பயன்படுத்துவோம். வெப்பநிலைகள் ${}^\circ\text{C}$ இல் தரப்பட்டுள்ளதால், சமன் பாட்டில் பிரதியிடுமுன் அவற்றை கெல்வின் அலகுக்கு மாற்றி கொள்ள வேண்டும்.

$$527^\circ\text{C} = 527 + 273 = 800\text{K}$$

$$927^\circ\text{C} = 927 + 273 = 1200\text{K}$$

$$\lambda_m T = C \quad \text{இல் பிரதியிட்டால்}$$

$$3.6 \times 10^{-6} \times 800 = C = \lambda_m \times 1200$$

$$\text{எனவே, } \lambda_m = 2.4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

927°C இல் உச்ச கதிர்ப்பு $2.6\mu\text{m}$ அலை நீளத்தில் காலப்படும்.

3. ஒரு மணிதனின் முகம் 37°C இல் உள்ளது. அதன் பரப்பு 600 cm^2 .

(i) அதை ஒரு கரும்பொருள் எனக் கொண்டு முகம் காலும் வலுவை (1 s இல் காலும் சக்தியை) கணிக்க

(ii) முகத்தின் பரப்பு உண்மையாக காலும் வலு 18 W . எனின், அதன் பரப்பு காலற் திறனை காணக்.

(i) ஸ்ரெபானின் விதியின்படி

$$\text{செறிவு} = \sigma T^4$$

$$\sigma = 5.7 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4} \quad \text{எனக் கொள்வோம்.}$$

சமன் பாட்டில் பிரதியிடு முன், 37°C ஜ யும், 600 cm^2 ஜ யும் SI அலகுகளுக்கு மாற்றி கொள்ளவேண்டும்.

$$37^{\circ}\text{C} = 37 + 273 = 310 \text{ K}$$

$$600 \text{ cm}^2 = 600 \times 10^{-4} = 6 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\text{செறிவு} = 6 \text{ T}^4$$

$$= 5.7 \times 10^{-8} \times 310^4$$

$$= 526.4 \text{ W m}^{-2}$$

$$\text{வலு} = \text{செறிவு} \times \text{பரப்பு}$$

$$= 526.4 \times 6 \times 10^{-2}$$

$$= 31.6 \text{ W}$$

(ii) உண்மையான செறிவு

$$= \frac{18}{6 \times 10^{-2}}$$

$$= 300 \text{ W m}^{-2}$$

$$\cdot \text{பரப்பு காலற்றிறன்} = \frac{300}{526.4}$$

$$= 0.57$$

1. 10 வினாக்கள் I (பல்தோற்று)

தரவு:

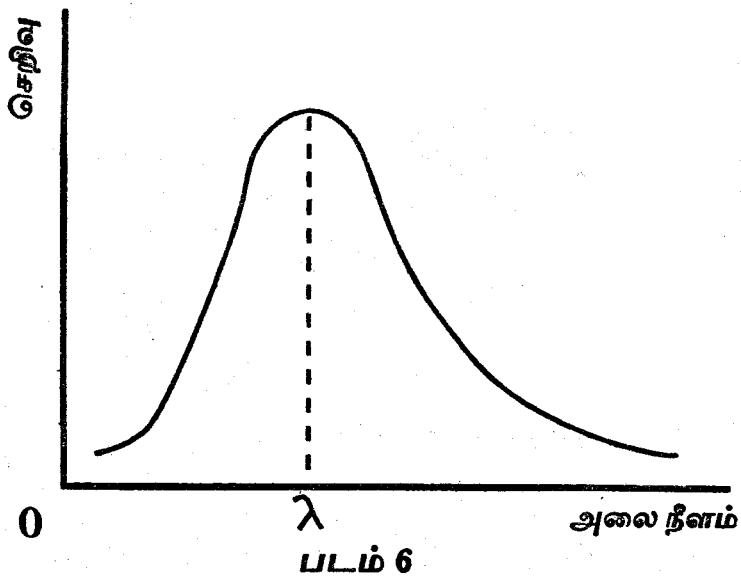
$$\text{பிளாங்கின் மாறிலி} : 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{ஸ்ரெபானின் ஒருமை} : 5.7 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

$$\text{வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம்} : 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\lambda_m T = C; C = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m k}$$

1. T வெப்பநிலையிலுள்ள கரும் பொருள் ஒன்றின் கதிர்பின் செறிவு அலை நீளத்துடன் மாறும் விதத்தை படம் 6 காட்டுகிறது. உயர்வு செறிவை காலும் அனைத்திலும் λ_m பின்வரும் கூற்றுக்களில் உண்மை யற்றது எது?



- (1) வரைபு உள்ளடக்கும் பரப்பு, கதிர்ப்பின் மொத்த செறிவுக்கு சமம்.
- (2) வரைபு உள்ளடக்கும் பரப்பு, T இல் மட்டுமே தங்கியிருக்கும்;
- (3) λ_m T இல் மட்டுமே தங்கியிருக்கும்.
- (4) வெப்பநிலை அதிகரித்தால் λ_m இன் பெறுமானம் கூடும்.
- (5) வெப்பநிலை அதிகரித்தால், வளையி உள்ளடக்கும் பரப்பு கூடும்.
2. முதலாம் வினாவிற்கான படம் 6 இல், $\lambda_m = 3.0 \times 10^{-6}$ m எனின் T இன் பெறுமானம், ஏற்ததாழ்:
- | | |
|------------|------------|
| (1) 970 K | (4) 970°C |
| (2) 1240 K | (5) 1240°C |
| (3) 500 K | |
3. 1000 K இல் உள்ள ஒரு கரும் பொருள் கதிர்ப்பின் செறிவு:
- | | |
|---|--|
| (1) $5.7 \times 10^{12} \text{ W m}^{-2}$ | (4) $5.7 \times 10^{-1} \text{ W m}^{-2}$ |
| (2) $5.7 \times 10^4 \text{ W m}^{-2}$ | (5) $2.28 \times 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$ |
| (3) $2.28 \times 10^4 \text{ W m}^{-2}$ | |

4. பின்வரும்கிள் மாறுவியல் அனு:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| (1) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$ | (4) kg m s^{-3} |
| (2) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$ | (5) kg m s^{-1} |
| (3) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ | |

5. ஒரு மின் அடுப்பின் மூலகம் சிவப்பாகவும், ஒரு மின் விளக்கின் இழை வெள்ளையாகவும் தொற்றுகிறது. பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக:

- (A) அடுப்பின் மூலகம் மின் விளக்கின் இழையையிட குறைவான வெப்ப நிலையில் உள்ளது.
- (B) வெப்பநிலை கூட குறுகிய அலைகளின் செறிவு அதிகரிக்கிறது.
- (C) வெள்ளை நிற ஒளி, சிவப்பு நிற ஒளியையிட குறைந்த அலை நிலை கண உள்ளடக்கியது.

இவற்றுள் மேல் அவ்தானிக்கப்பட்ட நிற வித்தியாசத்தை விளக்கக்கூடியனா?

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| (1) A மட்டும் | (4) B மும் C மும் மட்டும் |
| (2) A மும் B மும் மட்டும். | (5) A, B, C எல்லாம். |
| (3) A மும் C மும் மட்டும் | |

6. உறுதியான வெப்ப நிலையில் உள்ள கரும்பெருள் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களில் உண்மையற்றவு எது?

- (1) அதன் கதிப்பின் செறிவு வெப்பநிலையில் மட்டும் தங்கியிருக்கும்.
- (2) அது காலும் வலுவும், உறுஞ்சும் வலுவும் சமமாக இருக்கும்;
- (3) அதன் செறிவு, கெல்வின் வெப்பநிலையின் நாலாம் வலுவுக்கு நேர விகித ஏன்.
- (4) கதிர்ப்பு திருசியத்தில் உயர் சக்தியை காலும் அலை நீளம் வெப்ப நிலைக்கு நேர்மாறு விகிதசமம்.
- (5) குறித்த ஒரு அலை நீளத்தில் காலப்படும் செறிவு, அலை நீளத்தின் நாலாம் வலுவுக்கு நேர்மாறு விகிதசமம்.

7. பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக:

- (A) அனு அலையங்கள் தொடர்ச்சியாக சக்தியை காலும்
- (B) f மீட்ராலுடைய ஒரு அனு அலையம் hf இன் முழு எண் பெருக்க முள்ள சக்தியை மட்டுமே காலும்
- (C) f மீட்ராலுடைய ஒரு அனு அலையம் hf இன் முழு எண் பெருக்க முள்ள சக்தியை மட்டுமே உறுஞ்சும்.

மேலுள்ள கூற்றுக்களில் பினாங்கிட கொள்கைக்கு ஆதரவானவை:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| (1) A மட்டும் | (4) B யும் C யும் மட்டும் |
| (2) B மட்டும் | (5) A, B, C, எல்லாம்; |
| (3) A யும் B யும் மட்டும் | |

8. கரும்பொருட் கதிர்ப்பின் அலை நீளத்துடனான பரம்பலை பூரணமாக விளக்கும் சமன்பாட்டினை கண்டு பிடித்தவர்:

- | | |
|--------------|----------------|
| (1) பினாங்கு | (4) வீன் |
| (2) ஸ்ரெபான் | (5) ஐயன்ஸ்ரைன் |
| (3) சேலி | |

வினாக்கள் II (ஏணைய)

9. வெப்பக்கதிர்ப்பு, மின்காந்த அலைகள் ஆகும். இவை செங்கிழ் கதிர்கள் எனவும் குறிப்பிடப்படும். இவற்றின் அலை நீள வீச்சுத்தை குறிப்பிடுக.

செங்கிழ் கதிர்களின் மூன்று இயல்புகளை குறிப்பிடுக.

10: 2000K க்கு குடாக்கப்பட்ட ஒரு கரும்பொருள் வெள்ளை நிறமாகத் தோற்றுவது ஏன்? அது 2000K இல் இருந்து 500K வரையும் குளிர் விடப்பட்டால், அதன் நிறம் எவ்வாறு மாறுபடும்?

11: 'கரும் பொருள்', 'கரும் பொருட் கதிர்ப்பு' ஆகிய பதங்களை விளக்குக.

1000K வெப்பநிலையிலுள்ள கரும்பொருட் கதிர்பின் செறிவு, அலை நீளத்துடன் மாறுவதை காட்டும் ஒரு பருமட்டான படம் வரைக. 800K இல் உள்ள கரும்பொருளின் செறிவு - அலை நீளம் பரம்பலுக்கும், உழுது படத்திற்கும் இருக்கக் கூடிய 2 வேற்றுமைகளை குறிப்பிடுக.

12. ஸ்ரெபானின் விதியை கூறுக:

$4 \times 10^{-2} m^2$ பரப்புடைய ஒரு பொருள் 500K வெப்ப நிலையிலுள்ளது. அது கரும் பொருள் எனக் கொண்டு அது காலும் வலுவை காணக.

அனாம் அது 85.5 W வழுவையே காலுகிறது. அதன் பரப்பு காலற் திறன் எவ்வளவு?

13: வீனின் இடப்பெயர்ச்சி விதியை கூறுக.

முதலாம் வினாவுக்கான படம் 6 இல், $\lambda_m = 1 \mu m$ எனின் கரும் பொருளின் வெப்பநிலையை காணக.

அவ்வெப்பநிலையில் கரும் பொருள் காலும் மொத்த செறிவு எவ்வளவு?

14. வீன், ரேவி என்பவர்கள் கரும் பொருட் கதிர்ப்பின் செறிவு - அலை நீளத்துடனான பரம்பலை எவ்வாறு விளக்கினார்கள். வினின் கொள்கை வரைபின் எப்பகுதியை விளக்கியது? வரைபின் எப்பகுதி ரேவியின் குத்திரத்திற்கு பொருத்தமாக காணப்பட்டது?
15. மூன்று வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளிலுள்ள கரும் பொருட் கதிர்ப்பு திருச்சியத்திற்கான சக்தி (செறிவு) பரம்பல்களை காட்டும் வரைபுகளை வரைக இவற்றுள், உயர்வு வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளுக்கான வரைபு எது என குறிப்பிடுக.

இவ்வரைபுகள் பரிசோதனை அடிப்படையில் பெறப்பட்டனவாக இருப்பின், ஸ்ரேபாணின் விதியை வாய்ப்புப்பார்க்க இல் வரைபுகளை எவ்வாறு பயன்படுத்துவீர்.

16. கரும் பொருட் கதிர்ப்பு திருச்சியத்திற்கான சக்தி பரம்பல்களை முற்றாக விளக்கியவர் பிளாங்கு ஆவார். அவரின் கருதுகோளை எடுத்துரைக்க.

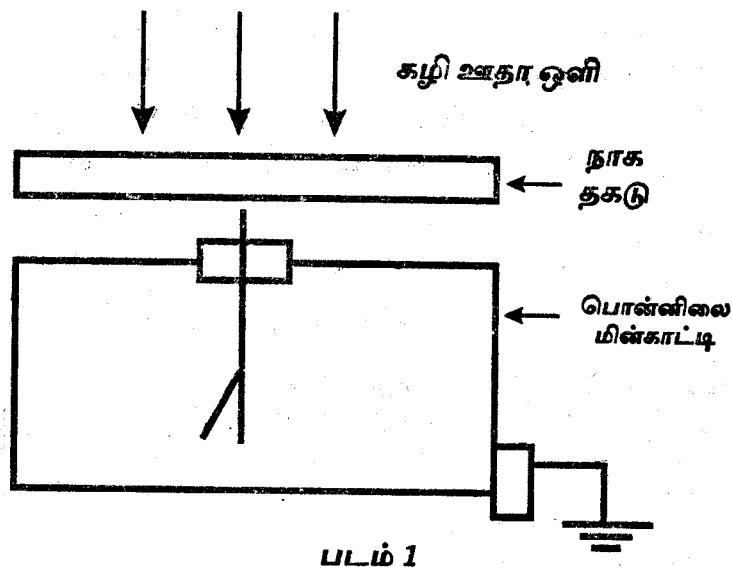
3.3முடி அலை நீளமுள்ள வெப்பக்கதிர்ப்பை ஒரு அலையம் பிறப்பிக்கிறது. இது காலக்கூடிய சக்திகள் எந்த இழிவு பெறுமானத்தின் முழு எண் பெருக்கங்களாக இருக்கும்?

2. ஒளி - மின் விளைவு

2. 1. ஒளி - மின் விளைவு: தோற்றப்பாடு

1887ம் ஆண்டு ஹர்ச்ஸ் எனும் விஞ்ஞானி மறை மின்னேற்றப்பட்ட தூய நாகத்தட்டில் கழி ஊதா ஒளி (ultra violet light) படும் போது அதிலுள்ள மின் திறக்க மடைவதை அவதானித்தார். 1897ம் ஆண்டில் தான் இலத்திரன் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இதன் பின்னர் இத்தோற்றப்பாட்டை ஆராய்ந்த வெள்ளாட் என்பவர், உலோக மேற்பரப்புக்களில் ஒளி (கழி ஊதா உட்பட) படும் போது இலத்திரன்கள் விடுவிக்கப்படுகின்றன என்று கண்டார். இது ஒளி மின் விளைவு எனப் படும். விடுவிக்கப்படும் இலத்திரன்கள் ஒளி - இலத்திரன்கள் எனப்படும்.

ஒளி மின்விளைவுக்காட்ட ஒரு எளிய பரிசோதனை பின்வருமாறு: ஒரு நாகத்தட்டின் மேற்பரப்பை நன்றாக சுத்தம் செய்த மின் அகத ஒடு பொன்னிலை மின் காட்டியின் தட்டின் மேல் படம் 1 இல் காட்டப்பட்டாலும் வைக்கவும்.



நாகத்தட்டிற்கு ஒரு மறை ஏற்றத்தை கொடுத்தபின், கழி ஊதா ஒளியை நாகத்தட்டில் விழ செய்தால், மின்காட்டியின் இலைகள் குவியும் (விரிவு குறையும்). தட்டிற்கு நேரேற்றத்தை கொடுத்திருந்தால், இலைகள் குவியாமல் விரிந்தபடியே இருக்கும். மறை ஏற்றம் பெற்ற தட்டிலிருந்து ஒளி இலத்திரன்கள் இழக்கப்

படுகின்றன. நேர் ஏற்றப்பட்ட தட்டில் உள்ள நேர் ஏற்றங்கள், இலத்திரனை கவருவதால், அவை வெளியேறுவதில்லை.

2. 2. பரிசோதனை மூலம் கிடைத்த அவதானங்கள்

ஒளி மின் விளைவை திருத்தமான ஆய்கருவிகளை கொண்டு செய்யப் பரிசோதனைகளில் கிடைத்த முக்கிய அவதானங்கள் பின்வருமாறு:

1. ஒளி இலத்திரன்களின் உயர்வு இயக்கப்பாட்டு சக்தி, உலோகத்தட்டில் விழும் ஒளியின் செறிவில் தங்கியிருக்கவில்லை.
2. அவ் உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி, (KE_m) ஒளியின் மீட்ரனில் மட்டுமே தங்கியுள்ளது. KE_m மீட்ரனுக்கு நேர் விகித சமம் ஆகும்.

$$KE_m \propto f$$

3. குறித்த ஒரு மீட்ரன் (f) ற்கு குறைந்த ஒளியால், அதன் செறிவு எவ்வளவு உயர்வாக இருப்பினும், ஒளி இலத்திரன்களை விடுவிக்க முடியாது. (f, நுளைவாய் மீட்ரன் எனப்படும்.)
4. ஒளி உலோகத்தட்டில் பட்டவுடன், ஒரு வித தாமதமும் இன்றி ஒளி இலத்திரன்கள் விடுவிக்கப்படும். (ஒளி படுவதற்கும், இலத்திரன்கள் வெளி வருவதற்கும் இடைப்பட்ட நேரம் 10^{-9} s ற்கும் குறைவாகவே இருக்கும்.)
5. விடுவிக்கப்படும் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை ஒளியின் செறிவில் தங்கியிருக்கும். அதாவது, ஒளி இலத்திரன்களால் ஏற்படுத்தப்படும் உயர்வு ஒட்டம் ஒளிச் செறிவில் தங்கியிருக்கும்.

2. 3. அவதானங்களும், அவைக்கொள்கையும்

மேலுள்ள அவதானங்களுள், ஒன்று மட்டுமே மின்சாந்த அவைக்கொள்கைக்கு ஏற்புடையதாக இருந்தது. மற்றய நான்கு அவதானங்களையும் அவைக்கொள்கையால் விளக்க முடியாது இருந்தது. உலோகத் தட்டின் மேல் விழும் ஒளியின் செறிவு கூடும் போது, தட்டு கூடிய சக்தியை உறுஞ்சும்; எனவே கூடிய தொகையான இலத்திரன்கள் தட்டை விட்டு வெளியேறும். மின்னோட்டம், காலப் படும் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கையில் தங்கியிருப்பதால், செறிவு கூட, உயர்வு ஒட்டம் கூடும்.

உலோகத் தட்டிலுள்ள சயாதினை இலத்திரன்கள் வெவ்வேறு சக்திகளை கொண்டிருக்கும். எனவே ஒளி இலத்திரன்களின் சக்தி பூச்சியத்திலிருந்து ஒரு

உயர்வு பெறுமானம் வரை மாறுபடலாம். ஆனால், அவைக்கொள்கையின் படி, ஒளிச் செறிவு கூடும் போது, உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச்சுக்தி அதிகரிக்க வேண்டும். ஆனால் அவதானங்கள் இதற்கு முரண்பாடாக உள்ளன.

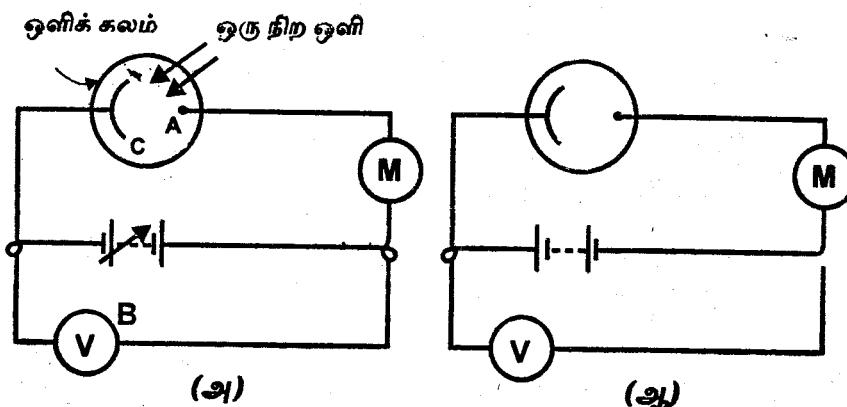
உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சுக்தி மீட்ரனில் தங்கியிருப்பதையும், நுளைவாய் மீட்ரனுக்கு குறைவான மீட்ரனுள்ள ஒளியால் இலத்திரன்களை விடுவிக்க முடியாது இருப்பதையும் அவைக் கொள்கையால் விளக்க முடியாது.

அவைக் கொள்கையின்படி, ஒளியின் சுக்தி அவைமுகத்தில் (Wave front) சீராக பரம்பியுள்ளதால், ஓர் இலத்திரனுக்கு கிடைக்கும் சுக்தி மிகவும் சிறியதாகவே இருக்கும். எனவே, இலத்திரன் விடுவிக்கப்பட, அது அடுத்தடுத்த பல அவைமுகங்களிலிருந்து சுக்தியை உறுஞ்ச வேண்டும். ஒளியின் செறிவு குறைவாக இருக்கையில் இதற்கு அதிக நேரம் எடுக்கும். ஆனால் பரிசோதனைகளில் அவ்வாறு அதிக நேரம் எடுப்பதாக காணப்படவில்லை.

மேலுள்ள குறிப்புக்களிலிருந்து, மின்காந்த அவைக்கொள்கையால் ஒளி மின் விளைவு தோற்றப்பாட்டினை விளக்கமுடியாது என்பது தெளிவாகின்றது. இத்தோற்றப்பாட்டிற்கான முற்றான் விளக்கத்தை ஐஞ்சல்ரென் 1905 ஆண்டில் வழங்கினார். (இதற்காக அவருக்கு நோபல் பரிசு அளிக்கப்பட்டது.) அவரது விளக்கத்தை கருது முன், 2.2 இல் குறிப்பிடப்பட்ட அவதானங்களுக்கு இட்டுச்சென்ற பரிசோதனைகளை நோக்குவோம்.

2. 4. ஒளிக்கல் பரிசோதனை 1 - தடுக்கும் அழுத்தம்

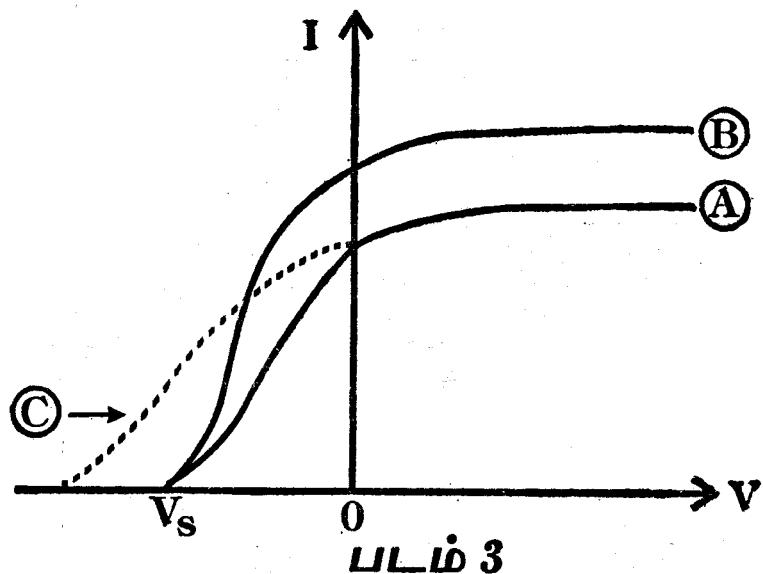
பரிசோதனைகளுக்கான ஆய்கருவிகளின் அமைப்பு படம் 2 (அ) வில் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒளிக்கலம் (Photo Cell)



படம் 2

இரு வளி இறக்கிய குழாயை கொண்டது. அதன் கதோட்டு C தூய மேற் பரப்புடைய உலோகத்தட்டு. அதன் மீது பொருத்தமான மீடிரஸையுடைய ஒரு நிற ஒளி (Monochromatic light) படும் போது ஒளி இலத்திரன்கள் விடுவிக்கப் படும். இவ் இலத்திரன்கள் அணோட்டு A ஜி நோக்கி சென்று சுற்றை பூர்த்தி செய்வதால், சுற்றில் ஒட்டம் பாயும். M, மிகச்சிறிய ஒட்டங்களை அளக்கக்கூடிய அம் பியர்மானி. B, மாறும் நேரோட்ட வழங்கி. அதனை செப்பஞ்செய்து, கலத்திற்கு சூறுக்கேயான அழுத்த வேறு பாட்டை மாற்றலாம். இவ் அழுத்த வேறுபாடு களை உயர்தடை உடைய வோல்ந்மானி V அளக்கும். வோல்ந்து மானியின் வெவ்வேறு வாசிப்புக்கள் (V) க்கு, M இன் வாசிப்பு (I) க்கள் பெறப்படும்.

இதன்பின், வழங்கியின் முனைவுகளை மாற்றி படம் 2 ஆ இல் காட்டப் பட்டவாறு தொடுத்து, பரிசோதனை தொடரப்படும்; ஒளிக்கலத்தினுடோன் ஒட்டம் (I), பிரயோசிக்கப்பட்ட அழுத்த வேறுபாடு (V) உடன் மாறும் விதத்தை படம் 3 இல் எண்டு A காட்டுகிறது:



இவ்வரைபை அவதானிப்போம். வழங்கி படம் 2 ஆ இல் உள்ளவாறு தொடுக்கப்பட்டிருக்கும் போது, V மறை பெறுமானங்களை கொண்டிருக்கும். இவ் அழுத்த விதத்தியாசத்தின் பருமனை பூச்சியத்திலிருந்து படிப்படியாக உயர்த்தும் போது, சுற்றிலுள்ள ஒட்டம் குறைகிறது. அப்பெறுமானம் Vs ஆக இருக்கையில் ஒட்டம் பூச்சியம் ஆகுகிறது.

பற்றர் இவ்வாறு தொடுக்கப்பட்டு இருக்ககூடில், கதோட்டு நேரேற்ற முற்றிருக்கிறது. காலப்படும் ஒளி இலத்திரன்களின் மேல் ஒரு அமர்முடுக்கும் விசை தொழிற்படுகிறது. சில இலத்திரன்களின் இயக்கப்பாட்டு சக்தி, இவ் அமர்முடுக்கும் விசையை மேற்கொள்ள போது "மற்றதாக இருப்பதால், அணோட்டை அடையும்" இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. எனவே ஓட்டமும் குறைகிறது. (மறை) அழுத்தபாட்டின் பருமன் அதிகரிக்க மிகவும் சக்தி வாய்ந்த இலத்திரன்கள் மட்டுமே அணோட்டை அடையும். ஒரு நிலையில், அதாவது அழுத்தவேற்றுபாடு V_s ஆக இருக்ககூடில், உயர்வு இயக்கப்பாட்டு சக்தியைக்கொண்ட இலத்திரன்களும் கூட அணோட்டை அடையலில்லை. இந்நிலையில் இலத்திரன்களின் உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி, (KE_m) அவற்றின் அழுத்தச்சக்தி (eV_s) க்கு சமம்.

$$KE_m = eV_s \quad (e: \text{இலத்திரன் ஏற்றம்})$$

எனவே, இவ்வாறு V_s ஜி துணிவதன் மூலம் குறிப்பிட்ட ஒரு நிற் ஒளிக்கான உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியை துணியலாம். V_s , அதாவது ஓட்டம் பூச்சியமாக இருக்கும்போது பிரயோகிக்கப்படும் அழுத்த வித்தியாசத்தின் பருமன், தடுக்கும் அழுத்தம் (Stopping Potential) எனப்படும்.

2. 5. பரிசோதனை 2 - செறிவும், ஓட்டமும்

பரிசோதனை 1 ஜி ஒளியின் செறிவை மட்டும் அதிகரித்து (மீட்றனை மாறிலி யாக வைத்துக் கொண்டு), மீண்டும் செய்யலாம். பெறப்பட்ட V , I பெறுமானங்களை படம் 3 இல் உள்ள அதே அச்சுக்களில் குறித்தால், கிடைக்கும் வரைபு வளையி B போன்று இருக்கும். (படம் 3). வரைபுகள் A ஜி யும் B ஜி யும் ஓப்பிட்டால் இரு அவதானங்களை பெறலாம். ஒளியின் செறிவு கூட, ஓட்டத்தின் உயர்வு பெறுமானம் கூடுகிறது. (ஒளியின் செறிவை குறைப்பதன் மூலம், ஓட்டத்தின் உயர்வு பெறுமானம் குறைவதை காட்டலாம்). அதாவது, உயர்வு ஓட்டம் செறி வில் தங்கியிருக்கும் (பகுதி 2.2 அவதானம் 5).

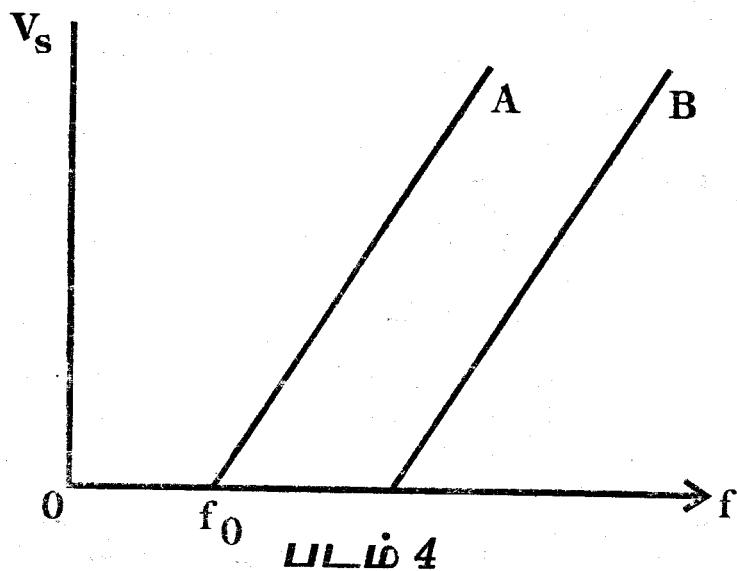
மற்ற அவதானம், V_s இன் பெறுமானம் செறிவுடன் மாறுதலடையவில்லை என்பதாகும். செறிவை குறைப்பினும் V_s மாறாது இருப்பதை அவதானிக்கலாம். இதினிருந்து செறிவில் தடுக்கும் அழுத்தம் தங்கியிருக்கவில்லை என்பது புலனாகின்றது. உயர்வு இயக்கப்பாட்டு சக்தி, தடுக்கும் அழுத்திற்கு நேர் விகித சமம். ஆகையால் ஒளி இலத்திரன்களின் உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி செறிவில் தங்கியிருக்கவில்லை.

2. 6. பரிசோதனை 3: மீட்றனும், தடுக்கும் அழுத்தமும்.

மூன்றாவது பரிசோதனையில், செறிவை (பரிசோதனை 1 இல் இருந்த நிலையில்) மாறாது வைத்துக்கொண்டு மீட்றனை அதிகரிக்கலாம். V இன் வெவ்

வேறு பெறுமானங்களுக்கு I ஜி பெற்று வரையில் குறித்தால் படம் 3 இல் காட்டப் பட்டுள்ள வரைபு C கிடைக்கும். (வரைபு C இன் ஒரு பகுதி முறிந்த கோடுகளினால் காட்டப்பட்டுள்ளது). இவ்வரைபை வரைபு A உடன் ஒப்பிடும்போது, உயர்வு ஒட்டம் மாறவில்லை என்றும், f உயரும் போது, V_s இன் பருமன் கூடுகிறது என் பதையும் அவதானிக்கலாம். V_s (தடுக்கும் அழுத்தம்) இன் பருமன் கூடினால், ஒளி விலத்திரண்களின் உயர்வு இயக்கச் சக்தி கூடும்:

வெவ்வேறு மீட்ரனுள்ள ஒனியைப் பயன்படுத்தி, தடுக்கும் அழுத்தத்தை துணியலாம். ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் செறிவு மாறிலியாக வைத்துக்கொள்ளப் படும். மீட்ரன் (f) க்கு எதிர் தடுக்கும் அழுத்தம் (V_s) ஜி வரைந்தால் படம் 4 இல் காட்டப்பட வரைபு A கிடைக்கும். அதை, கதோட்ட திரவியத்தை மாற்றி (வேறோர் உலோகத்தட்டினாலான காதோட்டினைப் பயன்படுத்தி)



இப்பரிசோதனையை மீண்டும் செய்தால் படம் 4 இல் உள்ள வரைபு B பெறப் படும். (இவ் இரு வரைபுகளுக்குமான விளக்கம் பகுதி 8 இல் தரப்பட்டுள்ளது.)

2. 7. ஐன்ஸ்ரெனின் விளக்கம்.

2. 2 பகுதியில் குறிப்பிடப்பட்ட பரிசோதனை அவதானங்களை அவைக் கொள்கையால் விளக்க முடியாதிருந்ததை பகுதி 2.3 இல் பார்த்தோம். பின்னால் சொட்டு கொள்கையை ஆதாரமாகக்கொண்டு, ஒளி மின் விளைவு பரிசோதனை அவதானங்களை ஐன்ஸ்ரென் பின்வருமாறு விளக்கினார்:

1. ஒளியும், ஏனைய மின்காந்த அலைகளும் காலும் சக்தி ஒரு சொட்டு சக்தி யின் முழு எண் பெருக்கங்களாகவே இருக்கும். சக்தி காலப்படுவது போலவே, சக்தி சொட்டின் முழு எண் பெருக்கங்களாகவே அவை உறுஞ்சப் படும். ஒரு சொட்டு சக்தி ஒரு போட்டன எனப்படும். ஒரு போட்டனின் பெறுமானம் ஒளியின் மீடிறன் (f) இல் தங்கியிருக்கும்.

$$\text{போட்டன் சக்தி} = hf \quad (h: \text{பிளாங்கின் மாறிலி}; h = 6.63 \text{ Js})$$

2. ஒரு உலோக மேற்பரப்பிலிருந்து, (சுயாதின) இலத்திரன்களை விடுவிக்க ஒரு குறிப்பிட்ட பெறுமானம் ‘f’ இலும் உயர்வான சக்தியை இலத்திரன்கள் பெறவேண்டும்.
3. ஒரு தடவையில் ஒருபோட்டன் ஒரு இலத்திரனுடன் மோதும். இவ்வாறு மோதும் போது, அதன் சக்தி, இலத்திரனை விடுவிக்க போதுமானதாக இருப்பின் அதாவது போட்டன் சக்தி ‘f’ இலும் கூடுதலாக (அல்லது சமமாக) இருப்பின், போட்டன் முழுச் சக்தியையும் இலத்திரனுக்கு வழங்கும். அதன் சக்தி இலத்திரனை விடுவிக்க பேர்தாது இருப்பின், இலத்திரனுக்கு அது சக்தியை வழங்காது.
4. போட்டன் சக்தியை பெறும்போதுதான் இலத்திரன்கள் உலோக மேற்பரப்பிலிருந்து வெளியேறும். அவ்வாறு வெளியேறும் போது அவை கொண்டிருக்கக்கூடிய உயர்வு இயக்கபாட்டுச் சக்தி $hf - f$ ஆக இருக்கும்.
5. இலத்திரனும், போட்டனும் மோதும் போதே சக்தி உறுஞ்சப்படுவதால், காலதாமதமின்றி ஒளி இலத்திரன்கள் வெளியேறும்.

மேலே தரப்பட்ட விளக்கத்தில்

போட்டன் சக்தி - ஒளி இலத்திரனை விடுவிக்க தேவையான

இழிவு சக்தி = ஒளி இலத்திரனின் உயர்வு இயக்க சக்தி

எனக்கண்டோம்.

இதை குறியீடுகளில் $hf - f = KE_m$ என எழுதலாம். இதுவே ஐன்ஸ் ரெவின் சமன்பாடு ஆகும். KE_m , ஒளி இலத்திரன்கள் கொண்டிருக்கக்கூடிய உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி ஆகும். உலோக பரப்பிலுள்ள இலத்திரன்கள் வெவ்வேறு சக்தி மட்டங்களில் உள்ளன. எனவே, விடுவிக்கப்படும் இலத்திரன்கள் வெவ்வேறு இயக்கப்பாட்டு சக்திகளை கொண்டிருக்கும். உயர்வு சக்தி மட்டங்களிலுள்ள இலத்திரன்களே, வெளிவரும்போது உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியை கொண்டிருக்கும்.

2. 8. வேலைச்சார்பு; நுளைவாய் மீடிறன் / அலை நீளம்

மேலுள்ள சமன்பாட்டில் ‘ ϕ ’ உலோகத்திரவியத்தின் வேலைச்சார்பு (Work function) எனப்படும். வேலைச்சார்பு, உலோகபொன்றின் பேற்பறப்பி விருந்து இலத்திரனோன்றை விடுவிக்க தேவையான சக்தியின் இழிவுப் பெறுமானம் ஆகும். வெவ்வேறு உலோகங்களின் வேலைச்சார்பு வேறுபடும். உதாரணமாக நாகத்தின் வேலைச்சார்பு 4.2 eV ; மகனீசியத்தின் வேலைச்சார்பு 2.8 eV (eV என்பது மிகச்சிறிய அளவுடைய சக்தியை அளக்கும் அலகாகும். 1 V அமுத்த வேறு பாட்டுக்கு உடபடுத்தப்படும் ஒரு இலத்திரனின் சக்தி 1 eV ஆகும். $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$)

ஒளி இலத்திரன்கள் விடுவிக்கப்பட hf , ϕ இலும் கூடுதலாக (அல்லது சமமாக) இருக்கவேண்டும்.

$$hf \geq \phi \\ \Rightarrow f \geq \phi/h \quad (= \text{பி எங்க})$$

அதாவது, f , ϕ/h இலும் குறைவாக இருப்பின், ஒளி மின் விளைவு நிகழ்து. பீ நுளைவாய் மீடிறன் ஆகும்.

c , சுயாதீன் வெளியில் ஒளியின் வேகம்; λ_0 , பி க்கு ஒத்த அலை நீளம் ஆக இருப்பின்,

$$c = f_0 \lambda_0 \\ \Rightarrow \lambda_0 = \frac{c}{f_0} \\ \text{ஆனால் } f_0 = \phi/h \\ \text{எனவே } \lambda_0 = \frac{ch}{\phi}$$

λ_0 , நுளைவாய் அலை நீளம் எனப்படும். ஒளியின் அலை நீளம் λ_0 இலும் கூடவாக இருப்பின் ஒளி மின் விளைவு நிகழ்மாட்டாது. நுளைவாய் அலை நீளம், நுளைவாய் மீடிறன் ஆகிய பெறுமானங்கள் உலோகத்திற்கு உலோகம் வித்தியாசப்படும்.

பரிசோதனை 3 இல் (பகுதி 2.6) பெறப்பட்ட வரைபுகளை இப்போது கருதுவோம். இவை படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

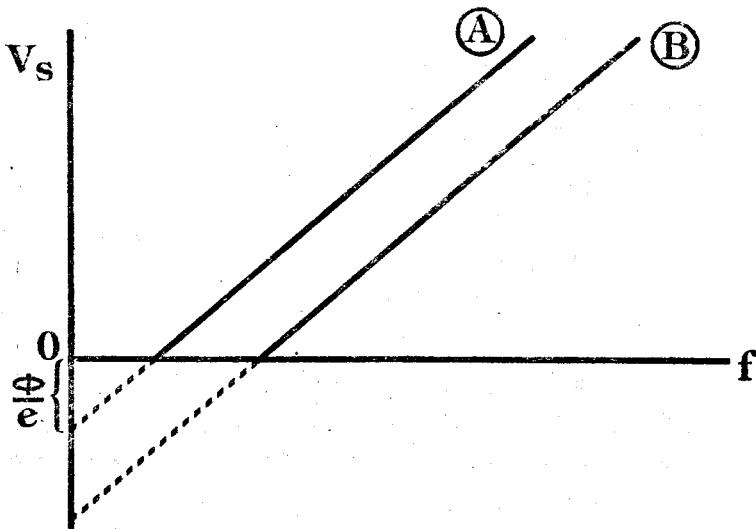
ஜென்ஸ்ரைவின் சமன்பாட்டில், உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி (KE_m), eV_s க்கு சமமாகேயால், அச்சமன்பாட்டை $eV_s = hf - \phi$ என எழுதலாம்; (V_s : தடுக்கும் அழுத்தம்).

$$\text{அதாவது } V_s = \left(\frac{h}{e} \right) f - \left(\frac{\phi}{e} \right)$$

இவ் வரைபில் f கிடைஅச்சிலும், V_s நிலைக்குத்து அச்சிலும் குறிக்கப்பட்டிருப்பதால், $\left(\frac{h}{e} \right)$ வரைபின் படித்திறனுக்கு சமம். h , e ஆகியன மாறிலிகள். எனவே, இரு வரைபுகளின் படித்திறன் சமமாக இருக்கும். (அதாவது வரைபுகள் ஒன்றுக் கொண்டு சமாந்தரமாக இருக்கும்). படித்திறனை அளப்பதன் மூலம் h ந்கான பெறுமானத்தை காணலாம். $h = e \times \text{படித்திறன்}$.

வரைபு கிடைஅச்சை (f — அச்சை) வெட்டும் புள்ளி (o) நுளைவாய் மீதிறனை குறிக்கும். $f = o$ ஆக இருக்கையில் $V_s = 0$ எனவே $KE_m = 0$, அதாவது $hf_o = \phi$.

வரைபு Aஐ நீட்டினால், அது V_s அச்சை ஒரு புள்ளியில் வெட்டும் (படம் 5). இப் புள்ளியின் பெறுமானம் — $\frac{\phi}{e}$ ஆற் தரப்படும். எனவே வரைபிலிருந்து வேலைச்சார்புக்கான பெறுமானங்களை காணலாம்.



படம் 5

இரு உலோகங்களுக்கும் வேலைச்சார்பும், நுணவாய் மீட்ரனும் வேறுயுடு அதையும் அவதானிக்கலாம்.

2. 9. செறிவும், உயர்வு ஒட்டமும்

A பரப்புடைய ஒளிகல கதோட்டு ஒன்றில், f மீட்ரனுள்ள ஒரு நிற ஒளி விழுகிறது என்றும் அதன் செறிவு E என்றும் கொள்வோம். சுற்றில் ஏற்படும் உயர்வு ஒட்டம் I எனின், கதோட்டிலிருந்து I S இல் வெளிவரும் ஒளி இலத்திரன் களின் எண்ணிக்கை (N)

$$I = e N \text{ ஆற் தரப்படும் } (e: \text{இலத்திரன் ஏற்றம்})$$

$$\text{ஒளியின் செறிவு } E = \frac{I S \text{ இல் அதில் விழும் மொத்த போட்டன் சக்தி}}{A}$$

$$= \frac{Nhf}{A}$$

$$N = \frac{I}{e} \text{ ஐ பிரதியிட்டாக}$$

$$E = \frac{I hf}{A e}$$

இநு நிற ஒளி பயன்படுக்கையில் h, f, A, e என்பன மாறிலிகள். எனவே E \propto I ; அதாவது செறிவு உயர்வு ஒட்டத்திற்கு நேர் விகித சமன்.

2. 10. உதாரணங்கள்

1. 5.05 eV சக்தியுடைய போட்டன்களாலன் கழி அதா ஒளி தூய மேற் பரப்புடைய உலோகத்தட்டின்மேல் விழும்போது ஒளி இலத்திரன்கள் மட்டு மட்டாக விடுவிக்கப்படுகின்றன. எனின், அவ் உலோகத்திற்கான

(i) வேலைச்சார்பை J இல் காணக

(ii) நுணவாய் மீட்ரன், நுணவாய் அஸெந்தீஸ் ஆகியவற்றிற்கான பெறுமானங்களையும் காணக.

ஒளியின் போட்டன் சக்தி $7.5 \times 10^{-19} J$ ஆக இருப்பின் ஒளி இலத்திரன் கள் விடுவிக்கப்படுமா?

(i) இலத்திரன்கள் மட்டுமட்டாக விடுவிக்கப்படுவதால் உயர்வு இயக்கப் பாட்டு சக்தி பூச்சியம் என கொள்ளலாம்.

$$\text{எனவே } hf - \phi = 0$$

$$\Rightarrow \phi = hf = 5.05 \text{ eV}$$

$$= 5.05 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{உலோகத்தின் வேலைச்சார்பு} = 8.08 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\begin{aligned} \text{(ii) நுளைவாய் மீட்ரன்} &= \frac{\phi}{h} \\ &= \frac{8.08 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} \\ &= 1.22 \times 10^{15} \text{ Hz.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{நுளைவாய் அலைநீளம்} &= \frac{C}{f_0} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{1.22 \times 10^{15}} \\ &= 2.46 \times 10^{-7} \text{ m.} \end{aligned}$$

ஒளியின் போட்டன் சக்தி $7.5 \times 10^{-19} \text{ J}$ ஆக இருப்பின், ஓவி இலத்திரன்கள் வெளியிடப்படமாட்டா. ஏனெனில் அச்சுக்கு உலோகத்தின் வேலைச்சார்பிலும் குறைவானது.

2. ஒரு ஒளிக்கல கதோட்டின் நுளைவாய் அலைநீளம் $0.60 \mu\text{m}$. அதன் நுளைவாய் மீட்ரன்னையும், வேலைச் சார்பையும் காண்க.

இக் கதோட்டு $0.50 \mu\text{m}$ அலைநீளமுள்ள ஒளியினால் ஒளிர்க்கப்படு போது ஓவி இலத்திரன்களின் உயர்வு கதியை காண்க.

(இலத்திரனின் ஓய்வு திணிவு $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

$$\text{நுளைவாய் மீட்ரன்} = \frac{C}{\lambda_0} = \frac{13 \times 10^8}{0.60 \times 10^{-6}}$$

$$= 5.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{வேலைச் சார்பு} = h f_0$$

$$= 6.63 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{-14}$$

$$= 3.32 \times 10^{-19} \text{ J}$$

0.50 μm அலைநீளமுள்ள ஒளியின் போட்டன் கத்தி

$$= \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0.50 \times 10^{-6}}$$

$$= 3.98 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{KE}_m = 3.98 \times 10^{-19} - 3.32 \times 10^{-19}$$

$$= 6.6 \times 10^{-20} \text{ J}$$

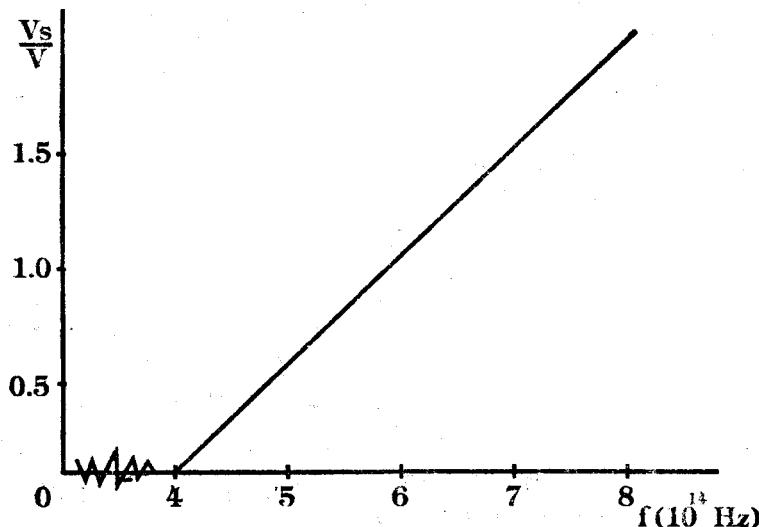
$$\text{KE}_m = \frac{1}{2} V^2 = 6.6 \times 10^{-20} \text{ (V இலத்திரவின் உயர்வு கத்தி)}$$

$$\text{எனவே } V^2 = \frac{6.6 \times 10^{-20} \times 2}{9.1 \times 10^{-31}}$$

$$\Rightarrow V = 3.8 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

எனவே, ஒளி இலத்திரவின் உயர்வு வேகம் $3.8 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ ஆகும்.

3. ஒளிக்கலப் பரிசோதனையொன்றில் கிடைத்த பெறுமானங்களைக்கொண்டு வரைப்பட்ட மீட்ரன் (f) எதிர் தடுக்கும் அழுத்தம் (V_s) வரைபு படத் திட ஏட்டப்பட்டுள்ளது:



வரைபெய்யன்படுத்தி

- (i) நுளைவாய் மீட்ரன், நுளைவாய் அலைநீளம்,
- (ii) பிளாங்கின் மாறிலி;
- (iii) கதோட்டு திரவியத்தின் வேலைச்சார்பு;
ஆயியவற்றை காணக.

$f = 6.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ஆக இருக்கும்போது ஒளி இலத்திரன்களின் உயர்வு இயக்கப்பாட்டு சக்தியையும் காணக.

$$(i) \quad \text{வரைபிலிருந்து நுளைவாய் மீட்ரன்} \\ = 4 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{நுளைவாய் அலைநீளம்} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{14}} \\ = 7.5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$(ii) \quad \text{வரைபிலிருந்து படித்திறன்} = \frac{1.65}{4 \times 10^{14}}$$

$$V_s = \frac{h}{e}, f = \frac{\phi}{c} \quad \text{ஆகையால்}$$

$$h = \text{படித்திறன்} \times e$$

$$= \frac{1.65}{4 \times 10^{14}} \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js.}$$

$$(iii) \quad f = 4 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{ஆக இருக்கையில்,}$$

$$V_s = 0 \text{ எனவே}$$

$$\frac{\phi}{e} = \left(\frac{h}{e} \right) f = \frac{1.65}{4 \times 10^{14}} \times 4 \times 10^{-14} = 1.65$$

$$\therefore \phi = 1.65 \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\text{வேலைச்சார்பு} = 2.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$f = 6.5 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{ஆக இருக்கையில்} \quad V_s = 1.07 \text{ V}$$

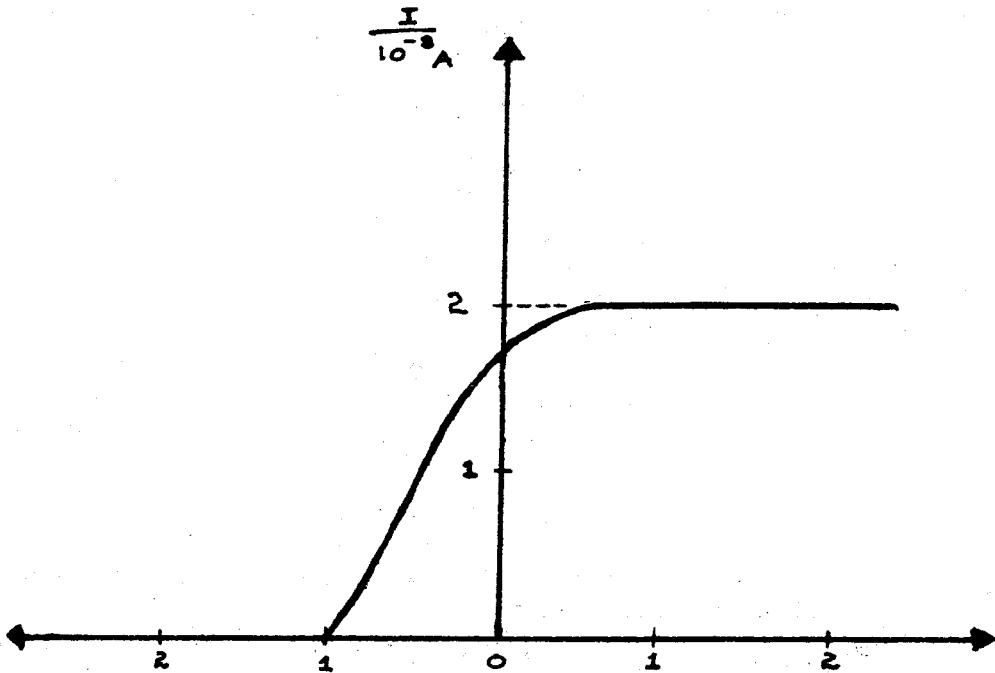
$$\text{உயர் இயக்கப்பாட்டு சக்தி} = e V_s$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 1.07$$

$$= 1.7 \times 10^{-19} \text{ J}$$

4. 7.0×10^{14} Hz மீட்ரனுள்ள ஒரு நிற ஓளியைப் பயண்படுத்தி செய்யப்பட்ட பரிசோதனையில், ஓளிக்கலம் ஊடான் ஒட்டம் (1) அதன் குறுக்கேயான வோல்றைவு (V) உடன் மாறுவதைப் படம் காட்டுகிறது; வரையில் உள்ள தரவுகளைப் பயண்படுத்தி;

- கதோட்டிலிருந்து 1 s இல் விடுவிக்கப்படும் ஓளி இலத்திரன் எண்ணிக்கையையும்;
- அவற்றின் உயர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியையும் மட்டிடுக்.



அத்தோடு, கதோட்டு திரவியத்தின் வேலைச்சார்பையும், நுணவாய் அலை நீளத்தையும் காண்க.

- $I = \frac{Q}{t} = ne$ (ஏ: ஒரு செக்கனில் வெளியிடப்படும் ஓளி இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை)

$$\therefore 2 \times 10^{-8} = n \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\therefore n = 1.25 \times 10^{11}$$

$$(ii) V_s = \text{தடுக்கும் அழுத்தம்} = 1 \text{ V}$$

எனவே உயர்வு இயக்கப்பாட்டு சக்தி

$$= e V_s = 1.6 \times 10^{-19} \times 1$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{ஒவ்வொச்சார்பு} = hf - KE_m$$

$$= 6.63 \times 10^{-34} \times 7.0 \times 10^{14} - 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= 3.0 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{நுணவாய் அலை நீளம்} = \frac{hc}{\phi}$$

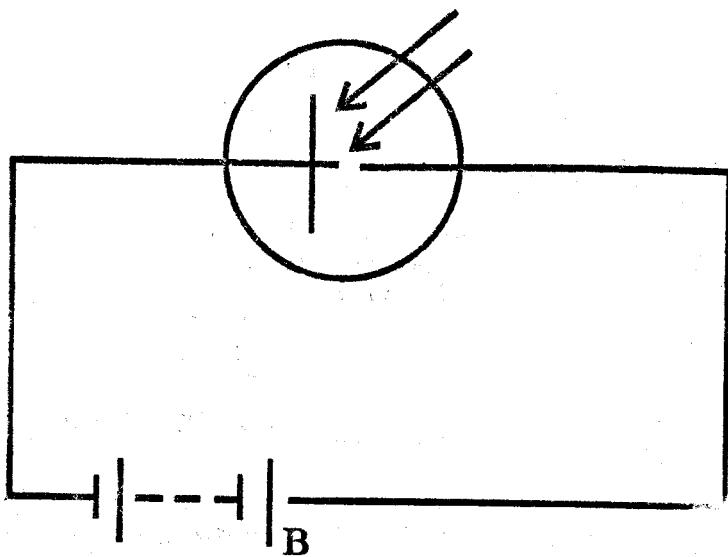
$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.0 \times 10^{-19}}$$

$$= 6.5 \times 10^{-7} \text{ m.}$$

வினாக்கள் I (பலதேர்வு)

1. வூதா ஒளி ஒளிக்கலமொன்றின் கடோட்டில் விழும்போது ஒளி - இலத்திரன் கள் விடுவிக்கப்படுகின்றன; ஆனால் செந்திற ஒளி அதில் படும்போது இலத்திரன்கள் விடுவிக்கப்படவில்லை, இதற்கு காரணம்.

- (1) வூதா ஒளி போட்டன் சக்தி, செந்திற ஒளி போட்டன் சக்தியை விட உயர்வானது.
- (2) வூதா ஒளியில் கூடுதலான போட்டன்கள் உள்ளன:
- (3) வூதா ஒளியின் செறிவு செந்திற ஒளியின் செறிவிலும் கூடியது,
- (4) எதர்ட்டு திரவியத்தின் நுணவாய் அலைநீளம், செந்திற ஒளியின் அலைநீளத்தை விட கூடுதலானது.
- (5) திரவியத்தின் ஒவ்வொச்சார்பு, வூதா ஒளி போட்டன் சக்தியை விட உயர்வானது



2. படத்தில் காட்டப்பட்டவாறு தொடுக்கப்பட்ட ஒரு ஒளிக்கலத்தின் கதோட்டுல் ஒது நிற ஒளி படும்போது, சுற்றில் ஒட்டம் ஏற்படவில்லை. இதற்கு மிகவும் பொருத்தமான காரணம்:

- (1) ஒளியின் செறிவு குறைவாக இருத்தல்.
- (2) ஒளியின் மீட்ரன் நுணவாய் மீட்ரனிலும் அதிகமாக இருத்தல்.
- (3) ஒளியின் அலைநீளம் நுணவாய் அலை நீளத்திலும் அதிகமாக இருத்தல்.
- (4) பற்றாரியின் முதல் வுகள் சரியாக தொடுக்கப்படாமல்
- (5) பற்றாரியின் வோல்ட்ரனவு தடுக்கும் அழுத்தத்தை விட கூடுதலாக இருத்தல்.

3. அலை நீளமுள்ள ஒளியின் போட்டன் சக்தி:

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1) $h\lambda$ | 4) h/λ |
| 2) $h\lambda/c$ | 5) $hc\lambda$ |
| 3) hc/λ | |

4. வேலைச்சார்பின் அலகு:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| (1) J | (4) kg m s^{-2} |
| (2) J s^{-1} | (5) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ |
| (3) Js | |

5. ஒளியின் பரிசோதனை ஒண்றில் தடுக்கும் அழுத்தம் 2.8 V ஆக இருந்தது. கடேசட்டின் திரவியத்தின் வேலைச்சார்பு 2.0 eV எனில், விடுவிக்கப்படும் இலத்திரண்களின் உயர்வு மீயக்கச் சக்தி:

- | | |
|----------------------|---------------------------------------|
| (1) 4.8 eV | (4) $4.48 \times 10^{-19} \text{ eV}$ |
| (2) 2.8 eV | (5) $1.28 \times 10^{-19} \text{ eV}$ |
| (3) 0.8 eV | |

6. ஒரு உலோகத்தட்டின் தடுக்கும் அழுத்தத்தை துணிவதற்கான பரிசோதனையில் கிடைக்கும் முடிவு தங்கியிருப்பது;

- | |
|---|
| (1) ஒளியின் மீட்ரனில் மட்டும். |
| (2) ஒளியின் செறிவில் மட்டும். |
| (3) உலோக திரவியத்தில் மட்டும் |
| (4) ஒளியின் செறிவிலும், மீட்ரனிலும். |
| (5) ஒளியின் மீட்ரனிலும், உலோகத் திரவியத்திலும். |

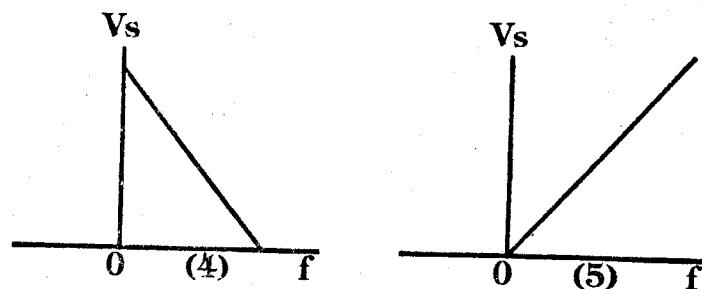
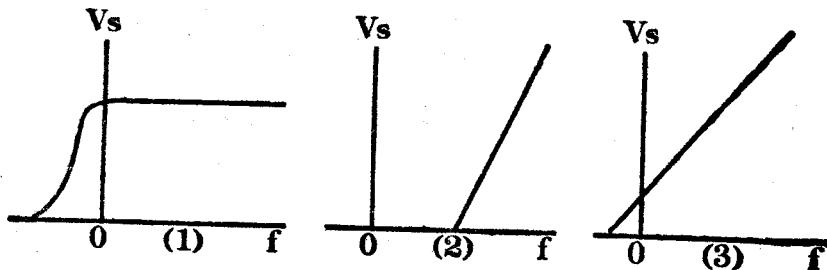
7. λ அலைநீளங்கள் ஒரு நிற ஒளிக்கற்றை E சக்தியுள்ள போட்டன்காரன் ஆணை. இவ் ஒளிக்கற்றை வளியிலிருந்து கண்ணடிக்குள் செல்லும்போது:

- | |
|-------------------------------------|
| (A) போட்டனின் சக்தி குறையும் |
| (B) ஒளிக்கற்றையின் வேகம் குறையும் |
| (C) ஒளிக்கற்றையின் மீட்ரன் குறையும் |

மொழுள்ள கூற்றுக்களில் உண்மையானவை:

- | | |
|---------------|-----------------|
| (1) A மட்டும் | (4) A ஏம் B ஏம் |
| (2) B மட்டும் | (5) B ஏம் C ஏம் |
| (3) C மட்டும் | |

8. ஒளிக்கலம் ஓன்றை பயன்படுத்தி மக்னீசியம் திரவியத்திற்கான தடுக்கும் அழுத்தம் (V_s) வெவ்வேறு மீட்டர்கள் (1) உடைய ஒளிக்கற்றதூக்கனைப் பயன்படுத்தி பெறப்பட்டது. V_s இக்கும் (1) இக்கும் (2) உள்ள தொடர்பை சிறப்பாகக்காட்டும் வரைபு:



9. ஒளி மின்கலமொன்றின் கடோட்டு திரவியத்தின் வேலைச்சார்பு $f(\phi)$ தில் ஒக்தியடைய போட்டனகளை கொண்ட ஒரு நிற ஒளி விழுகிறது, வெற்றி டத்தில் ஒளியின் வேகம் c எனின், கடோட்டு திரவியத்திற்கான நுளை வாய்வு அலை நீணம்:

$$(1) \frac{E\phi}{h}$$

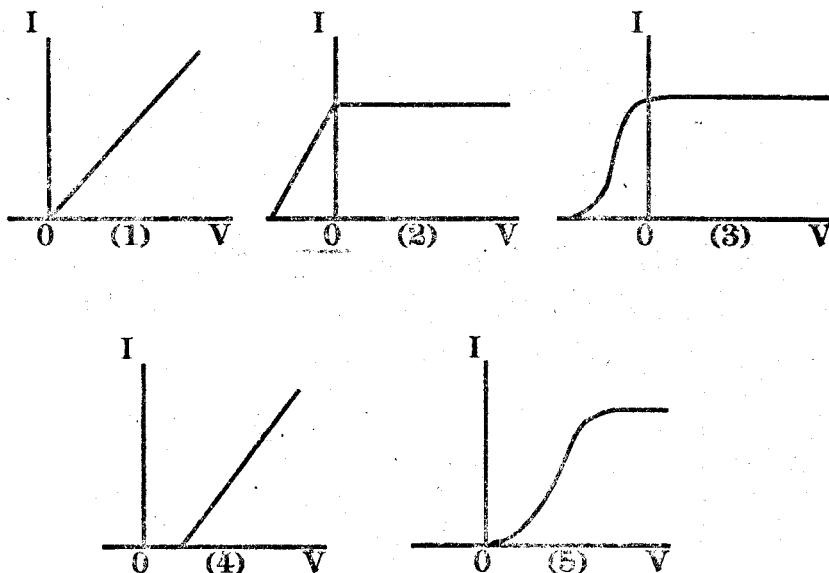
$$(4) \frac{h}{\phi c}$$

$$(2) \frac{hc}{E}$$

$$(5) \frac{hc}{\phi}$$

$$(3) \frac{(E-\phi)}{h} c$$

- 10] ஒரு நிற ஓளிக்கறிசை ஒன்று, ஓளி - மின்கலமொன்றின் கதோட்டில் விழும் போது, கலத்தினாடு செவ்வும் ஒட்டம் (I) அதன் குறக்கேயான வோல்ற நளவு (V) உடன் மாறும் விதத்தை சிறப்பாக காட்டும் வரைபு,



11] பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக;

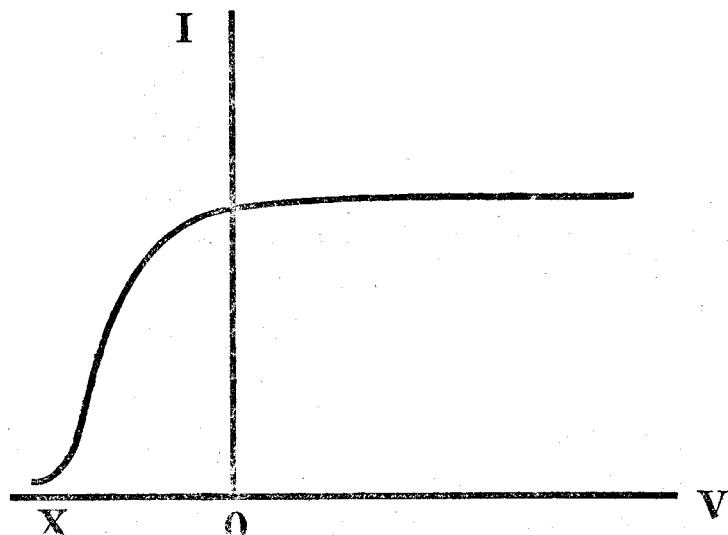
- (A) கட்டிக ஓளி போட்டன் சக்தி சில eV ஆக இருக்கலாம்.
- (B) கழி ஊதா போட்டன் சக்தி, கட்டிக ஓளி போட்டன் சக்தியை விட கூடுதலானது.
- (C) ரேடியோ பேசட்டன் சக்தி, X - போட்டன் சக்தியை விட கூடுதலானது.

இவற்றுள்

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| (1) A மட்டும் சரி | (4) A யும், C யும் சரி |
| (2) B மட்டும் சரி | (5) B யும், C யும் சரி |
| (3) A யும் B யும் சரி | |

12: f மீட்ரனுள்ள ஒளிக்கற்றையைப் பயன்படுத்தி ஒரு உலோகத் தட்டிற கான் தடுக்கும் அழுத்தத்தை காணும் பரிசோதனையில் பெறப்பட்ட V எதிர் I வரைபு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

(I கலத்தினாடான ஒட்டம்; V அதன் குறுக்கே உள்ள அழுத்த வேறு பாடு) பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக:



- (A) ஒளியின் செறிவை கூட்டினால், ஒட்டத்தின் வயர்வு பெறுமானங் கூடும்.
- (B) X, தடுக்கும் அழுத்தத்தின் பெறுமானத்தை குறிக்கும்;
- (C) உலோகத்தட்டுக்கு பதில், குடிய வேலைச் சார்புள்ள வேறோர் தட்டை பிரதியிட்டால், தடுக்கும் அழுத்தம் கூடும்.

இவற்றுள்

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| (1) A மட்டும் சரி | (4) B யும், C யும், மட்டும் சரி |
| (2) A யும், B யும் மட்டும் சரி | (5) A, B, C எல்லாம் சரி |
| (3) A யும், C யும் மட்டும் சரி | |

வினாக்கள் II

தீர்வுகள் :

$$\text{சுயாதின வெளியில் ஒளியின் வேகம்: } 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{பிளாஸ்கின் மாறிலி: } 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

13. 'ஒளி - மின் விளைவு' என்றால் என்ன? இவ்விளைவைக் காட்டும் ஒரு எளிய பரிசோதனையை விபரிக்க.

14. ஒளியின் பரிசோதனைகளில் பெறப்பட்ட அவதானங்களில் தீவிர அலைக் கொள்கைக்கு முரண்பாடாக இருந்தது. அவ்வாறான அவதானங்கள் இரண்டினை குறிப்பிடுக.

இவ் அவதானங்களை விளக்க ஜன்ஸ்ரென் பயன்படுத்திய உமோக்டாடினால் எழுதுக.

15. உலோகத்தட்டொன்றில் ஒளிக்கற்றை ஒன்று விழும் போது விடுவிக்கப்படும் ஒளி இலத்திரங்களின் இயக்கப்பாட்டு சக்தி ஒளியின் மீட்ரனில் மட்டுமே தங்கியுள்ளது. இத்தோற்றப்பாட்டினை ஜன்ஸ்ரென் எவ்வாறு விளக்கினா?

$5.4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ மீட்ரனுள்ள ஒளி, $4.5 \times 10^{-19} \text{ J}$ வேலைச்சார்புடைய உலோக மேற்பரப்பில் விழுகிறது. ஒளி இலத்திரங்கள் இச்சந்தரப்பகுதில் விடுவிக்கப்படுமா? உமது விடையை விளக்குக.

16. 'சோடியம் உலோகத்தின் நுணைவாய் அலை நீளம் $0.45 \mu\text{m}$ ஆகும். இக் கூற்றினை விளக்குக.

$0.2 \mu\text{m}$ அலை நீளமுள்ள ஒளிக்கற்றை ஒன்று சோடியம் உலோகத்தின் மேற்பரப்பில் விழுகிறது.

(a) ஒளியின் போட்டன் சக்தி.

- (b) சோடியம் உலோகத்தின் வேலைச்சார்பு,
- (c) விடுவிக்கப்படும் ஒளி இலத்திரன்களின் உயர் இயக்கப்பாட்டு சக்தி ஆகியவற்றை காண்க.

17. 2.0 W மின் விளக்கு 500 nm அலை நீளமுள்ள ஒளியை எல்லா திணைகளிலும் சீராக காலுகிறது.

- (a) 500 nm அலைநீளமுள்ள ஒளியின் போட்டன் சக்தி
- (b) ஒரு செக்கனில் காலப்படும் போட்டன்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றை கணிக்க.

18. வேலைச்சார்பு, தடுப்பு அழுத்தம் ஆகிய பதங்களை விளக்குக.

3.9×10^{-19} J வேலைச்சார்புடைய கதோட்டு மேல் ஒரு நிற ஒளியை பயன்படுத்தி செய்யப்பட்ட பரிசோதனையில், தடுக்கும் அழுத்தம் 2.0 V ஆக காணப்பட்டது.

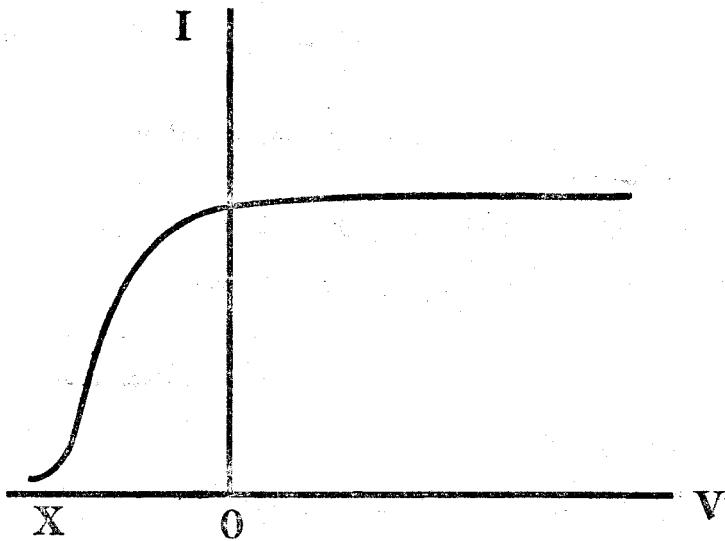
- (a) விடுவிக்கப்படும் ஒளி இலத்திரன்களின் உயர் இயக்க சக்தியையும்,
- (b) ஒளியின் போட்டன் சக்தியையும்
- (c) ஒளியின் அலைநீளத்தையும் காண்க.

19. தடுக்கும் அழுத்தத்திற்கும், ஒளி இலத்திரன்களின் உயர் இயக்கப்பாட்டு சக்திக்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன? மகனீசியம் கதோட்டையும், ஊதா ஒளியையும் பயன்படுத்தி, தடுக்கும் அழுத்தத்தை காண்பதற்கான பரிசோதனை ஒன்றை விபரிக்க.

ஒளியின் மீட்ரன் 7.5×10^{14} Hz, மகனீசியத்தின் வேலைச்சார்பு 2.8 eV எனின், தடுப்பு அழுத்தத்தை காண்க.

ஊதா ஒளிக்கு பதிலாக 5.0×10^{14} Hz மீட்ரனுள்ள ஒளி பயன்படுத்தப் பட்டால், ஒளி இலத்திரன் ஒட்டம் ஏற்படுமா? உமது விடையை விளக்குக.

20. ஒரு நிற ஒளியால் ஓர் ஒளிக்கலத்தின் கதோட்டு ஒளிர்க்கப்பட்டு. கலத்தி னுடான் ஒட்டம் (I), அதன் குறுக்கே பிரயோகிக்கப்பட்ட அழுத்த வித்தியாசம் (V) உடன் மாற்றலைக்காட்டும் வரைபு வரையப்பட்டது. அவ்வாறு வரையப்பட்ட வரைபு கீழேயுள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இவ்வரைபிலிருந்து தடுக்கும் அழுத்தத்தை எவ்வாறு காண்பீர். இத்தடுக்கும் அழுத்தம் எந்த இரு காரணிகளில் தங்கியிருக்கும்?

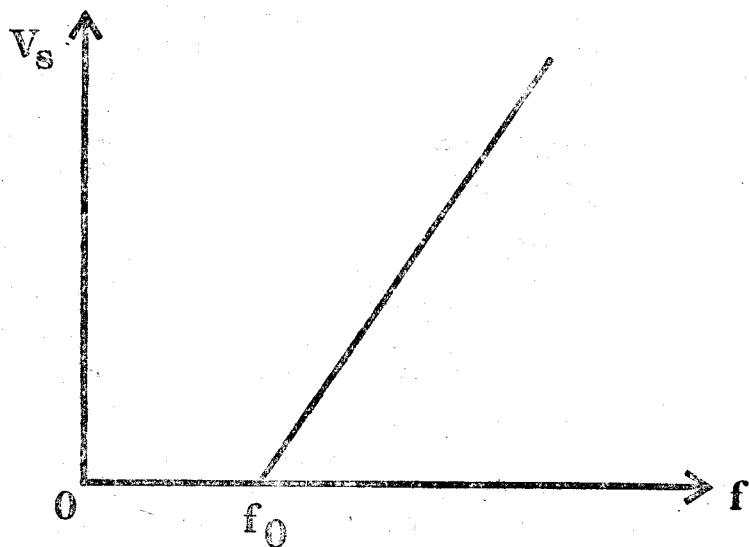
- (a) மீட்ரன் மாறாமல், ஒளியின் செறிவு குறைந்தால்,
- (b) செறிவு மாறாமல் அலைநீளம் கூடினால்,

வரையில் எவ்வாறான மாற்றங்கள் ஏற்படும் என்பதை படத்தின் உதவி புடன் விளக்குக.

21. உலோகத்தட்டு ஒன்றின் மேல் மின் காந்த அலைகள் விழும்போது இதை திரன்கள் தட்டிவிருந்து காலப்படலாம். இத்தோற்றப்பாடு ஒளி மின் விளைவு எனப்படும்.

- (அ) ஜன்ஸ்ரெனின் ஒளி மின் சமன்பாட்டினை எழுதி, அதிலுள்ள பதங்களை விளக்குக.
- (ஆ) மேறுள்ள சமன்பாடு எவ்வாறு ஒளி மின் விளைவுப் பரிசோதனை முடிவுகளை விளக்கிறது?

22. ஒளிக்கலத்தைப் பயன்படுத்தி செய்யப்பட்ட பரிசோதனை ஒன்றில், வெங்கே நிற ஒளிகளுக்கு, தடுக்கும் அழுத்தம் காணப்பட்டது என்றின் மீதிறன் (f) எதிர் தடுக்கும் அழுத்தம் (V_s) வரைபு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இவ்வரைபில் இருந்து பிளாங்கின் மாறிலி h ஜீ எவ்வளவு துணிவீரன் விளக்குக.

வரைபின் படித்திறன் 4.1×10^{-15} எண்ண், h இன் பெறுமானத்தைக் காணக்.

பி எதை குறிக்கிறது?

3. சடத்துண் அலை இயல்பு

3. 1. மின் காந்த அலைகளின் இருமை இயல்பு.

ரேடியோ அலைகளிலிருந்து, γ - கதிர் வரையிலான எல்லா மின் காந்த அலைகளும் அலை இயல்பு உடையன என்பதை நாம் அறிவோம். கோணால், தலையீடு போன்ற அலை இயல்புகளை நீண்ட அலைநீளங்கள் மைக்ரோ அலைகள் போன்றவற்றிற்கு இலகுவாக காட்டலாம். ஆனால் X - கதிர்கள் போன்ற சிறிய அலைநீளங்களை வற்றை கோணால் அடைய செய்வது, அரிது; அனு இடையீடு போன்ற சிறிய துவாரங்களுடு செல்லும்போதே அவை கோணவடையும்.

அதேவேளையில் ஒளி, துணிக்கை இயல்பையும் கொண்டிருப்பதையும் பார்த்தோம். ஒளி - மின் விளைவு தோற்றப்பாட்டினை விளக்க சொட்டு கொள் கையால் மட்டுமே முடியும். இச்சொட்டுக்கொள்கை ஒளிக்கு மட்டுமல்லாது எல்லா மின் காந்த அலைக்கும் பொருந்தும். உதாரணமாக, 3×10^9 Hz அதிர் வெண் னுடைய மைக்கிரோ அலைகளை எடுத்துக்கொண்டால், அவற்றின் போட்டன் சக்தி ஏற்ததான் 2×10^{-5} eV ஆகும் - அதன் அலைநீளம் 10 cm. அதே வேளையில் 10^{-10} m அலைநீளமுடைய X - கதிர்களை கருதினால் அதன் போட்டன் சக்தி ஏற்ததாம் 10 keV ஆகும். இவ்வாறான சக்தி வாய்த்த போட்டன்கள் சடத்துடன் இடைத்தாக்கம் புரிந்து ஒளிமின் விளைவு, அயனாக்கம், புளோரெளிவு (fluorescence) போன்ற தோற்றபாடுகளை உண்டாக்கும். மைக்கிரோ அலைகள், ரேடியோ அலைகள் ஆகியவற்றின் போட்டன் சக்தி மிகக்குறைவாகக்கூட அவை சடத்தி னுடன் இடைத்தாக்கம் புரிவதில்லை. ஆனால் அவ்அலைகள் சக்தியை நீண்ட தூரங்களுக்கு காலுகின்றன.

மேலுள்ள கருத்துக்களிலிருந்து மின் காந்த அலைகளின் இருமை இயல்பு களாக துணிக்கை இயல்பும், அலை இயல்பும் புலனாகின்றது.

3. 2. டி புறோக்லி அலைநீளம்

ஒளி அலைகள் துணிக்கை இயல்பினை வெளிப்படுத்துமேயாகின் ஏன் துணிக்கைகள் அலை இயல்பினை வெளிப்படுத்த முடியாது? இவ்வினாவை 1923 ம் ஆண்டில் டி புறோக்லி எனும் விஞ்ஞானி எழுப்பினார்.

λ அலைநீளங்கள் ஒரு ஒளியின் போட்டன் சக்தி $\frac{hc}{\lambda}$ ஆகும். போட்டன் களை ம் திணிவுள்ள, மீன் தன்மையுள்ள சிறிய கோளங்களாக கருதலாம்.

ஜின்ஸரைன் தினிவு - சக்திச் சமவலுமை சமன்பாட்டின் படி

$$E = mc^2 \text{ ஆகும்.}$$

E, m தினிவுக்கு ஒத்த சக்தி; c : சுயாதீன வெளியில் ஓளியின் வேகம். எனவே

$$\frac{hc}{\lambda} = mc^2$$

$$\Rightarrow m c = \frac{h}{\lambda};$$

அதாவது, λ அலைநீளமுள்ள ஓளியின் போட்டனின் உந்தம் (p), $\frac{h}{\lambda}$ ஆகும்.

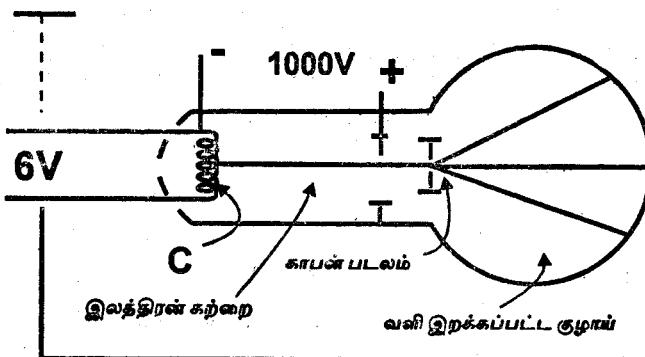
இதை $\lambda = \frac{h}{p}$ எனவும் எழுதலாம்.

எனவே, p உந்தமுடைய ஒரு துணிக்கை $\frac{h}{p}$ அலைநீளமுள்ள அலையாக காட்சி அளிக்கலாம் என மூலம் புறொக்லி கருதினார். $\frac{h}{p}$ அல்லது $\frac{h}{mv}$ (m : துணிக்கையின் தினிவு; v அதன் வேகம்) மூலம் புறொக்லி அலைநீளம் என குறிப்பிடப்படும்.

சிலவருடங்களுக்குபின், டேவிஸ்சனும், ஜேர்மரும் (Davisson and Germer) இலத்திரன்கள் கோணலடைவதை அவதானித்தனர். அவர்களின் பரிசோதனையில் பெறப்பட்ட கோணலுருக்களில் இருந்து கணிக்கப்பட்ட இலத்திரன் அலைநீளம் மூலம் புறொக்லி அலைநீளத்துடன் பொருந்தியது.

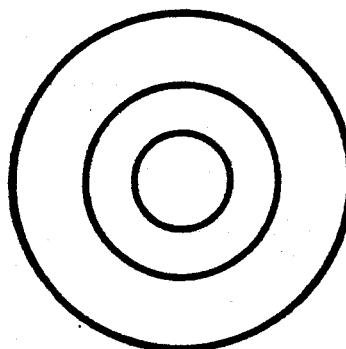
3. 3. இலத்திரன் கோணல்

இலத்திரன் கோணலை காட்டுவதற்கான ஆய்கருவி படம் 1 இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. குடான் கதோட்டிலிருந்து காலப்படும் இலத்திரன்கள் ஒரு உயர் அழுத்த வேறுபாட்டினால் ($\sim 1000V$) வளி இறக்கப்பட்ட குழாய் ஒன்றினுள் ஆர்முடுக்கப்படுகின்றது. இவ் இலத்திரன்கள் மெல்லிய ஒரு காபன் படலத்தில் விழுகின்றன. காபன் அணுக்களிடையேயான இடையீடுகள், இலத்திரனின் அலைநீளத்திற்கு ஒத்த பெறுமானமுடையதாக இருப்பதால் இலத்திரன்கள் கோணலடைகின்றன. காபன் படலத்தின் அணுத்தளங்கள் ஒரு கோணல் அளியடைப்பு (Diffraction Grating) போன்று செயற்படுவதால், படம் 2 காட்டப்பட்ட கோணல் கோலம் (Diffraction Pattern) தோற்றும்.



படம் 1

படம் - 2



3. 4. இலத்திரன் நுணுக்குக் காட்டி

இரு நுணுக்குக் காட்டியைக் கொண்டு எவ்வளவு சிறிய பொருட்களை அவதானிக்கலாம்? இது அந்த நுணுக்குக் காட்டியின் 'துணிப்பு வலு' (Resolving power) கு தங்கியுள்ளது. 'கோணல்' தோற்றுப்பாடு இத் துணிப்பு வலுவை மட்டும்

படுத்துவதால், ஒரு அலைநீளத்திலும் குறைவான பொருட்களை தெளிவாக பார்க்க முடியாது இருக்கும். எனவே, ஒளி அலைகளைக்கொண்டு செயற்படும் நுணுக்குக் காட்டியால் 10^{-7} mக்கும் குறைவான பருமனுள்ள பொருட்களை தெளிவாக காட்ட முடியாது. கட்டுக ஒளிக்கு பதிலாக இலத்திரன்களை (அவைகள் அலை இயல்பு களை கொண்டுள்ளன) பயன்படுத்தும்போது, அவற்றின் அலை நீளம் 10^{-10} mவரிசையில் உள்ளதால், 10^{-10} m வரை சிறிய பொருட்களை அவதானிக்கலாம்.

இலத்திரன் நுணுக்குக் காட்டியில், ஒளிக்கற்றைக்கு பதிலாக இலத்திரன் கற்றை பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவதானிக்கப்படும் பொருள் மீது இக்கற்றை ஒரு 'இலத்திரன் வில்லை' யினால் குவிக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து கிடைக்கும் விம்பத்தை ஒரு புளோரோளி திரையில் அல்லது ஒளிப்படத்தட்டில் பெறலாம்.

3. 5. உதாரணம்

1000V அழுத்த வேறுபாட்டினால் ஆர்முடுக்கப்படும் இலத்திரனின்

- (i) இயக்கச் சக்தி
- (ii) உந்தம்
- (iii) டி புறோக்லி அலைநீளம்
ஆகியவற்றைக் காணக.

$$\text{இலத்திரனின் ஒய்வு திணிவு} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{இலத்திரனின் ஏற்றம்} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{இயக்க சக்தி} \left(\frac{1}{2}mv^2 \right) = eV$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 1000$$

$$= 1.6 \times 10^{-16} \text{ J}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = 1.6 \times 10^{-16}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 \text{ ஜ } \frac{1}{2} \cdot \frac{(mv)^2}{m} \text{ என எழுதலாம்}$$

$$\Rightarrow \underline{(mv)^2} = \frac{1}{2} mv^2 \times 2m$$

$$\therefore (mv)^2 = 1.6 \times 10^{-16} \times 2 \times 9.1 \times 10^{-31}$$

$$\therefore mv = 1.7 \times 10^{-23}$$

$$\text{உந்தம்} = 1.7 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\text{அலை நீளம்} = \frac{h}{p} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{1.7 \times 10^{-23}}$$

$$= 3.9 \times 10^{-11} \text{ m}$$

3. 6. வினாக்கள்

$$\text{வளியில் ஒளியின் வேகம்} = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{இலத்திரன் ஏற்றம்} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ c}$$

$$\text{இலத்திரன் ஓய்வு திணிவு} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{பிளாங்கின் மாறிலி} = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

1. வளியில் ஒளியின் வேகம் c; பிளாங்கின் மாறிலி h; எணின் v வேகத் துடன் செல்லும் m திணிவுள்ள துணிக்கையின் டி புறோக்லி அலைநீளம்:

$$(1) \frac{2h}{mv}$$

$$(4) \frac{2h}{mc}$$

$$(2) \frac{2hc}{mv}$$

$$(5) \frac{h}{mc}$$

$$(3) \frac{h}{mv}$$

2. இலத்திரன்களைப் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக:

- (A) அவை மின்புலசிமான்றினால் ஆர்முடுக்கமடைய கூடும்.
- (B) அவற்றை கோணவடைய செய்யலாம்.
- (C) P உந்தமுள்ள இலத்திரன்களின் டி புறொக்லி அலைநீளம் $\frac{P}{h}$ ஆகும்.

இவற்றுள் :

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| (1) A மட்டுமே சரி | (4) A யும் B யும் சரி |
| (2) B மட்டுமே சரி | (5) B யும் C யும் சரி |
| (3) C மட்டுமே சரி | |

3. ஒரு துணிக்கையின் டி புறொக்லி அலைநீளம் 10^{-10} m எனின், அத் துணிக்கையின் உந்தம்

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| (1) 19.8×10^{-16} Ns | (4) 6.6×10^{-34} Ns |
| (2) 6.6×10^{-24} Ns | (5) 6.6×10^{-44} Ns |
| (3) 2.2×10^{-32} Ns | |

4. (A) கட்டுக ஒளி
 (B) X - கதிர்
 (C) இலத்திரன் கற்றை

மேலுள்ளவற்றுள், அவை இயல்புகளையும், துணிக்கை இயல்புகளையும் காட்டக்கூடியது/யன:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| (1) A மட்டும் | (4) A யும் C யும் மட்டும் |
| (2) C மட்டும் | (5) A, B, C எல்லாம்கூடும். |
| (3) A யும் B யும் மட்டும் | |

5. பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக:

- (A) மெல்லிய காபன் யடலத்தில் இலத்திரன்கற்றை கோணவடையக் கூடும்.
- (B) 3 cm அலை நீளமுள்ள மைக்ரோ அலைகள் 2 cm துவாரத்தில் கோணவடையும்.

(C) ஒளி அலைகளை கோணலடைய செய்ய 1mm இலும் சிறிய துவாரத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்:

- (1) A மட்டும் சரி
- (2) A யும் B யும் மட்டும் சரி
- (3) A யும் C யும் மட்டும் சரி
- (4) B யும் C யும் மட்டும் சரி
- (5) A, B, C, எல்லாம் சரி

6. இதைத்திரண்களின் அலை இயல்பை எவ்வாறு காண்பிக்கலாம்? 200V அழுத்த வெறுபாட்டினால் ஆர்முடுகலுறும் இலத்திரண்களின்

- (i) இயக்க சக்தி
- (ii) உந்தம்
- (iii) மூபுறோக்கி அலை நீளம் ஆகியவற்றைக் காணக்.

7. “ ஒளிக் கதிர்கள் மின் காந்த அலைகள் எனினும் அவை துணிக்கை இயல்பை கொண்டுள்ளன ”

“ இலத்திரண்கள் துணிக்கைகள்; எனினும் அவை அலை இயல்யுகளையும் காணப்பிக்கின்றன ”

இவ் இரு கூற்றுக்களையும் உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

8. (a) 2.2×10^{-10} m அலை நீளமுள்ள இலத்திரனின்

- (i) உந்தம்
- (ii) சக்தி ஆகியவற்றை மட்டுடைக.

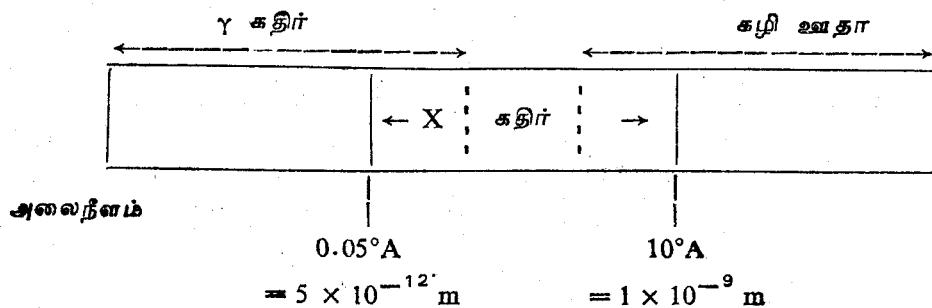
(b) இவ் இலத்திரனின் கதியுடன் செல்லும் ஒரு புரோத்தனின் டி.புறோக்கி அலை நீளத்திலும் சிறிதாகவே இருக்கும். இது ஏன் என விளக்குக.

4. X - கதிர்கள்

4. 1. அறிமுகம்

கதோட்டு கதிர்கள் சம்பந்தமான பரிசோதனைகளில் ஈடுபட்டுக்கொண்டிருந்த ரோன்றஜன் (Rontgen) எனும் விஞ்ஞானி, 1895ம் ஆண்டு X - கதிர்களை கண்டு பிடித்தார். ஆய்வு கூடத்தில் ஒளி புகாவண்ணம் பாதுகாப்பாக வைக்கப் பட்டிருந்த ஓளிப்படத் தட்டங்கள் (photographic plates) புகாராகி இருந்தன. உயர் வோல்ட்டினாவுக்களைப் பயன்படுத்தும் வளி இறக்கக்குழாய் (தாழ் அமுக்கத் திலுள்ள வளியை கொண்ட குழாய்) களிலிருந்து வெளிவரும் கதிர்களே இதற்கு காரணமாக இருந்தன. கதோட்டுக் கதிர்களைவிட இவை வேறுபட்டு இருந்தது. இக்கதிர்களின் இயல்புகளை அறிந்திராததால் அவற்றை X - கதிர்கள் என பெயரிட்டார்.

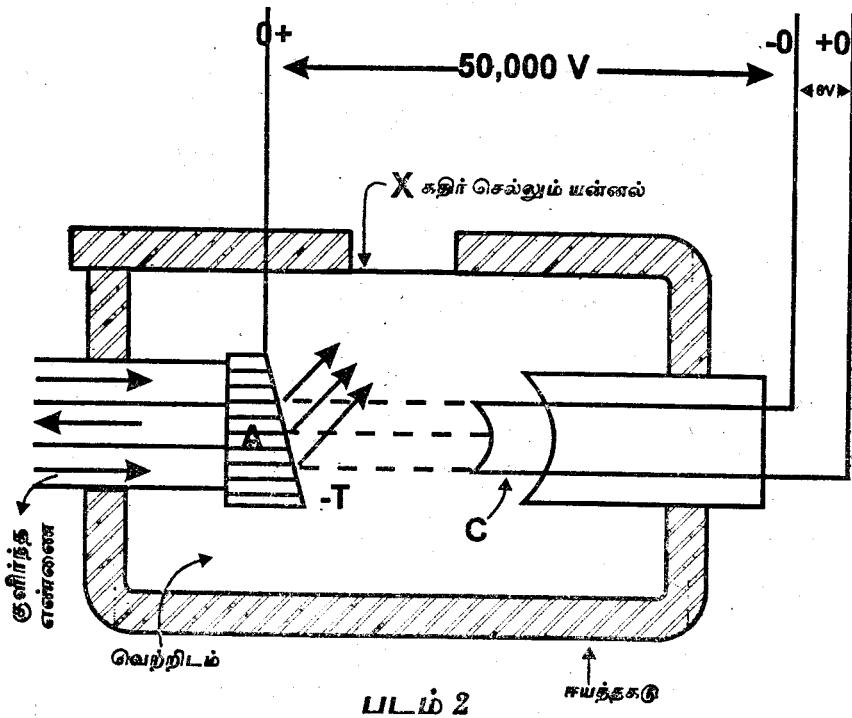
1912 ஆண்டில், லெலாவே (Laue) என்பவர் ஒரு மெல்லிய பளிங்கில் X கதிர்கள் கோணலடைவதை காண்பித்தார். வேகமாகச் செல்லும் இலத்திரன் கள் ஒரு உலோகத்தட்டில் மோதும்போது இவை பிறப்பிக்கபடுகின்றன. இவ் இரு இயல்புகளிலுமிருந்து அவை மின் காந்த அலைகள் என இனம் காணப்பட்டது. மின் காந்த திருசியத்தில் X - கதிர்களின் இடத்தை படம் 1 காட்டுகிறது. மிகவும் குறுகிய அலைநீளமுடைய இக்கதிர்கள்.



மின் காந்த திருசியத்தில், γ - கதிர்களுக்கும், கழி மூதா கதிர்களுக்கும் இடையே உள்ளன. இவற்றின் அலைநீளவீச்சு ஏற்றதாழ 5×10^{-12} m இல் இருந்து 1×10^{-9} m அரையாகும்.

4. 2. உற்பத்தி

உயர் வோல்ட்றளவுகளினால் ஆர்மூடுக்கப்படும் இலத்திரன்கள் ஒரு உலோத் தடியில் இலக்கில் மோதும் போது X - கதிர்கள் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன. X கதிர்களை உற்பத்தி செய்வதற்கு ஏற்ற ஒரு ஆய்க்குவி படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இக்கு T, ஆயர் கொதிநிலையை உடைய ஒரு உலோக தட்டு (தங்குதன் பொருத்தமானது). இது அனோட் ஆக செய்றப்படும் செப்புக்குற்றி A யின் மேல் பதிக்கப்பட்டுள்ளது. C, தங்குதன் இழையினாலான கதோட்டு, அதன் குறுக்கே 6 V அழுத்த வேறுபாடு ஏற்படுத்தப்படும்போது இலத்திரன்கள் காலப்படுகின்றன. A க்கும் C க்கும் குறுக்கே, சமார் 50 kV அழுத்த வேறுபாடு பிரயோகிக்கப்படும். Cஇல் இருந்து வெளி வரும் இலத்திரன்கள் இவ் அழுத்த வேறுபாட்டினால் உயர் சக்தியை கொண்டுள்ளன. அவை இலக்கில் மோதும் போது X - கதிர்கள் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன. இலத்திரன்களின் சக்தியில் 0.5% ஆன சக்தியே, X கதிர்களை பிறப்பிப்பதால் கூடிய வீதமான சக்தி செப்புக்குற்றி A இன் அகச்சக்தியை அதிகரிக்கின்றது.

இது காரணமாக ஏற்படும் வெப்பநிலையை கட்டுப்படுத்த குற்றிக் கூடாக எண்ணை யொன்று பாக்சப்படும். உற்பத்தியாகும் X - கதிர்களின் செறிவு. இலக்ஞை ஒரு செக்கவில் அடையும் இலத்திரன்களில் தங்கியிருக்கும். அதாவது குழாயிலுள்ள ஓட்டத்தில் தங்கியுள்ளது. ஆனால் X - கதிர்களின் மீடிறன் வீச்சு, அணோட்டுக்கும் கோடோட்டுக்கும் இடையேயான அழுத்த வேறுபாட்டில் தங்கியிருக்கும்.

4. 3. இயல்புகள்

1. மிகச் சிறிய அலை நீளங்களை உடையவை ஆனதால் அவை நேர் கோட்டில் செல்லும்.
 2. மின்காந்த அலைகள் ஆதலால் அவை மின் காந்த அலைகளில் பொது இயங்குகளை கொண்டுள்ளன. ஒரு பளிங்கின் அணுக்களின் இடையேயான இடையீடுகளில் அவை கோணலடையும். வளியில் (சயாதின் வெளியில்) ஒளி யின் வேகத்துடன் செல்லும். காந்தப் புலத்தினாலோ, மின் புலத்தினாலோ அவற்றை விலகலுறச் செய்ய முடியாது;
 3. அவை சடத்தை ஊடுருவும் ஆற்றல் உடையவை. ஊடுருவும் ஆற்றல் சடத்தின் அடர்த்தியிலும் X - கதிரின் அலைநீளத்திலும் தங்கியுள்ளன. குறைந்த அலைநீளமுள்ள X - கதிர்கள், கூடிய போட்டன் சக்தி உடையன. அவை வன் X - கதிர்கள் எனப்படும்: கூடிய அலைநீளமுள்ளவை மென் X - கதிர்கள் எனப்படும். மென் X - கதிர்களைவிட, வன் X - கதிர்களின் ஊடுருவும் ஆற்றல் கூடியவை. 1பாய் தடிப்புள்ள சயம் மிகவும் வன்மையான X - கதிர்களைவிட ஏனையவற்றை உறுஞ்சும்.
 4. சடத்துடன் X - கதிர்கள் இடைத்தாக்கம் புரியும் போது அவை இலத்திரன்களை வெளியேற்றும்; அதாவது ஒளி - மின் விளைவை ஏற்படுத்தும். X - கதிர்களின் மீடிறன் மிகவும் உயர்வானவை ($\sim 10^{18}$ Hz). எனவே அவை விடுவிக்கும் இலத்திரன்களின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி மிகவும் உயர்வானதாக இருக்கும். இவ் இலத்திரன்கள் அயணாக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்தும்.
 5. அவை ஒளிப்படத்தட்டங்களை புகாரடைய செய்யும்.
 6. சில பதார் தங்களை அவை புளோரொளில் செய்யும்.
 7. அவை வாயுக்களை அயணாக்கம் செய்யும். அவ்வாறு செய்யப்பட்ட வாயுக்கள் மின்னை கடத்தும்.
- குறிப்பு:** X கதிர்களின் உற்பத்தி, ஒளியின் விளைவுக்கு எதிர்மாறானது. ஒளியின் விளைவின் போது மின்காந்த அலைகள் இலத்திரன்களை விடுவிக்கின்றன. ஆனால் X - கதிர் உற்பத்தியின்போது, இலத்திரன்கள் உலோகத்தட்டில் மோதி மின்காந்த அலைகளை பிறப்பிக்கின்றன.

4. 4. பயன்பாடுகள்

1. X - கதிரியல் படங்கள்: ஓரளவு வன்மையான X - கதிர்கள் சதையை ஊட்டு வும்; ஆனால் எலும்பை ஊட்டுவுமாட்டா. X - கதிரியல் படங்கள் மூலம் எலும்புகளில் உள்ள முறிவுகள், வெடிப்புக்கள் ஆகியவற்றை அவதானிக்கலாம்.

சுவாசப்பையில், நோயினாற் தாக்கப்பட்ட உரிகள் (Tissues), X - கதிர்களை உறுஞ்சும், நோயற்ற உரிகள் உறுஞ்சமாட்டா. எனவே X - கதிரியல் படங்கள் மூலம் கசநோய் போன்ற நோய்களால் பாதிக்கப்பட்ட உரிகளை இனம் காணலாம்.

2. புற்றுநோய் கிக்கை: யிலும் X - கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மிக வன்மையான X - கதிர்கள் (γ - கதிர்களைப் போன்று) நோயற்ற உரிகளை அழித்து விடுகின்றன.

3. தொழிற்சாலைகளில்: இயந்திரப்பாகங்களின் பொருத்துக்களில் ஏற்பட்டுள்ள குறைபாடுகளை கண்டுபிடிக்க தொழிர்கள் பயன்படுகின்றன.

சிப்பிகளுள் முத்து இருக்கிறதா? என்பதை காணவும் X - கதிர்களை பயன்படுத்தலாம்.

ரெனிஸ் பந்து, மோட்டார் ரயர் போன்ற பொருட்கள் உற்பத்தி செய்யப்படும் தொழிற்சாலைகளில் இப்பொருட்களின் அளவிலும், வடிவத்திலும் குறைபாடுகள் உள்ளனவா என் சோதித்து பார்க்க X - கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

4. பளிங்குகளில் X - கதிர்களை தெறிப்படைய செய்யும் போது அனு இடையீடுகளில் அவை கோணல் அடைகின்றன. X - கதிர்கள் அனுத்தளங்களுடன் அமைக்கும் சில கோணங்களுக்கு ஆக்கபூர்வமான தலையீடு நிகழ்வதால் தெறி கதிர்கள் செறிவுற்று இருக்கும் (அனுத் தளங்கள் கோணல் அளியடைப்பு - diffraction grating போன்று தொழிற்படும்). இம் மூறையால் பதார்த்தங்களின் அனு - அமைப்பையும் அனுக்களிடையோன தூரங்களையும் அளக்கலாம். சேதன் சேர்வைகளின், சிக்கல் மூலக்கூருகளின் அமைப்புக்களை தீர்மானிக்க இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

புதிதான மூலகங்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டால், அம் மூலகங்களில் இலத்திரன்கள் மோதும் போது பிறப்பீக்கப்படும் X - கதிர் திருசியத்தை அவதானிப்பதன் மூலம் அம் மூலகங்களின் அனு எண்களை காணலாம் (மோஸ்லியின் விதி)

5. கள்ளக்கடத்தல் பொருட்கள் (ஆயுதங்கள், ஆபரணங்கள், அபின் போன்ற போதைப் பொருட்கள்) சுங்கப்பரிசோதனையின் போது இனங்காணவும் X - கதிர்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

4. 6. உதாரணங்கள் .

1: 1.5×10^{-10} m அலைநீளமுள்ள X - போட்டனின் சக்தியையும் 4.5×10^{-7} m அலைநீளமுள்ள நீண்ட ஒளி மோட்டனின் சக்தியையும் கூட்பிடுக.

$$\text{போட்டன் சக்தி} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\propto \frac{I}{\lambda}$$

$$\begin{aligned} \text{எனவே} \quad \frac{\text{X - போட்டன் சக்தி}}{\text{ஒளி - போட்டன் சக்தி}} &= \frac{\text{ஒளி அலைநீளம்}}{\text{X - கதிர் அலைநீளம்}} \\ &= \frac{4.5 \times 10^{-7}}{1.5 \times 10^{-10}} \\ &= 3 \times 10^3 \end{aligned}$$

X போட்டன், நீல ஒளி போட்டனைவிட 3000 மடங்கு சக்தி கூடியது:

2: ஒரு X - கதிர் குழாயின் குறுக்கே 40 kV அழுத்த வேறுபாடு பிரயோகிக்கப் படும் போது அதில் ஏற்படும் ஓட்டம் 3 mA ஆக காணப்பட்டது:

- (i) இச் குழாயின் பயப்பு வலு
- (ii) இலத்திரன் ஒன்றின் இயக்கச் சக்தி
- (iii) இலத்திரன் ஒன்றின் வேகம்
- (iv) 1 s இல் இலக்கை அடையும் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றை காண்க.

$$\begin{aligned} \text{(i) பயப்பு வலு} &= \text{ஓட்டம்} \times \text{அழுத்த வேறுபாடு} \\ &= 3 \times 10^{-3} \times 40 \times 10^3 \\ &= 120 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(ii) } \frac{1}{2}mv^2 &= eV \\ &= 1.6 \times 10^{-19} \times 40 \times 10^3 \end{aligned}$$

$$\text{இலத்திரனின் இயக்கச் சக்தி} = 64 \times 10^{-16} \text{ J}$$

$$(iii) \frac{1}{2} mv^2 = 64 \times 10^{-16}$$

$$\therefore v^2 = \frac{64 \times 10^{-16} \times 2}{9.1 \times 10^{-31}}$$

$$\therefore v = 1.2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{இலத்திரனின் வேகம்} = 1.2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

(iv) $I = n \times e$ (n : ஒரு செக்கனில் அணாட்டை அடையும் இலத்திரன்கள்)

$$\therefore n = \frac{I}{e}$$

$$= \frac{3 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 1.9 \times 10^{16}$$

4. 7. வினாக்கள்

$$h \text{ பிளாக்கின் மாறிலி} = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம்} = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{இலத்திரன் ஏற்றம்} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{இலத்திரனின் ஓய்வு திணிவு} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

1. X - கதிர்கள்

- (அ) உயர் அலை நீளமுள்ளவை
- (ஆ) மின் காந்த அலைகள் ஆகும்
- (இ) வளிசை அயனாக்கம் செய்யும்

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (1) அ மட்டும் உண்மையானது (2) ஆ மட்டும் உண்மையானது
 (3) இ மட்டும் உண்மையானது (4) அ, ஆ, இரண்டும் உண்மையானது
 (5) ஆ, இ இரண்டும் உண்மையானவை
2. X - கதிர்களின் அவைநிலம் ஆக இருக்கக் கூடிய பெறுமானம்
 (1) 10^{-10} m (2) 10^{-7} m (3) 10^{-6} m
 (4) 10^{-4} m (5) 10^{-2} m
3. X - கதிர்கள் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களில் சரி அல்லாதது எது?
 (1) X கதிர்கள் நேர் கோட்டில் செல்லும்
 (2) அவை உயர் சக்தியுள்ள போட்டங்களால் ஆனவை
 (3) அவை திரவிய பளிங்குகளில் கோணவடையும்
 (4) அவை காந்தப்புலத்தினால் திசை திருப்பம் அடையும்
 (5) வளியூடாக செல்லும் போது வளியை அயனாக்கம் செய்யும்
4. (அ) உயர் சக்தி உடைய இலத்திரண்கள் தங்குதன் தட்டில் மோதும் போது X கதிர்கள் பிறப்பிக்கப்படும்.
 (ஆ) X கதிர்களை தலையீடு அடைய செய்யலாம்.
 (இ) X கதிர்களின் போட்டன் சக்தி, ஒளி போட்டன் சக்தியை விட பல மடங்கு உயர்வானது.

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (1) அ மட்டும் சரி (4) ஆ, இ மட்டும் சரி
 (2) அ, ஆ மட்டும் சரி (5) அ, ஆ, இ எல்லாம் சரி
 (3) அ, இ மட்டும் சரி
5. X கதிர்களைப் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக:
 (அ) ஒளி போட்டங்களை விட X போட்டன் சக்தி உயர்ந்தது.
 (ஆ) உடம்பின் பாகங்களை எடுக்க பயன்படுத்தப்படும் X கதிர்கள் எலும் பினாடு செல்லும்
 (இ) புற்று நோய் கலகங்களை அழிக்க X கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன;

இவற்றுள்

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| (1) அ மட்டும் சரி | (4) ஆ, இ மட்டும் சரி |
| (2) அ, ஆ மட்டும் சரி | (5) அ, ஆ, இ எவ்வாற் சரி |
| (3) அ, இ மட்டும் சரி | |

6. பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக

- (அ) X கதிர்கள் சில சத்தரப்பங்களில் துணிக்கை இயல்புகளை வெளிப் படுத்தும்.
 (ஆ) இலத்திரன் சில சத்தரப்பங்களில் அலை இயல்புகளை வெளிப்படுத்தும்
 (இ) ஒளிக்கற்றை தங்குதன் தட்டில் படும்போது X கதிர்கள் உற்பத்தி யாகும்.

இவற்றுள்

7. X கதிர் குழாய் ஒன்றின் படத்தை வரைக. அதிலிருந்து X கதிர்கள் எவ்வாறு உற்பத்தியாகின்றன என்பதை விளக்குக.

ஒரு X கதிர் குழாயில், இலத்திரன்கள் 40 kV அழுத்த வேறுபாட்டினால் ஆர்மூடுக்கப்படுகின்றன. இவை ஒரு உலோக தட்டில் விழும்போது 0.5% ஆன இலத்திரனின் சக்தி X கதிர்களாக மாற்றமடைகின்றது. உலோகத் தட்டில் 500 W வீதத்தில் வெப்பம் அதிகரிப்பின்,

- (i) X குழாயில் மின்னோட்டம் (ii) இலத்திரன்களின் கராசரி ஆகியவற்றை மட்டிடுக்.

8. (அ) “X கதிர்கள் பின்காந்த அவைகள்; ஆயினும் அவை துணிக்கை இயல்புகளையும் கொண்டுள்ளன”.

- (ஆ) “இலத்திரன் கள் துணிக்கைகள் ஆயினும் அவை அவை இயல்புகளை யும் உடையன்”

இவ் இரு கூற்றுக்களையும் உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

9. X கதிர்களின் 3 முக்கியமான உபயோகங்களை குறிப்பிடுக. X கதிர்களின் என்ன இயல்பு இவ் உபயோகங்களில் பயன்படுத்தபடுகின்றன என்பதை சுருக்கமாக கூறுக.

10 பல KV பெறுமானமுள்ள அழுத்த வேறுபாட்டினால் ஆர்மூடுக்கப்பட்ட இலத்திரன் ஒரு தங்குதன் இலக்கு ஒரு அகவமான செப்பு குற்றியில் பதிக் கப்பட்டுள்ளது.

(அ) செப்பு குற்றியில் தங்குதன் இலக்கு ஏன் பதிக்கப்பட்டுள்ளது?

(ஆ) X குழாயினால் ஏற்படும் சக்தி மாற்றங்களை குறிப்பிடுக,

(இ) இலத்திரன்களை ஆர்மூடுக்கும் வோல்ற்றளவு 30kV ஆக இருப்பின் இலத்திரன் ஒன்றின் சக்தியை மட்டிடுக்.

11 யின் காந்த திருசியத்தில், X - கதிர்களின் மீட்ரன் வீச்சு என்ன?

வேகமாகச் செல்லும் இலத்திரன் ஒன்று சுடுதியாக ஓய்வுக்கு கொண்டுவரப் படும் போதும் X - பிறப்பிக்கப்படலாம். 2.0×10^7 ms⁻¹ வேகத்துடன் செல்லும் இலத்திரனின் சக்தி முழுவதும் X - போட்டன் சக்தியாக மாற்றப்பட்டால், X - கதிரின் அலைநீளத்தை காணக்.

5. கதிர் தொழிற்பாடு

5. 1. கண்டு பிடிப்பு

1897ம் ஆண்டு (X - கதிர்கள் கண்டு பிடிப்பின் 2 வருடங்களின் பின்) பெக்கெறல் (Bequerel) என்பவர் கதிர் தொழிற்பாட்டை கண்டுபிடித்தார். யூரேனி யம் சேர்வை சம்பந்தமான பரிசோதனையில் ஈடுபட்டுக்கொண்டிருத்த அவர், ஓளி பசுமித்யாதவாறு அச் சேர்வைகளை தான் ஒன்றினால் சுற்றிவைத்திருந்தார். சில தினங்களுக்கு பின், அதன் அண்மையிலுள்ள ஓளிப்படத்தட்டம் புகாராகி இருந்ததை அவதானித்தார். யூரேனியம் சேர்வையிலிருந்து வெளிவரும் கதிர்கள் காரணமாகவே இவ்வாறு நிகழ்கிறது எனக்கருதினார். இவ்வாறு கதிர்கள் வீசப்படுவது கதிர்தொழிற்பாடு எனப்படும். கதிர்தொழிற்பாட்டின்போது 3 வித்தியாசமான கதிர்கள் வீசப்படுகின்றன. அவை ஏ, பி, சி, என குறிப்பிடப்படும்.

5. 2. கதிர்தொழிற்பாட்டின் வரைவிலக்கணம்

கதிர்தொழிற்பாட்டில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் சாதாரண இரசாயனத் தாக்கங்களிலிருந்து, பெள்கிக் மாற்றங்களிருந்தும் வேறுபட்டன. வெப்ப நிலைமாற்றங்களாலும், அமுக்கமாற்றங்களாலும் ஒரு சமதானியின் கதிர் தொழிற்பாட்டினை கூட்டவோ குறைக்கவோ முடியாது. இரசாயன மாற்றங்களும் இத்தொழிற்பாட்டினை கட்டுப்படுத்தாது. மேலும், கதிர்தொழிற்பாட்டில் பிறப்பிக்கப்படும் சக்தித், சாதாரண இரசாயனத் தாக்கங்கள் பிறப்பிக்கும் சக்தியை விட பல்லாயிரம் மடங்கு பெரியது.

கதிர் தொழிற்பாடு அணுவின் கருவிலேயே நிகழ்கிறது. ஏ, பி, சி, எனும் கதிர்கள் அணுவின் கருவிலிருந்தே வெளிவருகின்றன. வெளிப்புற ஒடுக்களிலுள்ள இலத்திரன்கள் இதில் சம்பந்தப்படவில்லை. உறுதிப்பர்டு அற்ற கரு. ஒரு உறுதி நிலையை அடைய எத்தனிக்கையில் கதிர்கள் வீசப்படுகின்றன. இவ்வாறு கருவில் இருந்து காலப்படும் ஏ, பி, சி, எனும் கதிர்கள் அயனாக்கம் புரியக்கூடியன.

மேலுள்ள கருத்துக்களின் அடிப்படையில், அயனாக்கம் புரியக்கூடிய கதிர்களை கருவிலிருந்து தன்னியல்பாக (Spontaneously) காலல், கதிர்தொழிற்பாடு என வரையறைக்கலாம்.

5. 3. கதிர்களின் இயல்புகள்

ஏ - கதிர்கள், ஈவியம் கரு என்பதை றதபோட்டும் (Rutherford) சகாக்களும் கண்டு பிடித்தனர். ஓவ்வொரு அல்பா கதிரும் 2 புரோத்தன்களையும் 2 நியூட் திரன்களையும் கொண்டது. அதன் திணிவு என்ன அல்லது நியூட்கிளியன் (Nucleon)

எண் 4. அதன் அளவு வெண் அல்லது புரோத்தன் எண் 2. கருச்சமன்பாடுகளில் $\frac{4}{2}$ மூன்று அல்லது $\frac{4}{2} \text{He}$ என இதை குறிப்பிடலாம். அ - துணிக்கை இயங்கும் ஏற்றக் காலி ஆகையால் அது மின்புலத்தினாலும், காந்தப்புலத்தினாலும் விலகலடையும். கருவிலிருந்து விடுவிக்கப்படும் இதன் சக்தி $M\text{eV}$ வரிசையிலிருக்கும் ($1\text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13}\text{ J}$). மூன்று கதிர்களிலும் அதிக அளவான அயனாக்கத்தை ஏற்படுத்தக்கூடிய கதிர் இது வாகும். வளியில் இதன் வீச்சு ஏறத்தாழ 5 cm இருந்து 10 cm ஆகும். தடித்த தாள் ஒன்று இதை உறிஞ்சும். ஒரு குறிப்பிட்ட கதிர் தொழிற்பாட்டின் போது விடுவிக்கப்படும் மூன்று துணிக்கைகள் எல்லாம் ஒரே பெறுமானமுள்ள சக்தியை கொண்டிருக்கும்.

மூன்று கதிர்கள் வேகமாக இயங்கும் இலத்திரன்கள் ஆகும். கருச்சமன்பாடுகளில் அவற்றை $\frac{0}{1} e$ அல்லது β^- என குறிப்பிடலாம். (சில கதிர் தொழிற்பாடுகளில் பொசித்திரன் - நேர் இலத்திரன் ஏற்றத்தை கொண்ட துணிக்கைகளும் விடுவிக்கப்படுகின்றன). இவற்றை $\frac{0}{1} e$ அல்லது β^+ எனும் குறியீட்டினால் குறிக்கலாம்). நியுத்திரன், அல்லது புரோத்தனின் திணிவிடன் ஒப்பிடும்போது அதன் திணிவு புறக்கணிக்கத்தக்கது. மின் புலம், காந்தப்புலம் ஆகியவற்றில் இவை திரும் பலடையும். ஆனால் இவை விலகலடையும் திசை மூன்று துணிக்கைகள் திரும்பும் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் இருக்கும் அத்துடன் β^- -கதிர்களின் விலகல், மூன்று விலகலைவிட அதிகமானது. β^- -துணிக்கைகளின் அயனாக்கும் வது, மூன்று அயனாக்கம் வலுவை விடக் குறைவானது. எனவே அவை மூன்று துணிக்கைகளை விடக்கூடிய தூரம் சட்டத்தை ஊடுருவும். ஒரு குறிப்பிட்ட கதிர்த் தொழிற்பாட்டின் போது, வீசப்படும் மூன்று கதிர்களின் பூச்சியைத்திற்கும், ஒரு உச்சப்பெறுமானத்திற்கும் இடைப்பட்டதாக இருக்கும். (எல்லா கதிர்களும் ஒரே சக்தியை கொண்டிருக்க மாட்டா). மூன்று துணிக்கை ஒவ்வொன்றுடனும் நியுத்திரனோ (Neutrino) எனும் உபதுணிக்கை ஒன்று காலப்படுகிறது. இது மூன்று திணிவை உடையது, ஆனால் ஏற்றமற்றது.

மூன்று கதிர்கள் மின் காந்த அனைகள் ஆகும். அவை ஒளியின் வேகத்துடன் செல்லும். மின்புலத்தினாலோ காந்தப்புலத்தினாலோ அவற்றை விலகலடைய செய்ய முடியாது. அதன் அயனாக்க வது β^- கதிர்களின் அயனாக்க வலுவை விடக் குறைவானது. அவற்றின் திணிவு, அவைகாலும் ஏற்றம் ஆகியவை பூச்சியம் வளியில் இவற்றின் வீச்சு பல மீற்றர்களாகும், 4 cm தடிப்புள்ள ஈயத்தினாலும் இவற்றை முற்றாக நிறுத்திவிட முடியாது.

α , β , γ கதிர்களின் இயல்புகள் அட்டவணை¹ இல் ஒப்பிட்டுக்காட்டப் பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1.

கதிர்க்கலீன் இயல்புகளை ஓப்பிடல்.

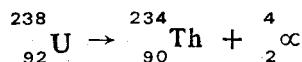
இல்பு	α	β	γ	குறிப்பு
தினிலு	ஈவியம் கரு	இலத்திரன்	மின்காந்த அணல	$u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
ஏற்றம்	$4 u$ $+ 2e$ $\sim 0.05 e$	$0.0005u \sim 0$ $- e$ $0.95 e$	0 0 c	e: இலத்திரன் ஏற்றம் c: ஓளிமின் வெகம்
சதி	$4 - 10 \text{ MeV}$	$0.025 - 3 \text{ MeV}$	$0.5 \sim 1.2 \text{ MeV}$	$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$
வளிமில் வீச்சு	$5 - 10 \text{ cm}$	$\sim 1 \text{ m}$	பல m	திரும்பல்ளை மாதி.
மின்புலம் காந்தப் புலம்	திரும்பல்லை மும்.	திரும்பல்லை மும்.	மிகவும் குறைவாக.	
அயனாக்கம்	கடுசலான அயனாக் கத்தை ஏற்படுத்தும்.	ஓரளவு		
சடத்தில் உறிஞ்சல்	தடுத்த தாள் முற்றாக உறுஞ்சும்.	0.2 cm அலு மீணியம் உறுஞ்சும்.	4 cm சுயம் *	* முற்றாக உறுஞ்சப்படாது:

5. 4. கதிர் தொழிற்பாட்டு விளைவுகள் .

யூரேனியம் - 238 எனும்போது 238 நியூக்கிளியன்களை கொண்ட (nucleon) யூரேனியம் சமதானியை கருதுகிறோம். நியூக்கிளியன் என்பது கருவிலுள்ள துணிக் கைகளின் எண்ணிக்கை (அதாவது புரோத்தன்களினதும், நியூத்திரன்களினதும் எண்ணிக்கை) ஆகும்.இது தினிவு இலக்கம் (mass number) அல்லது நியூக்கிளியன் இலக்கம் (nucleon number) எனப்படும். யூரேனியம் அனு 92 புரோத்தன்களைக் கொண்டது. யூரேனியத்தின் புரோத்தன் இலக்கம் 92 (அல்லது அனு எண் 92) ஆகும்.

கருச்சமன்பாடுகளில் யூரேனியம் - 238 ஐ $^{238}_{92}\text{U}$ என எழுதுவோம்.

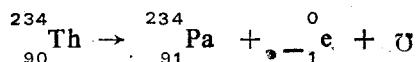
யூரேனியம் - 238 கதிர்தொழிற்பாட்டின்போது ८ - கதிர்களைக் காலும்; இதனை பின்வரும் சமன்பாட்டினாற் குறிப்பிடலாம்.



இது கருச்சமன்பாடு எனப்படும். ஒரு யூரேனியம் அனு ஒரு ८ துணிக் கையை இழந்து தோரியம் - 234 சமதானியை தருகிறது. தோரியம் என்பது வேறோர் மூலகம் தோரியம் மகள் மூலகம் (daughter element) என குறிப்பிடப்படும். யூரேனியம் - 238 தாய் - மூலகம் (Parent element) ஆகும்.

கருச்சமன்பாட்டில் வலது கை பக்கத்திலுள்ள தினிவு எண்ணிக்கை, இடது கைப்பக்கத்திலுள்ள தினிவு எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருத்தல் வேண்டும். அதே போன்று இரு பக்கங்களிலும் புரோத்தன் எண்ணிக்கை சமமாக இருக்க வேண்டும்.

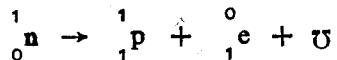
இன்னோர் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். தோரியம் 234, ஒரு ८ - துணிக்கைகளை கானி புரோதோ அத்தினியம் - 234 ஆக மாறுகிறது. இதை பின்வரும் கருச்சமன்பாட்டினால் குறிக்கலாம்.



(சமன்பாட்டின் இருபக்கங்களிலும் தினிவு எண்கள், புரோத்தன் எண்கள் சமமாக உள்ளதை அவதானிக்கவும். மூலகமான தோரியத்தில் 90 புரோத்தன்களும் $234 - 90 = 144$ நியூத்திரன்கள் உள்ளன. மகள் மூலகத்தில் 91

கருவில் இலத்திரன்கள் இல்லையே, எனின் எவ்வாறு ८ கதிர்கள் அங்கி ருந்து உருவாகும் என நீங்கள் வினவலாம். தாய் மூலகமான தோரியத்தில் 90 புரோத்தன்களும் $234 - 90 = 144$ நியூத்திரன்கள் உள்ளன. மகள் மூலகத்தில் 91

புரோத்தன்களும், 143 நியுத்திரன்களும் உள்ளன: எனவே ஒரு நியுத்திரன், புரோத்தனாக மாறியுள்ளது: இதை பின்வரும் சமன்பாட்டினால் குறிக்கலாம்.



(நியுத்திரன், புரோத்தன் ஆகியவற்றின் திணிவு எண்கள் 1. நியுத்திரன் ஏற்ற மற்றது. புரோத்தன் இலத்திரனேற்ற பெறுமானமுள்ள நேர் ஏற்றத்தை கொண்டுள்ளது: டி - கதிர் வீசப்படும் எல்லா சந்தர்ப்பங்களுக்கும் மேற்படி சமன்பாடு பொருந்தும்.)

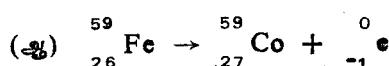
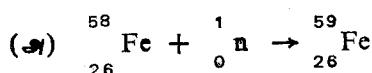
5. 6. இயற்கை, செயற்கை கதிர் தொழிற்பாடு

அனு எண் 82 இலும் கூடிய (சுயத்தின் அனு எண் 82) யூரேனியம், தொரியம், பொலோணியம், ரேடியம் போன்ற மூலகங்களின் சமதானிகள் இயற்கையாக கதிர் தொழிற்பாடு உடையன. உதாரணமாக, பிச்சவிளான்டி எனும் தாதுப் பொருளிலிருந்து கிழுரி அம்மையார் ரேடியம் மூலகத்தை பிரித்து எடுத்தார். ரேடியம் - 226 சமதானி (${}^{226}_{88} Ra$) α, β கதிர்களை வீசும்.

அனு எண் 82 இலும் குறைந்த மூலகங்களின் கதிர் தொழிற்பாடு உடைய சமதானிகள் இயற்கையில் கிடைப்பது அரிது. ஆனால் அவ்வாறான சமதானிகளை உருவாக்கலாம். உறுதியான (கதிர் தொழிற்பாடற்ற) சமதானிகளோடு, உப அனுதுணிக்கைகளை மோதடிப்புச் செய்து செயற்கை சமதானிகளை உருவாக்கலாம் என்பதை மூதலில் காண்பித்தவர் மேரி கிழுரி அம்மையாரின் புதல்வியான யூனியற் கிரி. அனுமீனியம் - 27 உடன் முதலிக்கைகளை மோதடிப்புச் செய்து பொசுபரசு-30, ஜி உருவாக்கினார். பொதுபரசு 30, பொசித்திரன்களை காலும் கதிர் தொழிற்பாடு உடைய சமதானி, பொசித்திரன் (Positron) நேரேற்றமுடைய இலத்திரன் ஆகும்.



மேலும் ஓர் உதாரணமாக, நியுத்திரன்களை கொண்டு இரும்பு - 58 ஜி மோதடிக்கும் போது இரும்பு - 59 உருவாகிறது. இரும்பு 59 டி கதிர்களை காவி, கோபாற்று - 59 ஜி பிறப்பிக்கிறது. இதற்கான சுருக்சமன்பாடுகள் பின்வருமாறு:



5. 7. தேய்வு, தேய்வு ஒருமை

கதிர்த்தொழிற்பாடு பெள்கிக் கிரசாயன காரணிகளில் தங்கியிருக்கவில்லை என்பதை முன்னர் பார்த்தோம். அது ஒரு எழுமாறான நிகழ்ச்சி (Random event) கதிர்த்தொழிற்பாடு உடைய சமாதானி தற்கூறை (Radioactive sample) எடுத்துக் கொண்டால், அது அடுத்த செக்கனில் கதிரை வீசுமா, இல்லையா என்றோ, அடுத்த செக்கனில் எத்தனை கதிர்களை காலும் என்றோ திட்டவட்டமாக கூறமுடியாது. அதிலுள்ள ஒரு குறித்த கரு எப்போது பிரிந்து அழியும் எனவும் திட்டமாக கூறமுடியாது. எனினும், அடுத்த செக்கனில் அது தேய்வுறுவதற்கான சாத்தியக்கூறு (நிகழ்த்தகவு) என்ன என்பதை கூறலாம். இவு நிகழ்த்தகவு ல் எனவும், சமாதானிக் கூற்றில் N அணுக்கள் உள்ளன என்றும் கொண்டால், ஒரு செக்கனில் தேய்வுறும் கருக்கவின் எண்ணிக்கை ல் N எனலாம். (N மிகவும் பெரிய எண்ணிக்கை ஆகையால்). ஒரு சமதானி தற்கூறில் 1 s இல் தேய்வுறும் கருக்கவின் எண்ணிக்கை அதன் தொழிற்பாடு (Activity) எனப்படும்.

$$\text{தொழிற்பாடு (A)} = \lambda N$$

தொழிற்பாடு பெக்கறல் (Bq) எனும் அலகுகளினால் அளக்கப்படும். $1 \text{ Bq} = 1 \text{s}^{-1}$ (இதற்குமுன் கியூறி எனும் அலகு பயன்படுத்தப்பட்டது.

$$1 \text{ கியூறி} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq ஆகும்.}$$

λ எனும் மாறிலி தேய்வு ஒருமை (Decay constant) எனப்படும். சமாதானி தற்கூறிலுள்ள கருவொன்று அடுத்த செக்கனில் பிரிந்தழிவதற்கான சாத்தியக்கூறு தேய்வு ஒருமை என வரையறைக்கப்படும்.

$$\lambda = \frac{A}{N}$$

மேலுள்ள சமஸ்பாட்டின் மூலமும் தேய்வு ஒருமையை பின்வருமாறும் வரையறைக்கலாம். N அணுக்களைக் கொண்ட ஒரு சமதானி தற்கூறின் தொழிற்பாடு A எனின் அச்சமாதானியின் தேய்வு ஒருமை $\frac{A}{N}$ ஆகும்.

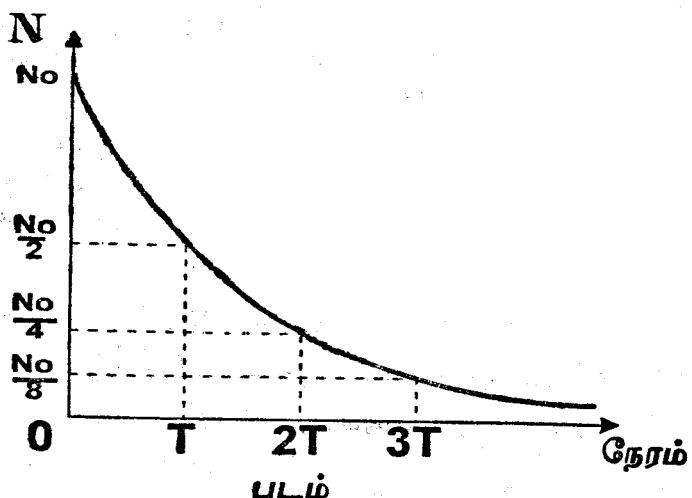
$$A \text{ இன் அலகு } \text{s}^{-1}$$

N க்கு அவகு இல்லை.

$$\text{ஆகவே } \lambda \text{ இன் அலகு } \text{s}^{-1} \text{ ஆகும்.}$$

5. 8. அடுக்குக்குறி தேய்வு (EXPONENTIAL DECAY)

எதிர் தொழிற்பாட்டு சமதானியின் தற்கால ஒன்றில் கருக்கள் தேய்வுறும் வீதம் (தொழிற்பாடு) அப்போது தற்காலில் உள்ள கருக்களின் எண்ணிக்கை (N) இக்கு நேர்விகிதமாக எனக் கண்டோம்.



N நேரத்துடன் மாறுதல்லடையும் விதத்தை படம் காட்டுகிறது.

$$A = \frac{-dN}{dt} \quad (\text{தேய்வு வீதம் அல்லது கருக்கள் பிரிந்தழியும் வீதம்})$$

‘-’ குறியீடு, நேரத்துடன் கருக்களின் எண்ணிக்கை (N) குறைவடைவதை குறிக்கிறது.

$$\text{ஆனால் } A = \lambda N$$

$$\Rightarrow \frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

அல்லது

$$\frac{dN}{dt} \propto -N$$

அதாவது படம் இல் உள்ள எதிர் N வளையியின் படித்திறன் N க்கு நேர்விகிதமாக. இவ்வாறான வளையி அடுக்குக்குறி வளையி (exponential curve)

எனப்படும், இதன் விசேட இயல்பு ஒன்று எமக்கு முக்கியமாகின்றது. அதாவது N இன் ஒரு குறித்த பெறுமானத்திலிருந்து $\frac{N}{2}$ ஆக எடுக்கும் நேரம் N இல் தங்கி யிராது ஒரு மாறிலியாக இருக்கும். அதாவது No (ஆரம்யத்திலிருந்து கருக்களின் எண்ணிக்கை) $\frac{No}{2}$ ஆக எடுக்கும் நேரமும், $\frac{No}{2}$ இல் இருந்து $\frac{1}{2} \left(\frac{No}{2} \right)$ ஆக (அதாவது $\frac{No}{4}$ ஆக) எடுக்கும் நேரமும், $\frac{No}{4}$ இல் இருந்து $\frac{1}{2} \left(\frac{No}{4} \right)$ ஆக (அதாவது $\frac{No}{8}$ ஆக) எடுக்கும் நேரமும் ஒரே பெறுமானமுடையதாக இருக்கும்.

வளையின் இன்னோர் இயல்பு, வளையி, நேர அச்சை எப்போதும் அன்மித்துக் கொண்டிருக்கும்; அதை ஒருபோதும் வெட்டாது.

5. 9. அரை ஆயுள்

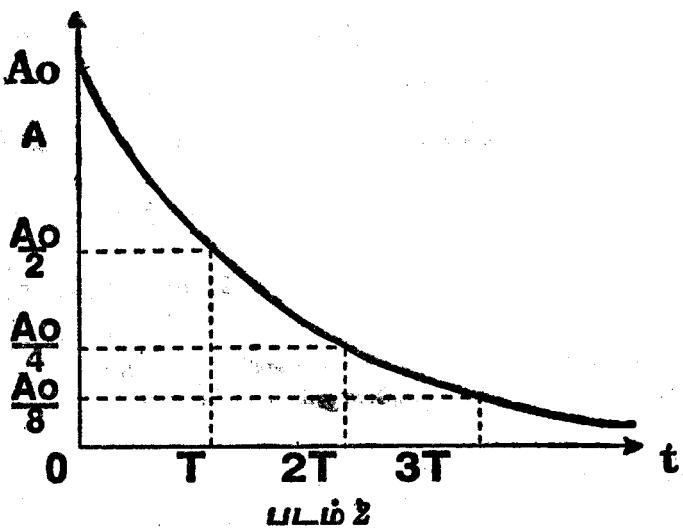
ஒரு கதிர்தொழிற்பாடு உடைய சமதானிக்கூறிலுள்ள கருக்களின் தொகை எப்போது பூச்சியமாகும்? அதாவது கதிர்தொழிற்பாடு எப்போது நிறைவு பெறும் எனக்கூற முடியாது. (வளையி நேர அச்சை வெட்டாததால்) அதற்குப் பதிலாக ஒரு குறித்த சமதானிக்கூறிலுள்ள எண்ணிக்கை அரைவாசியாக எடுக்கும் நேரம் ஒரு மாறிலியாக இருப்பதனால் அவ்வாறு எடுக்கப்படும் நேரத்தை அரை ஆயுள் எனலாம். அரை ஆயுள் (half-life) சமதானியிலுள்ள கருக்களின் எண்ணிக்கையில் தங்கியிராது. ஒவ்வொரு கதிர்தொழிற்பாடு உடைய சமதானிக்கும் ஒவ்வொரு அரை ஆயுள் பெறுமானம் (T) உண்டு.

அரை ஆயுளை பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம்: ஒரு சமதானி தற்கூறி லுள்ள கருக்களின் எண்ணிக்கை அரைவாசியாக குறைய எடுக்கும் (சராசரி) நேரம் அச்சமதானியின் அரை ஆயுள் ஆகும்.

ஒரு சமதானிக்கூறிலுள்ள கருக்களின் எண்ணிக்கையை நாம் அளக்கமுடியாது. அவ்வாறாகின் ஏவ்வாறு அச்சமதானியின் அரை ஆயுளை அளப்பது?

$$A = \lambda N$$

$\Rightarrow A \propto N$ ஆகையால், t எதிர் A வளையி, t எதிர் N வளையி போன்று இருக்கும் (அடுக்குக்குறி வளையியாக இருக்கும்.) எனவே ஒரு சமதானி தற்கூறின் தொழிற்பாடு A இல் இருந்து $\frac{A}{2}$ ஆக எடுக்கும் நேரம் அரை ஆயுள் ஆக இருக்கும். (படம் 2)



5. 10. மேறும் சில தொடர்புகள்

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \text{ இச்சமன்பாட்டை தொகையிடு செய்தால்:}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \text{ எனும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.}$$

N: t நேரத்தில் உள்ள பிரிந்தழியாத கருக்களின் எண்ணிக்கை

No: ஆரம்பத்தில் இருந்த கருக்களின் எண்ணிக்கை

A \propto N ஆகையால்

$A = A_0 e^{-\lambda t}$ எனும் சமன்பாட்டையும் பெறலாம். இங்கு

A: t நேரத்தில் தற்காலின் தொழிற்பாடு

A₀: ஆரம்பத்தில் தற்காலின் தொழிற்பாடு.

மேறும்

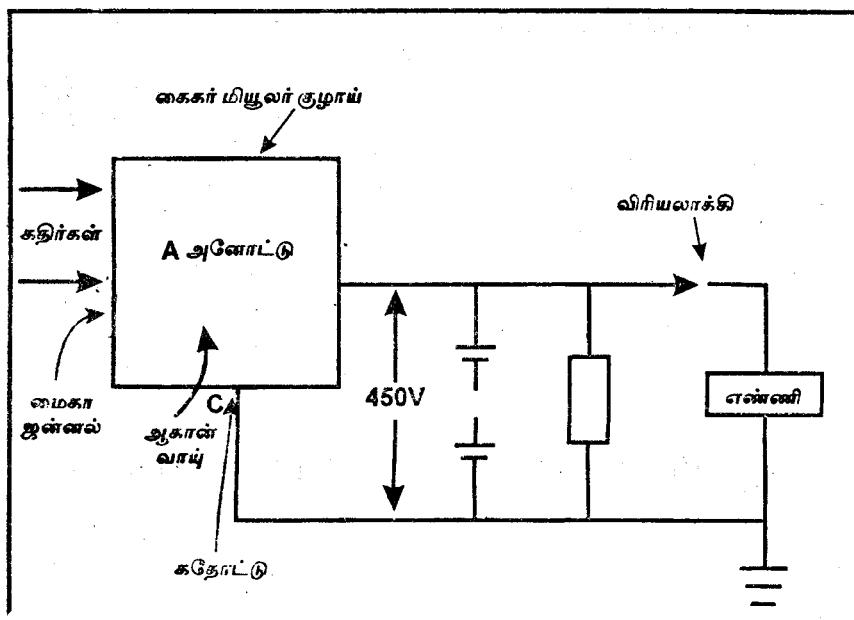
$$\lambda \cdot T = \text{மட்ட } 2 \text{ என்றும் காட்டலாம்.}$$

(λ: தேவை ஒதுமை; T அரை ஆயுள்)

5. 11. கதிர்ப்புக்களை கண்டறிதல் (DETECTION OF RADIATIONS)

கதிர்தொழிற்பாட்டினை உணர, தொழிற்பாட்டினை அளவிட, கதிர்ப்புக்களை இன்கான், அவற்றின் ஒழுக்குக்களை அவதானிக்க, கதிர்தொழிற்பாடு உடைய சமதானிகளை இனம்கான், பலவேறு உணரிகள் (detectors) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெரும்பாலான உணரிகளில் கதிர்ப்புகளின் அயனாக்கும் இயல்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆய்வுகூடங்களில் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுவது கைகர் - மியூலர் எண்ணியாகும். (Geiger - Muller Counter) கைகர் - மியூலர்.

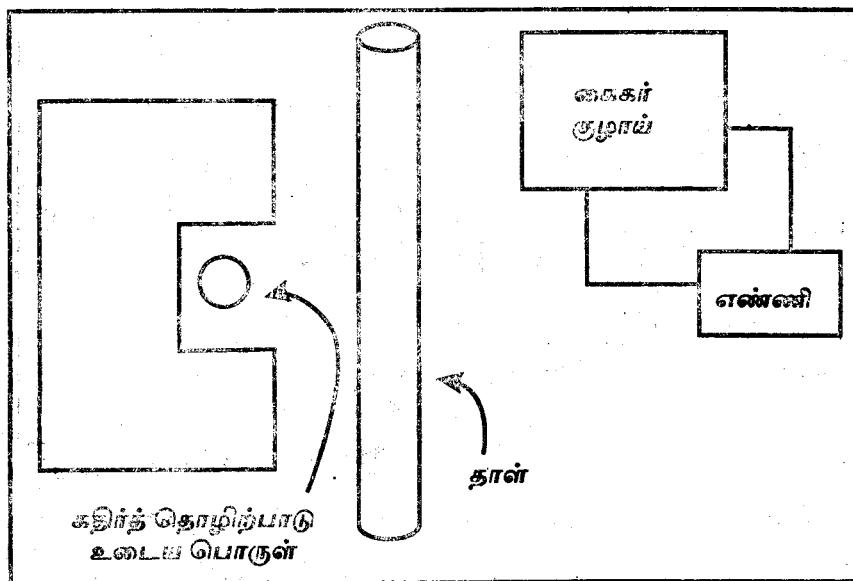


குழாயின் யண்ணல் ஊடாக (படம் 3) உள்ளிடும் ஓவ்வொர் கதிரும் ஓவ்வொர் ஒட்ட துடிப்பை ஏற்படுத்தும். என்னின் ஓவ்வொரு துடிப்பையும் எண்ணுவதால் இவ் அமைப்பு ஒரு குறித்த நேரத்தில் அதனுள் கதிர்கள் உள்ளிடும் வீதத்தை அளக்கும். இவ்விகிதம் என் வீதம் (Count rate) எனப்படும். கைகர் குழாயின் யண்ணலின் மூன்றால் கதிர்தொழிற்பாடு உடைய ஒரு மூலகத்தினை வைத்தால், அது தரும் கதிர்தொழிற்பாட்டின் என் வீதத்தை (I) காணலாம். இவ் என் வீதம் மூலகத்தின் தொழிற்பாடு (A) க்கு நேர விகித சமமாயிருக்கும்.

$$I \propto A \propto N$$

கைகர் எண்ணியைப்பயன்படுத்தி கதிர்தொழிற்பாடு உடைய பதார்த்தங்கள் பிறப்பிக்கும் கதிர்களை பின்வருமாறு இனம் காணலாம். இப்பரிசோதனை களின் ஆரம்பத்தில் பின்னணி கதிர்பின் (Background radiation) என வீதத்தை முதலில் பெற்றுக்கொள்ள வேண்டும். நிலத்தின் கீழ் உள்ள கதிர்தொழிற்பாடு உடைய பாறைகள், வளிமண்டலத்தில் இருந்து வரும் அண்டக் கதிர்ப்பு (Cosmic radiation) வைத்தியசாலைகள், தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் கதிர்தொழிற்பாடுடைய கழிவுப் பொருட்கள், தொலைக்காட்சி திரையிலிருந்து வெளிவரும் X-கதிர்கள், வளியிலுள்ள ரேடன் வாயு ஆகியவற்றினால் எங்கும் ஓரளவு கதிர்தொழிற்பாடு ஏற்படும். இது பின்னணி கதிர்ப்பு எனப்படும்.

இதன் பின்னர் கைகர் குழாயை கதிர்தொழிற்பாடுடைய பதார்த்தத்தின் முன் வைத்து எண் வீதத்தை பெறவேண்டும். அதாவது 1 நிமிடத்தில் எத்தனை கதிர்ப்புக்கள் கைகர் எண்ணியால் எண்ணப்படுகின்றன, என்பதை குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். பின், பதார்த்தத்திற்கும், குழாய்க்கும் இடையில் ஒரு தடித்தாள் ஒன்றை படம் 4 இல் காட்டப்பட்டவாறு வைத்து எண் வீதத்தை பெற



படம் 4

வேண்டும்: அடுத்து, தாளை எடுத்துவிட்டு அதே இடத்தில் 0.5 cm தடிப்புள்ள அலுமினியம் குற்றியை வைத்து எண்வீதம் பெறப்படும். இறுதியாக அலுமினியம்-

குற்றிக்கு பதிலாக 1 cm தடிப்புள்ள ஈயக்குற்றியை வைத்து மீண்டும் எண்வீதத்தை பெறவேண்டும். பெறப்பட்ட வாசிப்புக்களிலிருந்து எவ்வாறு முடிவுகளை பெறலாம் என்பதை பின்வரும் உதாரணங்கள் விளக்கும். A, B என்பன இரு கதிர்தொழிற் பாட்டு பொருட்கள். பின்னணி கதிர்ப்பு நிமிடத்திற்கு 10 ஆக இருந்தது. பின் வரும் வாசிப்புக்கள் பெறப்பட்டன.

பொருள் A	பொருள் B
எண்வீதம் (நிமிடம்^{-1})	(எண்வீதம் நிமிடம் $^{-1}$)

கைகர் குழாய்க்கும்
பொருளுக்கும் இடையே,

ஒன்றுமில்லாத போது	1000	1650
தாள் உள்ள போது	995	850
அலுமீனியம் குற்றி உள்ள போது	350	848
�யக்குற்றி உள்ள போது	40	30

பொருள் B இன் கதிர்ப்பை தாள் பெருமளவு குறைப்பதால் அது \propto கதிர்களை வீச்கிறது. அலுமீனியக் குற்றி கணிசமான மாற்றத்தை ஏற்படுத்தாததால் அது β கதிர்வீசவில்லை. ஈயக்குற்றி எண்வீதத்தை பெருமளவு குறைப்பதால் γ கதிர்கள் உண்டு. எனவே பொருள் B, α , γ கதிர்ப்புக்களை காலுகின்றது என தீர்மானிக்கலாம். அதேபோன்று நோக்கின் பொருள் A, β , γ கதிர்களை காலுவது தெளிவாகும்:

5. 12. கதிர் தொழிற்பாட்டு சமதானிகளின் உபயோகம்

கைத்தொழிலில்

1. கடதாசி, அலுமீனியம்தகடு, இரும்புத்தகடு, போன்றவற்றை தயாரிக்கும் ஆலைகளில், இப்பொருள்களின் தடிப்பு சீராக இருக்கிறதா இல்லையா என்பதை அவதானித்து, உற்பத்தி பொருட்களின் தரத்தை உயர்த்தலாம். உற்பத்தி செய்யப்பட்ட தகட்டின் மேலே ஒரு கைகர் குழாயும் அதன் கீழே ஒரு முதலும் (அதாவது β கதிர்களை பிறப்பிக்கும் ஒரு சமதானியும்) வைக் கப்பட்டிருக்கும். எவ்வளவு அளவிற்கு கதிர்கள் உருஞ்சப்படுகின்றன என்பது தடிப்பில் தங்கியிருக்கும். தகட்டின் தடிப்பு மாறும் போது கைகர் காட்டும் எண்வீதம் மாறுதலடையும். (β முதல், நீண்ட அரை ஆயுள் உடையதாக இருக்க வேண்டும்; ஏனெனில் தேய்வகாரணமாக எண் வீதத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் புறக்கணிக்கதக்கதாக இருக்க வேண்டும்.)

- (2) உணவு பண்டங்களை உறைகளில் அடைத்த பின் ஏ கதிர்களை பயன் படுத்தி அவற்றிலுள்ள கிருமிகளை அழிக்கலாம். இவ்வாறு செய்யும்போது உணவுப் பண்டங்களின் உருசியில் மாற்றம் ஏற்படாது. அது கதிர்தொழிற் பாடு உள்ள பெருளாகவும் மாறுதலடையாது.
- (3) நிலத்தின் கீழ் புதைக்கப்பட்டிருக்கும் நீர்க்குழாய் அல்லது எண்ணைக் குழாய் போன்றவற்றில் துவாரங்கள் ஏற்பட்டால் அத்துவாரம் ஏற்பட்ட இடத்தை கதிர் தொழிற்பாட்டின் மூலம் கண்டு பிழிக்கலாம். குறுகிய அரை ஆயுள் உடைய (அயடின் 131, போன்ற) ஏ கதிர்களை பிறப்பிக்கும் சமதானி ஒன்று திரவத்துடன் கலக்கப்படும். துவாரத்தின் அண்மையிலுள்ள நிலத்தில் திரவம் ஊறுவதால், அங்கு கதிர் தொழிற்பாடு அதிகமாக இருக்கும். தரையிலிருந்து கைகர் எண்ணியைக் கொண்டு இந்த இடத்தை அடையாளம் காணலாம்.
- (4) இயந்திர சாதனங்கள் தேய்வுறுவதையும், தேய்வுறும் வீதத்தையும் கதிர் தொழிற்பாட்டின் மூலம் காணலாம். அச்சாணியைத்தாங்கும் போதிகையில் (bearing) தான் உராய்வு காரணமாக தேய்வு ஏற்படும். அப்பாகத்தை வெளியே எடுத்து நியூத்திரங்களால் தாக்கும் போது அதில் ஒரளவு இரும்பு - 59 உண்டாகும். இச் சமதானி கதிர் தொழிற்பாடு உடையது. இதை மீண்டும் இயந்திரத்தில் பொருத்திவிட்டு, சில நாட்கள் கழித்த பின், கைகர் எண்ணியைக் கொண்டு இயந்திர எண்ணையின் (engine oil) எண் வீதத்தை அளக்கலாம். தேய்வுறும் இரும்பு எண்ணையுள் படிவதால், எண்ணையின் எண் வீதத்திலிருந்து தேய்வுற்ற இரும்பின் திணிவை மட்டிடலாம்

விவகாயத்திலும் மருத்துவத்திலும்

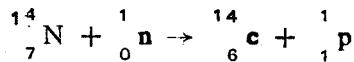
- (1) சோளம் போன்ற பயிர்களின் விதைகளை, கதிர்தொழிற்பாடு உடைய பதார்த்தம் ஒன்றின் கரைசலில் தோய்த்த பின் நடும் போது, குறுகிய காலத்தில் அறுவடை செய்யக்கூடிய பயிர்கள் உருவாகின்றது. அத்துடன் விளைச்சலும் அதிகமாக இருக்கும்.

பொசுபரசு உரம் பயிர்களுக்கு எக்காலப்பகுதியில் இட வேண்டும், எவ்வகையான பொசுபேற்று உரம் ஒரு குறிப்பிட்ட தாவரத்திற்கு ஏற்றது. அது தரையிலிருந்தும், மரத்தின் அடியிலிருந்தும் எவ்வளவு தூரத்தில் இடப்பட வேண்டும் என்னும் ஆராய்ச்சிகளில் கதிர் தொழிற்பாடு உடைய பொசுபரசு சமதானியைப் பயன்படுத்தலாம். இச்சமதானியை உரங்களுடன் கலந்து தாவரத்திற்கு இட்டு சில நாட்களின் பின் தாவரம் தரும் தொழிற்பாட்டை அளப்பதன் மூலம் இவ்வாறன் ஆராய்ச்சிகள் மேற்கொள்ளப்படும்.

- (2) மனித உடம்பில் நோயுற்ற பாகங்களை இடம் காண கதிர்தொழிற்பாடு உடைய சமதானிகளை பயன்படுத்தலாம். உதாரணமாக உடலில் புற்று நோயால் பிடிக்கப்பட்ட பகுதிகளை காண, தவியம் - 201 போன்ற சிறிய அரை ஆயுள் உடைய சமதானியை உணவுடன் சேர்த்து நோயாளி உட்கொண்ட சில மணித்தியாலங்களின் பின் கமரா (camera) வை கொண்டு ஒளிப்படம் எடுக்கலாம்.
3. உடம்பிலுள்ள சரப்பிகள் சரியாக தொழிற்படுகின்றதா? என்பதை அறிய கதிர் தொழிற்பாட்டு சமதானிகளை பயன்படுத்தலாம். உதாரணமாக தெரோயிட் சரப்பி அயமன் உறிஞ்சுக் கீத்ததை காண அயடின் - 131 சமதானியை பயன்படுத்தலாம். அயடின் - 131 கலந்த உணவை உட்கொண்ட சில மணிநேரத்தின் பின் தெரோயிட் சரப்பியின் அன்மையில் கைகர் எண்ணியை பிடித்து, என் வீதத்தை பெறுவதன் மூலம் சரப்பி அயமன் உறிஞ்சுக் கீத்ததை மட்டிடலாம்.
4. புற்று நோயால் பிடிக்கப்பட்ட கலங்களை அழிப்பதற்கு கதிர்களை பயன்படுத்தலாம். உயர் தொழிற்பாடு உடைய கோபாற்று - 60 சிறிதற காக பயன்படுத்தப்படுகிறது.
5. சத்திர சிகிச்சை கருவிகள், உட்பாச்சிகள் போன்றவற்றிலுள்ள கிருமி களை அழிப்பதற்கு கதிர்களை பயன்படுத்தலாம்.

புதை பொருளின் ஆயுளை மட்டிடல்

மயிருள்ளபோது, மரங்களில் கதிர் தொழிற்பாடு உடைய காபன் - 14 சிறிதளவு காபன் - 12 உடன் கலந்திருக்கும். வளிமண்டலத்திலுள்ள நியூத்திரன்கள் நைதரசன் வாயுவோடு தாக்கம் புரிவதால், காபன் - 14 உருவாகின்றது.

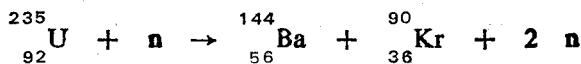


மரங்களின் குலாசத்தின் போது உட்கொள்ளப்படும் காபனீர்ரொக்கையிடு உடன் இவ்வாறு உற்பத்தியாகும் 14 காபன் கலந்திருப்பதால், மயிருள், மரத்திலுள்ள காபன் - 14க்கும் காபன் - 12க்கும் இடையேயான விசிதம், மாறிலியாக இருக்கிறது.

மரம் இறந்ததும், வளியிலிருந்து காபன் - 14 உறஞ்சப்படுவதில்லை. காபன் - 14 தேவ்வுறுகிறது. அதன் அரை ஆயுள் ஏறத்தாழ 5600 வருடங்கள் மயிருள் போது 1kg மரத்துண்டு ஏறத்தாழ 256 Bq தொழிற்பாடு உடையது. புதைபொருளில் கிடைக்கும் கரித்துண்டு, மரத்தால் ஆன பொருட்களின் தொழிற்பாட்டை அளவிட்டு அப்புதைபொருளின் வயதை மட்டிடலாம். உதாரணமாக ஒரு புதைபொருளின் 1 kg இன் தொழிற்பாடு 64 Bq எனின், புதைபொருளின் வயது சமார் இரு அரை ஆயுள்களுக்கு சமம்: அதாவது 11200 அருடங்கள்.

5. 13. கருப்பிளவு (NUCLEAR FISSION)

மெதுவாக இயக்கும் நியூக்டிரன்களால் யூரோனியம் மேரதடிக்கப்படும் போது அது இரு கருக்களாக பிளவுறுவதையும், அப்போது பெருமளவு சக்தி விடுவிக்கப் படுவதையும் பேமி (Fermi) கண்டுபிடித்தார். கருச்சக்தியை உற்பத்தியாக்கப்பயன்படுத்தப்படும் சமதானி யூரோனியம் - 235 ஆகும். ஒரு கருத்தாக்கத்தின் விளைவுகள் பின்வரும் கருச்சமன்பாட்டினால் தரப்பட்டுள்ளது.



கருப்பிளவு எனும் இத்தாக்கத்தில் பெருமளவு சக்தி வெளியேற்றப்படுகின்றது. சமன்பாட்டில் வலது கை பக்கத்திலுள்ள கருக்களின் திணிவு இடதுகை பக்கத்திலுள்ள கருக்களின் திணிவைவிட கூட. அதாவது திணிவு குறைபாடு (mass defect) ஏற்படுகிறது.

$$^{235}_{92}\text{U} \text{ கருவின் திணிவு} = 3.903 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$$\text{Kr கருவின் திணிவு} = 1.492 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$$\text{Ba கருவின் திணிவு} = 2.390 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$$n \text{ இன் திணிவு} = 1.677 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{வலது பக்க திணிவு} = 3.920 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$$\text{இடது பக்க திணிவு} = 3.916 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$$(\text{திணிவு குறைபாடு}) \quad (\Delta m) = 0.004 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

ஜின்ஸ்ரெனின் திணிவு சக்தி சமன்மை சமன்பாடு:

$$E = \Delta m c^2 \text{ ஜி பயன்படுத்தினால்}$$

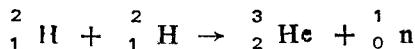
$$E = 0.004 \times 10^{-25} \times (3 \times 10^8)^2 \\ = 3.6 \times 10^{-11} \text{ J}$$

ஒரு கரு பிளவுறுவதால் கிடைக்கும் சக்தி ஏற்தாழ 3.6×10^{-11} J ஆகும். இலத்திரன் வோல்ட் அலகுகளில் இது 225 MeV ஆகும். சாதாரண இரசாயத்தாக்கங்களில் 1 அணுவுக்கு ஒரு சில eV சக்தி மட்டுமே சம்பந்தப்பட்டிருக்கும். எனவே கருப்பிளவில் கிடைக்கும் சக்தி சாதாரன இரசாயன தாக்கங்களில் கிடைக்கும் சக்தியை விட மில்லியன் மடங்கிலும் அதிகமானது. ($\text{MeV} - 10^6 \text{ eV}$)

இத்தாக்கத்தில் 2 நியூட்திரன்கள் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன. இந்த நியூட்திரனின் வேகத்தை குறைத்தால் அவை மேலும் 2 கருப்பிளவுகளை ஏற்படுத்தும். இவ்வாறாக தாக்கம் தொடர்ந்து நடைபெறுவதால் இது சங்கிளித்தாக்கம் (chain reaction) எனப்படும். நியூட்திரனின் வேகத்தை குறைக்க மட்டாக்கி (moderator) பயன்படுத்தப்படும். தாக்கத்தை கட்டுப்படுத்த நியூட்திரன்களை உறுஞ்சக்கூடிய, ஆனாக கோல் (Control rod) பயன்படுத்தப்படும்.

5. 14 கரு ஒன்றில் (NUCLEAR FUSION)

இரு பாரமற்ற கருக்கள் ஒன்றித்து ஒரு கருவாகும் போதும் பெருமளவு சக்தி வெளியிடப்படுகிறது. உதாரணமாக சூரியனில் இரு தியுத்திரியம் (${}^2_1\text{H}$) அணுக்கள் ஒன்றிப்பினால் ${}^3_2\text{He}$ (ஸலியம் சமதானி) உருவாகின்றது.



$${}^2_1\text{H} \text{ கருவின் திணிவு} = 3.344 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$${}^3_2\text{He} \text{ கருவின் திணிவு} = 5.008 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{நியுத்திரன் திணிவு} = 1.677 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{இடதுபக்க திணிவு} = 6.688 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{வலது பக்க திணிவு} = 6.685 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{திணிவுக்குறைபாடு} = 3.0 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

$$E = \Delta m c^2 \text{ ஆகையால்}$$

$$= 3.0 \times 10^{-30} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= 2.7 \times 10^{-13} \text{ J}$$

ஒன்றல் (Fusion) நடைபெறுவதற்கு வெப்பநிலை மிகவும் உயர்வாக இருக்க வேண்டும். குரிய சக்தியின் பெரும்பாகம் ஒன்றல் தாக்குவிளைவே கிடைக்கின்றன.

5. 15. கதிர்ப்பின் ஆரோக்கிய ஆபத்துக்கள்

மனிதனுக்கு கதிர்ப்பினால் விளையும் ஆபத்துக்கள் இருவகையாக ஏற்பட வாம். ஒன்று X, α, β, γ கதிர்ப்புக்களை உடம்பு உறுஞ்சுவதால்; மற்றையது கதிர் தொழிற்பாட்டு மூலக்கண்ணுடைய பதார்த்தங்களை உட் கொள்வதனால் ஏற்படும்.

X கதிர்கள் தோலின் உரிசளினால் முற்றாக உறுஞ்சப்படும். எனவே அவை உடம்பின் பாகங்களை தாக்கமாட்டாது. X, β, γ, கதிர்கள் உடம்பினுள் ஜடு உருவுவதால், உயிருள்ள கலங்களை அழிக்கும். இவ்வாறான கதிர்கள் பயன்படுத்தப் படும் தொழிற்சாலைகளிலோ, வைத்தியசாலைகளிலோ, ஆய்வு கூடங்களிலோ கதிர் கள் தொழிலாளரை தாக்காத வண்ணம் தகுந்த பாதுகாப்புக்கள் எடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

X γ கதிர்களை தடுக்க பல சென்றிமீற்றர் தடிப்புள்ள கொங்கிற் சயம் அரண்களினால் அப்பகுதி காவலிடப்பட்டிருக்கும். β கதிர்களை தடுக்க 0.5 cm. தடிப்புள்ள அலுமீனியம் அல்லது பேஸ்ப்பெக்ஸ் (perspex) போதுமானது.

ஒரு பொருள் உறிஞ்சும் கதிர்ப்பினை கிரே (gray) எனும் அளக்கினால் அளக்கலாம். ஒரு பொருளின் 1kg திணிவு 1ஜில் சக்தியை உறிஞ்சினால் அது ஒரு கிரே (Gy) ஆகும்.

$$1 \text{ கிரே (Gy)} = 1 \text{ J kg}^{-1}$$

உடம்பில் ஏற்படும் உயிரியல் விளைவுகள், உறுஞ்சப்படும் சக்தியில் மட்டு மல்ல, கதிர்ப்பின் தன்மையிலும் தங்கியிருக்கிறது. ஆகவே கதிர்ப்பின் உயிரியல் விளைவுகளை மட்டிட sievert (sv) எனும் அலகு பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு மனிதன் ஆபத்தில்லாமல் ஒரு வருடத்தில் உறிஞ்சும் கதிர்ப்பு 0.05 sievert க்கு கூடுதலாக இருக்கக் கூடாது. 5 sievert (sv) கதிர்ப்பை ஒரு வருடத்தில் உறிஞ்சும் ஒருவர், ஓரிரு மாதங்களில் மரணமடையக் கூடும்.

பின்னனிக் கதிர்ப்பைப் பற்றி முன்னர் குறிப்பிட்டோம். ஒரு வருடத்தில் ஒருவர் பின்னனிக்கதிர்ப்பு காரணமாக உறிஞ்சும் கதிர்ப்பின் அளவு 0.002 (sv) ஆகும், இது ஆரோக்கியத்தை பாதிக்கமாட்டாது.

5. 16. உதாரணங்கள்:

1. $^{216}_{84}$ Po பொலோனியம் α துணிக்கைகளை வீசி ஈயம் சமதானியாகின்றது.

இதற்கான கருச்சமன்பாட்டை எழுதுக. பொலோனியத்தின் அரை ஆயுள்

0.2 s ஒரு பொலோனியம் தற்கூறில் 1.6×10^{12} அணுக்கள் இருப்பின், 0.8 s இன் பின் எத்தனை கருக்கள் தேய்வுற்றிருக்கும்?

$$\alpha = \frac{4}{2} \text{He}$$

$$\text{சயத்தின் திணிவெண்} = 216 - 4 = 212$$

$$\text{சயத்தின் அணுவெண்} = 84 - 2 = 82$$



$$\text{ஆரம்பத்தில் Po கருக்கள்} = 1.6 \times 10^{12}$$

$$0.8 \text{ s} = 4 \text{ ஆரை ஆயுள்கள்}$$

$$\text{எனவே } 0.8 \text{ s இல் எஞ்சியிருப்பது } (\frac{4}{2}) \times 1.6 \times 10^{12}$$

$$= \frac{1.6}{16} \times 10^{12} = 1 \times 10^{11}$$

$$\text{எனவே தேய்வுற்ற கருக்கள்} = 1.6 \times 10^{12} - 1 \times 10^{11}$$

$$= 1.5 \times 10^{12}$$

2. யூரேனியம் - 238 கருத்தேய்விள் போது ஒரு α - கதிரும் வீசப்படுகின்றன. U - 238 கரு α - துணிக்கையை காலி, தோரியம் - 234 கரு ஆக மாறுகிறது. இத் தோரியம் கரு அருட்டிய நிலையில் உள்ளது. தனது அடி நிலையை (ground state) அடைவதற்காக சுமார் 0.05 MeV கத்தி உடைய ஒரு γ - கதிரை காலுகிறது. இது கதிரின் அலைநீளம் என்ன?

$$E = hf \quad h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$= \frac{hc}{\lambda} \quad c = 3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$E = 0.05 \text{ MeV} = 0.05 \times 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$\text{எனவே } 0.05 \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\text{எனவே } \lambda = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{0.05 \times 1.6 \times 10^{-13}}$$

$$\text{அலைநீளம்} = 2.5 \times 10^{-11} \text{ m}$$

3. $^{64}_{29}\text{Cu}$ இன் அரை ஆயுள், 13 மணித்தியாலங்கள். அவகாடோ எண் = 6.0×10^{23} ; $\log_2 e = 0.7$ எனின், $2.0 \mu\text{g}$ திணிவுள்ள Cu தற்கூறு இன் தொழிற்பாட்டை மட்டிடுக.

64g , Cu இல் உள்ள அனுக்களின் எண்ணிக்கை = 6×10^{23}
எனவே $2.0 \mu\text{g}$ இல் உள்ள அனுக்கள்

$$\text{எண்ணிக்கை} = \frac{2 \times 10^{-6}}{64} \times 6 \times 10^{23}$$

$$= 1.875 \times 10^{16}$$

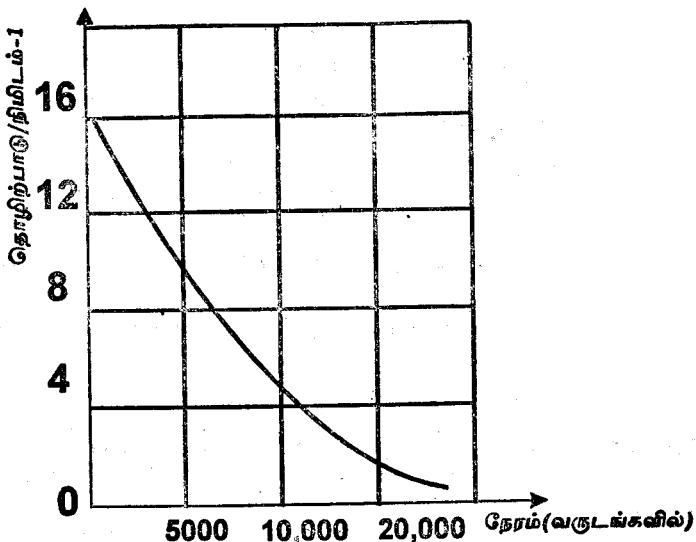
$$\text{தெய்வு ஒருமை} = \frac{\log_2 e}{T}$$

$$= \frac{0.7}{13 \times 3600}$$

$$= 1.496 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

$$\begin{aligned}
 \text{தொழிற்பாடு} &= \lambda N \\
 &= 1.496 \times 10^{-5} \times 1.875 \times 10^{16} \\
 &= 2.8 \times 10^{11} \text{ Bq}
 \end{aligned}$$

4.



படம் 5

மரம் இறந்த தினத்திலிருந்து 1g மரத்துண்டின் தொழிற்பாடு நேரத்துடன் எவ்வாறு மாறுதலடைகின்றது என்பதை வரைபு காட்டுகிறது. (படம் 5).

வரைபிலிருந்து அதன் அரை ஆயுளை மட்டிடுக.

புதை பொருளிலிருந்து கிடைக்கப்பட்ட 2g மரத்துண்டு நிமிடத்திற்கு 8 தொழிற்பாடு உடையதாக காணப்பட்டது, எனின் அம் மரத்துண்டின் வயதை மட்டிடுக.

தொழிற்பாடு 16 நிமிடம் $^{-1}$ இல் இருந்து 8 நிமிடம் $^{-1}$ ஆக மாற எடுக்கும் நேரம் 1 அரை ஆயுள். வரைபிலிருந்து இது ஏற்ததாம் 6000 ஆண்டுகள்.

2 g மரத்துண்டின் தொழிற்பாடு = 8 நிமிடம்⁻¹

எனவே 1 g இன் தொழிற்பாடு = 4 நிமிடம்⁻¹

உயிருள்ளோபோது 1 g மரத்துண்டின் தொழிற்பாடு = 16 நிமிடம்⁻¹

எனவே தொழிற்பாடு 16 நிமிடம்⁻¹ இல் இருந்து 4 நிமிடம்⁻¹ ஆக மாற 2 அரை ஆயுள் காலம் எடுக்கும்.

$$\left(\begin{array}{ccc} 1 \text{ அரை} & 1 \text{ அரை} \\ 16 & 8 & 4 \\ \text{ஆயுள்} & \text{ஆயுள்} \end{array} \right)$$

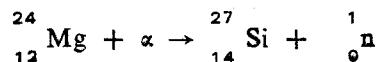
எனவே மரத்துண்டின் வயது = $2 \times$ அரை ஆயுள்

$$= 2 \times 6000 = 12000 \text{ ஆண்டுகள்.}$$

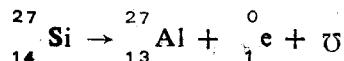
5.. சில கதிர்த்தொழிற்பாடுகளில், இலத்திரனேற்ற பருமனுள்ள, நேர் ஏற்றத்தை காவும் பொசித்திரன்களும் காலப்படுகின்றன. இதற்கு ஒரு உதாரணம் தருக. இவ்வாறு காலப்படும் பொசித்திரனுக்கு என்ன நிகழ்கிறது.

பொசித்திரனைக்காலும் சமதானிகள் இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை.

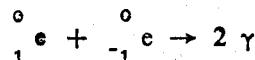
$^{24}_{12} \text{Mg}$ (மகனீசியம் - 24) ஜி α - துணிக்கைகளினால் $^{27}_{14} \text{Si}$ (சிலிக்கன் - 27) மோதடிப்பின், தோற்றும்.



சிலிக்கன் - 27 உறுதியற்றது. அது பொசித்திரனை காலி, அலுமீனியமாக மாறுகிறது.



பொசித்திரன் உறுதியற்றது. அது அனுவொன்றின் புற ஒட்டிலுள்ள இலத்திரனுடன் தாக்கம் புரிந்து அழிவுறுகிறது. அப்போது γ - கதிர்கள் வீசப்படுகின்றன.



Radioactivity

பின்வரும் வினாக்களில் மாற்றங்கள்

அத்தியாயம் 5.17 இல் (பக் 77) வரும் வினாக்களில் பின்வரும் மாற்றங்களை கருத்திற்கொண்டு வினாக்களை அணுகவும்.

3. இத்தொடரின் இறுதி சமதானி சுயம் 212 பூரேனியம் 236 கருவான்று, சுயம் $\left(\begin{smallmatrix} 212 \\ 82 \\ \text{Pb} \end{smallmatrix} \right)$ கருவாக மாறும்போது வெளியேறும் α - கதிர்களின் மொத்த எண்ணிக்கை:

- (1) 8 (2) 7 (3) 6 (4) 5 (5) 4

33. (1 வருடம் = 3.1×10^7 s)

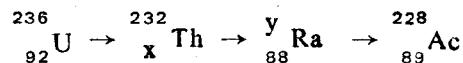
34. 420 Instead of 520

எந்தனை பொலோனியம் அணுக்கள் இருக்கும்?

5. 17. வினாக்கள்

$$(\lambda \cdot T = M_{\text{e}}^2 = 0.69 \text{ எனக் கொள்க)}$$

தோறியம் இயற்கை கதிர்தொழிற்பாட்டு தொடரின் ஒரு பகுதி கீழே தரப்பட்டுள்ளது.



இத்தொடர் சம்பந்தமான 1 - 3 வினாக்களுக்கு விடையளிக்க.

1. x. y. ஆகியவற்றின் பெறுமானங்கள் முறையே;

- | | |
|--------------|--------------|
| (1) 90, 228. | (3) 93, 228. |
| (2) 88, 228 | (4) 90, 232. |
| (5) 88, 232. | ஆகும் |

2. ${}^{236}_{92}\text{U}$, ${}^{228}_{89}\text{Ac}$ ஆக மாறும்போது வெளியிடப்படுவது:-

- | |
|---|
| (1) 2 α துணிக்கைகளும், 1 β துணிக்கையும் |
| (2) 1 α துணிக்கையும், 2 β துணிக்கைகளும் |
| (3) 3 α துணிக்கைகள் |
| (4) 3 β துணிக்கைகள் |
| (5) 2 α துணிக்கைகளும் 1 γ கதிரும் |

3. இத்தொடர்பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களில் உண்மையானது எது?

- | |
|--|
| (1) Th கரு Ra ஆக மாறும் போது ஒரு β துணிக்கை காலப்படும், |
| (2) U கரு Th ஆக மாறும் போது ஒரு β கதிர் விசப்படும். |
| (3) Ra கரு Ac ஆக மாறும் போது ஒரு β கதிர் விசப்படும். |
| (4) Th கரு Ac ஆக மாறும் போது ஒரு γ கதிரும், ஒரு β கதிரும் காலப்படும். |
| (5) U கரு Ra ஆக மாறும்போது ஒரு γ கதிரும் ஒரு α கதிரும் வெளியிடப்படும். |

4. பொட்டாசியம் சமதானி ஒன்றின் கதிர்தொழிற்பாட்டின் விளையுள் ⁴⁰₂₀ Ca சமதானியும், β துணிக்கையும் ஆகும். பொட்டாசியம் சமதானியின் அனு நிறையும், அனு எண்ணாக முறையே

- | | |
|------------|------------|
| (1) 41, 19 | (4) 44, 20 |
| (2) 40, 21 | (5) 40, 19 |
| (3) 44, 22 | |

5. ²¹⁶₈₄ Po, α கதிர்களை வீசுகிறது இக் கதிர்தொழிற்பாட்டில் மகள் மூலகம் Pb இன் துணிவு எண் (அனு நிறை), புரோத்தன் எண் (அனு எண்) என்பன முறையே:

- | | |
|-------------|-------------|
| (1) 216, 85 | (4) 212, 82 |
| (2) 214, 82 | (5) 212, 83 |
| (3) 214, 80 | |

6. அதி உயர் வெப்பநிலைகளில் ஐதரசன் சமதானிகள் ${}_1^2\text{H}$ உம், ${}_1^3\text{H}$ உம் தாக்கம் புரிந்து ${}_2^4\text{He}$ சமதானியையும் ஒரு துணிக்கையையும் விடுவிக் கின்றன. இத்துணிக்கை.

- | | |
|------------------------|------------------------|
| (1) இலத்திரன் ஆகும். | (4) α துணிக்கை ஆகும். |
| (2) புரோத்தன் ஆகும். | (5) பொசித்திரன் ஆகும். |
| (3) நியூத்திரன் ஆகும். | |

7. கதிர்தொழிற்பாட்டில் வீசப்படும் α, β, γ, கதிர்களை அவற்றின் கதியின் அடிப்படையில் ஏறுவரிசையில் ஒழுங்கு செய்தால், சரியான வரிசை:

- | | |
|--------------|--------------|
| (1) α, β, γ. | (4) β, γ, α, |
| (2) α, γ, β. | (5) γ, α, β, |
| (3) β, α, γ. | |

8. α - துணிக்கை பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களில் உண்மை அல்லாதது எது?

- | |
|---|
| (1) அது ஒரு சலியம் அனு |
| (2) அது காவும் ஏற்றம் + 2e (e: இலத்திரனேற்றம்) |
| (3) செங்குத்தான் காந்தப்புலத்தில் அதன் பாதை வளையும். |
| (4) அதன் சக்தி β - கதிர்களின் சக்தியை விடக்குறைவானது. |
| (5) ஒரு தடித்த தாள் அதனை முற்றாக உறிஞ்சும், |

9. $^{234}_{92}\text{U}$ கதிர்தொழிற்பாட்டின் பின் $^{234}_{93}\text{Np}$ ஆக மாறுகிறது: ஒரு $^{234}\text{-U}$ கருவுக்கும், ஒரு $^{234}\text{-Np}$ கருவுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் என்னவெனில் $^{234}\text{-Np}$ கரு:-

- (1) ஒரு மேலதிக இலத்திரனைக் கொண்டுள்ளது.
- (2) ஒது மேலதிக புரோத்தனைக் கொண்டுள்ளது.
- (3) ஒரு மேலதிக நியுத்திரனைக் கொண்டுள்ளது.
- (4) ஒரு இலத்திரன் குறைவாக உள்ளது.
- (5) ஒரு புரோத்தன் குறைவாக உள்ளது.

10. $^{234}_{92}\text{U}$ கதிர்தொழிற்பாடு அடையும்போது $^{234}_{93}\text{Np}$ ஆகின்றது: இத் தொழிற்பாட்டில் வெளிவரும் கதிர் சக்தியை கொண்டுள்ளது. இது பற்றி பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக.
 (அ) இக்கதிர்தொழிற்பாட்டில் பி - கதிர் வீசப்படுகிறது.
 (ஆ) U கரு, Np கருவாக மாறும்போது திணிவு குறைவடைகிறது.
 (இ) குறையும் திணிவு சக்தியாக மாறுதலைடைகிறது.

இவற்றுள்,

- (1) அ மட்டுமே சரி:
- (2) அ, ஆ மட்டுமே சரி.
- (3) அ, இ மட்டுமே சரி.
- (4) ஆ, இ மட்டுமே சரி:
- (5) அ, ஆ, இ எல்லாம் சரி.

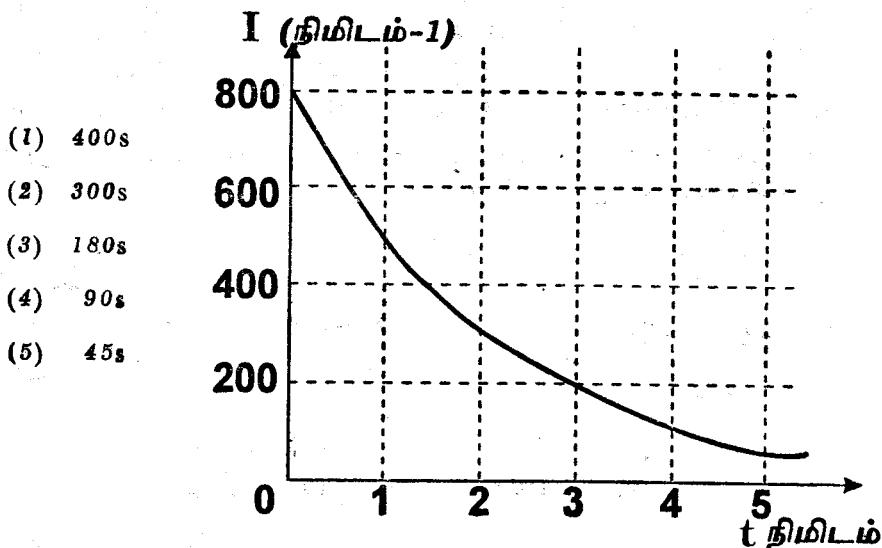
11. 222 Rn சமதானியின் அரை ஆயுள் 60s. ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒரு போத்தனில் அடைக்கப்பட்ட Rn வாயுவின் Rn அனுக்களின் தொகை N எனின் பின்வரும் கூற்றுக்களில் உண்மையானது எது?

- (1) 30 s இன் பின் $\frac{3N}{4}$ Rn அனுக்கள் தேய்வற்றிருக்கும்.
- (2) 30 s இன் பின் $\frac{3N}{4}$ Rn அனுக்கள் எஞ்சியிருக்கும்.
- (3) 120 s இன் பின் $\frac{3N}{4}$ Rn அனுக்கள் எஞ்சியிருக்கும்.

(4) 120 s இன் பின் $\frac{N}{2}$ Ra அனுக்கள் எஞ்சியிருக்கும்.

(5) 120 s இன் பின் $\frac{3N}{4}$ Ra அனுக்கள் தேய்வற்றிருக்கும்.

12. கதிர் தொழிற்பாட்டு சமதானி ஒன்றிலிருந்து சற்றுத் தாரத்தில் கைகள் எண்ணிலைக்கப்பட்டபோது நிமிடமொன்றிற்கு பெறப்பட்ட எண்ணிக்கை (J), நேரம் (t) உடன் மாறும் விதத்தைப் படம் காட்டுகிறது. சமதானி யின் அரை ஆயுள் ஏற்தாழ:



13. நீண்ட அரை ஆயுள் உடைய ஒரு சமதானியின் முன் ஒரு கைகர் எண்ணிலைக்கப்பட்டுள்ளது. அப்போது அது நிமிடத்துக்கு 1500 எண்ணிக்கையைக் காட்டியது. ஒரு தடித்த தாள் ஒன்றை எண்ணிக்கைக்கும் சமதானிக்கும் இடையில் வைத்தபோது எண்ணிலை நிமிடத்துக்கு -1498 எண்ணிக்கையைக் காட்டியது. தாளிற்குப் பதிலாக 1 cm தடிப்புள்ள அலுமீனியக்குற்றி வைக்கப்பட்டபோது எண்ணிக்கை நிமிடத்துக்கு 600 ஆக குறைந்தது. அலுமீனியம் குற்றிக்குப் பதில் ஈயக்குற்றி ஒன்று வைக்கப்பட்டபோது எண்ணிக்கை நிமிடத்துக்கு 20 ஆக குறைந்தது. சமதானி காலும் கதிர்ப்புகள்:

(1) α மட்டும்.

(2) β மட்டும்.

(3) γ மட்டும்.

(4) β வும், γ வும் மட்டும்.

(5) α , β , γ , எவ்வாம்ரு

14. 15 மணித்தியாலம் அரை ஆயுள் உடைய ஒரு சிறிய அளவு சோடியம் சமதானி நிமிடத்திற்கு 12000 கதிர்ப்புக்களை பிறப்பிக்கும் நிலையில் ஒரு நோயாளியின் இரத்தத்தோடு கலக்குமாறு உட்பாச்சப்பட்டது. 30 மணித்தியாலங்களுக்குப் பின் நோயாளியின் 4 cm^3 இரத்தம் நிமிடத்திற்கு 2 கதிர்ப்புக்களை பிறப்பித்தது. எனவே நோயாளியின் உடம் பிலுள்ள இரத்தத்தின் கணவளவு:

- (1) 24000 cm^3 (2) 12000 cm^3 (3) 6000 cm^3
 (4) 3000 cm^3 (5) 800 cm^3

15. மூ - கதிர் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களில் உண்மையானது எது?

- (1) ஆர்முடுக்கப்படும் இலத்திரன்கள் உலோகத்தட்டில் விழும்போது மூ - கதிர் பிறப்பிக்கப்படும்.
 (2) அவை X - கதிர்களை விட கூடிய அவை நீளம் உடையன.
 (3) 1 cm தடிப்புள்ள அலுமினியம் குற்றி அவற்றை மூற்றாக உறிஞ்சாது
 (4) ஒரு நியூத்திரன் ஒரு புரோத்தணாக மாறும்போது மூ - கதிர் பிறப்பிக்கப்படும்.
 (5) அவற்றின் பாதை மின்புலத்தினால் திசை திருப்பம் அடையும்.

16. மூ - கதிர்பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களில் உண்மையல்லாதது எது?

- (1) அவை வேகமாக செல்லும் மறை ஏற்ற காலிகள்:
 (2) அவற்றின் பாதையை காந்தப்புலத்தினால் திசை திருப்பலாம்:
 (3) புரோத்தனுடன் ஒப்பிடும்போது அவற்றின் திணிவு புறக்கணிக்கத் தக்கது.
 (4) அவை அணுவின் மீப்புற ஒட்டிவிருந்து விடுவிக்கப்படும்.
 (5) கருவிலுள்ள ஒரு நியூத்திரன் புரோத்தணாக மாறும்போது மூ - கதிர் வெளியீடப்படும்.

17. கதிர்தொழிற்பாடு உடைய நூய சமதானி $^{210}_{28}\text{ Pb}$ கருவொன்று சில கதிர் தொழிற்பாடுகளின் பின் உறுதி நிலையுடைய $^{206}_{82}\text{ Pb}$ கரு ஆக மாறுகிறது இம் மாற்றத்தின் விளைவாக வீசப்பட்டிருக்கூடிய கதிர்கள்:-

- (1) α, α, β (4) β, β, γ
 (2) α, β, β (5) β, β, β
 (3) α, β, γ

18. ஒரு கதிர்தொழிற்பாடுடைய சமதானியின் அரை ஆயுள் 2 நிமிடங்கள். மடை 2 = 0.7 எனக் கொண்டால் அதன் தேவை ஒருமை:-

- (1) 0.0058 s^{-1}
- (2) 0.35 s^{-1}
- (3) 1.4 s^{-1}
- (4) 2.86 s^{-1}
- (5) 84 s^{-1}

19. கதிர்தொழிபாட்டின் பிரயோகம் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களைக் கருதுக.

- (அ) பொலித்தீன் பைகளில் உணவு பண்டங்களை அடைத்த பின் γ - கதிர்களால் அவற்றினுள் உள்ள கிருமிகளை அழிக்கலாம்.
- (ஆ) β கதிர்களை பயன்படுத்தி, அலுமீனியத்தகடுகளின் தடிப்புக்களை அளக்கலாம்.
- (இ) கரித்துண்டொன்றின் தொழிற்பாட்டை அளந்து அதன் வயதை மட்டிடலாம்.

இவற்றுள்:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| (1) அ மட்டும் சரி | (2) அ, ஆ, மட்டும் சரி |
| (3) அ, இ மட்டும் சரி | (4) ஆ, இ மட்டும் சரி |
| (5) அ, ஆ, ஈ எல்லாம் சரி | |

20. உயிருள்ள சடம் கதிர்தொழிற்பாடுடைய 14 - காபன் சமதானியை கிறி தளவு கொண்டுள்ளன. இதன் அரை ஆயுள் 5600 வருடங்கள். உயிருள்ள போது 1kg காபன் ஏற்குறைய 250Bq தொழிற்பாடு உடையது. சடம் இறந்ததும் 14 - காபன் தேவையைத் தொடர்க்கும். புதைபொருள் ஒன்றிலிருந்து வேறாக்கப்பட்ட 40g காபனின் தொழிற்பாடு 2.5 Bq ஆக இருப்பின், அப்புதைபொருளின் வயது ஏற்ததாம (வருடங்களில்)

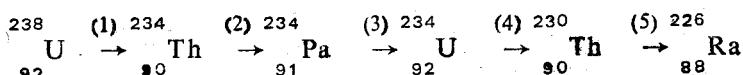
- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) 56000 | (2) 22400 | (3) 11200 |
| (4) 5600 | (5) 560 | |

21-28 வரையிலான வினாக்களுக்கான விடைகள் கீழே உள்ளன. அவற்றுள் பொருத்தமான ஒன்றை தெரிவு செய்க.

- (1) X கதிர்
- (2) α கதிர்
- (3) β கதிர்
- (4) γ கதிர்
- (5) நியூத்திரன்

21. மறை மின்னேற்றமுடையது எது?
22. யூரோனியம் -235 கருவை பிளவுறச் செய்யக்கூடியது எது!
23. கருவிலிருந்து பிறப்பிக்கப்படும் மின்காந்த அலை எது?
24. வேகமாக செல்லும் இலத்திரன் எது?
25. வளியூடு செல்லும்போது மிகவும் கூடுதலான அயன் சோடிகளை ஏற்படுத்தக் கூடியது எது?
26. ஒரு தடித்த தாள் ஒன்றினால் உறுஞ்சப்படக்கூடியது எது?
27. வேகமாக செல்லும் இலத்திரன்கள் ஒரு உலோகத்தட்டில் விழும்போது வீடுவிக்கப்படுவது எது?
28. ஆக்க்கூடிய திணிவை உடையது எது?
29. ரேடன் வாயுவின் தேய்வு ஒருமை 0.015 s^{-1} பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக:
- (அ) வெப்பநிலையை அதிகரிப்பின் ரேடன் வாயுவின் தேய்வு ஒருமை குறையும்.
 - (ஆ) வாயுவின் அழுக்கத்தை அதிகரிப்பின் ரேடன் வாயுவின் அரைஆயுள் அதிகரிக்கும்.
 - (இ) தேய்வு ஒருமை அரை ஆயுளுக்கு நேர்மாறு விகிதசமம்.
- இவற்றுள்:
- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| (1) அ மட்டும் சரி | (2) இ மட்டும் சரி |
| (3) அ, இ மட்டும் சரி | (4) அ, ஆ, இ, எல்லாம் சரி |
| (5) அ, ஆ, இ எல்லாம் பிழை | |

30. திணிவு, ஏற்றம், கதி, அயனாக்கும் வளிமை, காலூம் சக்தி, சடத்தினால் உறிஞ்சல், காந்த, மின் புலங்களினால் அவற்றின் பாதை மாற்றமடைதல் ஆகிய தலைப்புக்களின் கீழ் ०, ३, ५ கதிர்ப்புக்களின் இயல்புகளை ஒப்பிடுக.
31. யூரோனியம் தேய்வுத் தொடரின் ஒரு பகுதி கீழே தரப்பட்டுள்ளது:



- (அ) ஒவ்வொரு தேய்வின் போதும் என்ன கதிர் வீசப்படுகிறது?
- (ஆ) சமதானி என்றால் என்ன? மேலுள்ள தொடரிலிருந்து சமதானிக்கு இரு உதாரணங்கள் தருக?
- (இ) இத்தொடரின் இறுதி சமதானி ஈயம் $^{206}_{82}\text{Pb}$ எனின், Ra 226க்கும் Pb - 206 க்கும் இடையில் எத்தனை \propto துணிக்கைகள் காலப்பட்டிருக்கும்?

32. கதிர்தொழிற்பாடு உடைய தற்கூறு ஒன்று \propto , γ ஆகிய கதிர்களை வீச தாக சந்தேகிக்கப்படுகிறது. இச்சந்தேகத்தை உறுதிப்படுத்த அல்லது நீக்க நீர் மேற்கொள்ளும் ஒரு பரிசோதனையை விளக்குக.

33. 'தேய்வு ஒருமை' க்கு வரைவிலக்கணம் கூறுக.

தேய்வு ஒருமைக்கும், அரைஆயுளுக்கும் உள்ள தொடர்பை எழுதுக.

ரேடியம் சமதானியின் அரைஆயுள் 1600 வருடம் அதன் தேய்வு ஒருமையை s^{-1} அலகில் காண்க:

34. 'பொலோனியம் சமதானியின் அரை ஆயுள் 140 நாட்கள்' எனும் கூற்றினை விளக்குக:

ஒரு பொலோனியம் தற்கூறு 4×10^{20} அனுக்களைக் கொண்டிருந்தது. 420 நாட்களின் பின் அதில் எத்தனை அனுக்கள் இருக்கும்?

இக்கூறிலுள்ள அனுக்கள் 1×10^{20} ஆக எத்தனை நாட்கள் செல்லும்?

35. துரந்தியம் $^{90}_{38}\text{Sr}$ சமதானி β கதிர்களை வீசி

இந்திரியம் $^{90}_{39}\text{Y}$ சமதானியாக மாறுகிறது.

(அ) இந்த தேய்வுக்கான சமன்பாட்டினை எழுதுக.

(ஆ) துரந்தியம் - 90 இன் அரை ஆயுள் 18 வருடங்கள் அதன் தேய்வு ஒருமையைக் கணிக்க.

(இ) இந்திரியத்தின் அரை ஆயுள் 64. மணித்தியாலங்கள். இதன் தேய்வு ஒருமை என்ன?

(ஈ) $1.0 \mu\text{g}$ Sr - 90 ஜ கொண்ட ஒரு தற்கூறில், Sr - 90 இனதும், Y - 90 இனதும் தொழிற்பாடுகள் சமமாக உள்ளதெனில் Y - 90 இன் திணிவை காண்க.

36: “ $\frac{32}{15} P$ சமதானியின் தேய்வு ஒருமை $6 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ ” என்பதனால் நீர் விளங்கிக் கொள்வது என்ன? இச்சமதானியின் ஒரு தற்கூறு குறித்த ஒரு நேரத்தில் செக்கனுக்கு 4×10^{-7} எனும் வீதத்தில் பி கதிர்களை வீசியது எனின்,

- (அ) அப்போது அதிலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை என்ன?
- (ஆ) அதன் அரை ஆயுள் எவ்வளவு?
- (இ) எவ்வளவு நேரத்தின் பின் இக்கதிர் வீச்சு $5 \times 10^6 \text{ Bq}$ ஆகமாறும்:

37: ஏ, பி கதிர்கள் ஏற்றத் துணிக்கைகள், ஆனால் ஏ கதிர் ஏற்றத்தைக் கொண் டிருக்கவில்லை என்பதை எவ்வாறு பரிசோதனை மூலம் காண்பீர்?

$3.6 \times 10^{-25} \text{ kg}$ திணிவுள்ள ரேடன் கருவொன்று ($^{222}_{86} \text{ Rn}$)

$6.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ திணிவுள்ளதும், $8.8 \times 10^{-13} \text{ J}$ சக்தி உடையதுமான ஏ துணிக்கையை கதிர்கிறது.

- (அ) விளையுள் கருவின் அணு எண், திணிவு எண்களை எழுதுக:
- (ஆ) ஏ துணிக்கையில் உந்தத்தைக் கணிக்க.
- (இ) விளையுள் கருவின் உந்தம் என்ன?

38. “ஏ - துணிக்கைகளை வீச்சு ஒரு ரேடியோ நியூக்கினெட்டுவிள் அரை ஆயுள் 10 நாட்கள்” என்பதனால் நீர் விளங்கிக் கொள்வது யாது?

அந்த ரேடியோ நியூக்கினெட்டுவிள் ஒரு தற்கூறின் தொழிற்பாடு 10^8 Bq ஆக இருந்தது.

- (1) அதன் தேய்வு ஒருமையை கணிக்க:
- (2) எத்தனை நாட்களின் பின் அதன் தொழிற்பாடு $2.5 \times 10^7 \text{ Bq}$ ஆக இருக்கும்.
- (3) அடுத்த 20 நாட்களில் அது எத்தனை ஏ கதிர்களை வீசியிருக்கும்?

இந்த ரேடியோ நியூக்கினெட்டு ஏ கதிர்களை வீசுகிறது என்று எப்படி பரிசோதனை மூலம் காட்டுவீர்?

39. இயற்கை கதிர்தொழிற்பாட்டுக்கும், செயற்கை கதிர்தொழிற்பாட்டிற்கும் இடையேயான வித்தியாசத்தை உதாரணத்துடன் விளக்குக.

சோடியம் ($^{22}_{11} \text{Na}$) சமதானி செயற்கையாக உருவாக்கப்படுவது. அது கதிர்தொழிற்பாட்டின் போது பொசித்திரன் (நேர் ஏற்றமுடைய இலத்திரனை) காலுகிறது. இத்தாக்கத்தின் மகள் மூலகம் நியோன் ஆகும். நியோனின் அணு எண், திணிவெண் ஆகியவற்றைக் காணக்.

வைத்தியத்துறையில் சோடியம் - 22 போன்ற கதிர்தொழிற்பாடு உடைய சமதானிகள் எவ்வாறு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

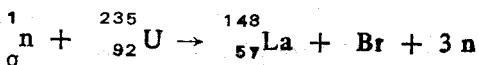
40. கதிர்தொழிற்பாடுடைய மூலகம் ஒன்றிலுள்ள அனுக்களின் எண்ணிக்கை நேரத்துடன் மாறும் விதத்தை காட்டும் ஒரு வரைபு வரைக. அம் மூலகத்தின் அரை ஆயுளை வரைபிலிருந்து எவ்வாறு துணியலாம்?

வைத்தியத்துறையில் சுவடுகாணி (Tracer) ஆக பயன்படுத்தப்படும் சாதானிகளின் அரை ஆயுள் சிறியதாக இருக்க வேண்டும். இது என் என் விளக்குக.

அயடின் - 131 இன் அரை ஆயுள் 8 நாட்கள். 16 நாட்களுக்கு முன் ஒரு நோயாளியின் உட்பாச்சப்பட்ட ஒரு அயடின் தற்காறு இப்போது 6×10^4 Bq தொழிற்பாடு உடையதாக இருந்தது. ஆரம்பத்தில் இதன் தொழிற்பாடு என்ன?

அப்போது அதிலிருந்து அயடின் 131 அனுக்களின் எண்ணிக்கையை மட்டிடுக.

41. மெதுவாகச்செல்லும் நியூத்திரன்கள் யூரேனியம் - 235 ஜி தாக்கும்போது யூரேனியம் கரு பிளவுறும், இக்கருத்தாக்கத்திற்கான சமன்பாடு:



- (i) Ba இன் திணிவு எண் (நியூக்கிளியன் எண்), அணு எண் (புரோத் தன் எண்) ஆகியவற்றை காண்கடி.
- (ii) இத்தாக்கம் சம்பந்தமாக “சங்கிலித்தாக்கம்” என்னும் பதத்தினை விளக்குக.
- (iii) சங்கிலித்தாக்கம் நடைபெற பென்சில் கரி’ (graphite), மட்டாக் கியாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. மட்டாக்கியின் பயன்பாடு என்ன?
- (iv) கருத்தாக்கத்தின்போது தாக்கத்தை எவ்வாறு கட்டுப்படுத்தலாம்?

42. (அ) மெதுவாக இயங்கும் நியூத்திரன்கள் $^{10}_5\text{B}$ (போரன்) உடன் தாக்கம் புரிந்து $^{7}_3\text{Li}$ (வித்தியம்) ஜி உண்டாக்குகிறது. இதற்கான சமன்பாட்டினை எழுதுக:

(ஆ) கருச்சக்தியை உருவாக்கும் தாக்கி (Nuclear Reactors) யில் போர் விளக்குக் கூறு.

43. L, M, N எனும் மூன்று சமதானிகளின் எண் வீதம் வெவ்வேறு நேரங்களில் கைகர் எண்ணியால் பெறப்பட்டது. அதை கீழ் உள்ள அட்டவணை காட்டுகிறது:

சமதானி	அரம்பத்தில்	எண் வீதம் / நிமிடத்திற்கு	
		1 மணியின் பின்	2 மணியின் பின்
L	490	250	130
M	127	30	12
N	226	199	172

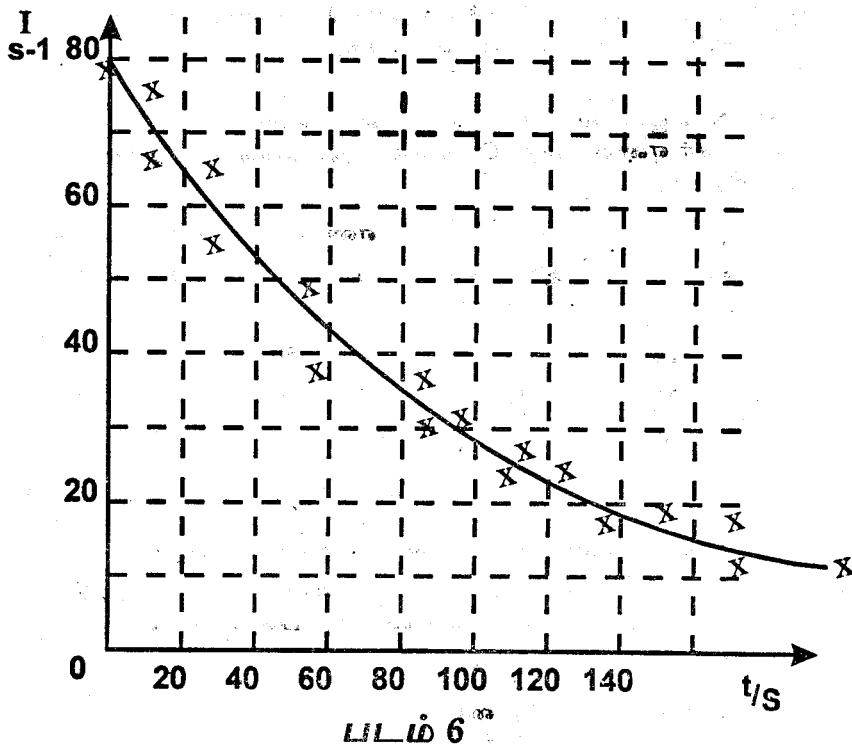
இவற்றுள்:

- (1) ஆகக் கூடிய அரை ஆயுள் உடைய சமதானி எது?
- (2) 3 மணித்தியாலத் தின் மின் L இன் எண் வீதம் நிமிடத்திற்கு 70 ஆக இருப்பின் அதன் அரை ஆயுளையும், பின்னணி எண் வீதத்தையும் காணக்.
- (3) ஆரம்பத்தில் N க்கும், கைகர் எண்ணிக்கும் இடையே ஒரு தடிப்பான தாள் வைக்கப்பட்டபோது எண்ணியின் வாசிப்பில் மாற்றம் ஏற்பட வில்லை. ஆனால் 0.2 mm தடிப்புள்ள அலுமினியத்தை வைத்த போது எண்ணிக்கை 20 ஆக குறைந்தது. N என்ன கதிர்களை காலுகிறது?

44. உயிருள்ள மரம் ஓரளவு காபன் - 14 ஜி கொண்டுள்ளது. 1 kg திணிவு மரம் சுமார் 250 கதிர்ப்புக்களை ஒரு செக்கனில் நிகழ்த்தும் வளியிலுள்ள நியூதிரன்கள் மரத்தோடு தாக்கம் புரிவதால் இந்த தொழிற்பாடு மாறா திருக்கும்.

மரம் இறந்தவுடன் காபன் - 14 தேய்வுறும், அதன் அரை ஆயுள் 3600 வருடங்கள். புதை பொருளில் கண்டெடுக்கப்பட்ட ஒரு தோணியின் 20 g திணிவுள்ள மரத்துண்டு நிமிடத்திற்கு 150 கதிர்ப்புக்களை நிகழ்த்தினால் ரோணியின் வயதை மட்டிடுக்.

45. ரேடன் வாயுவின் (R - 220) அரை ஆயுளை துணிவதற்கான பரிசோத ணையில் கைகர் எண்ணியின் எண்வீதம் தேரத்திற்கு எதிரே ஒரு வரையில் புள்ளிடிகளால் (X) குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றினிருந்து ஒரு ஒப்பமான வளையி பெறப்பட்டது.



- (i) பெரும்பாலான புள்ளிகள் ஒப்பமான வளையிக்கு வெளியே உள்ளன. இதற்கு ஒரு காரணம் தகுக.
- (ii) ஒப்பமான வளையியை பயன் படுத்தி ரேடன் வாயுவின் அரை ஆயுளை மட்டிடுக.

46. சவுகாணிகளாக (tracers) பல துறைகளில் கதிர்தொழிற்பாடு உடைய சமதானிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கதிர்தொழிற்பாடற் சமதானியும் கதிர்தொழிற்பாடு உடைய சமதானியும் ஒரே இரசாயன இயல்பு களைக்கொண்டன. எனவே உறுதியான சமதானிகளுடன் அல்லது அவற்றிற்கு பதிலாக கதிர்தொழிற்பாடு உடைய சமதானிகளை பூர்ணமாக படித்து வதன் மூலம் பல குறைபாடுகளை இனம் காணலாம்.

இவ்வாறான சவுகாணிகள் பயன்படுத்தப்படுவதை விளக்க பொறி பியற்துறையிலிருந்து ஓர் உதாரணமும், வைத்தியத்துறையிலிருந்து ஓர் உதாரணமும் தகுக.

சவுகாணிகளின் அரை ஆயுள் ஏன் சிறிதாக இருக்க வேண்டும்?

விடைகள்

அத்தியாயம் 1.

- | | |
|--------|--------|
| 1. (4) | 5. (5) |
| 2. (1) | 6. (5) |
| 3. (2) | 7. (4) |
| 4. (3) | 8. (1) |

12. $\frac{142.5 \text{ W}}{0.6}$

13. 2900 K
 $4.0 \times 10^8 \text{ W m}^{-2}$

16. $6 \times 10^{-20} \text{ J}$

அத்தியாயம் 2.

ஒளிமின் விளைவு வினாக்களுக்கான விடை

- | | |
|--------|---------|
| 1. (1) | 7. (2) |
| 2. (3) | 8. (2) |
| 3. (3) | 9. (5) |
| 4. (1) | 10. (3) |
| 5. (2) | 11. (3) |
| 6. (5) | 12. (2) |

15. $hf = 3.6 \times 10^{-19} < \phi$

16. (a) $9.9 \times 10^{-19} \text{ J}$

(b) $4.4 \times 10^{-19} \text{ J}$

(c) $5.5 \times 10^{-19} \text{ J}$

17. (a) 3.96×10^{-19} J

(b) 5.05×10^{18}

18. (a) 3.2×10^{-19} J

(b) 7.1×10^{-19} J

(c) 2.8×10^{-7} m

19. 0.29 V

இல்லை; $hf < \phi$.

22. $h = 6.56 \times 10^{-34}$ Js.

3. 6. விடைகள்

1. (3)

2. (4)

3. (2)

4. (5)

5. (5)

6. இயக்கப்பாட்டு சக்தி = 3.2×10^{-17} J

உந்தம் = 7.6×10^{-24} Ns

$\lambda = 8.6 \times 10^{-11}$ m

8. (a) (i) 3×10^{-24} Ns

(ii) 4.9×10^{-18} J

4. 7. விடைகள்

1. (5) 4. (5)

2. (1) 5. (3)

3. (4) 6. (3)

7. (i) 12.5 m A (ii) $1.2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

10. (Q) $3 \times 10^{-18} \text{ J}$

11. $\lambda = 1.1 \times 10^{-9} \text{ m}$

5. 17 விடைகள்

- | | | |
|---------|---------|---------|
| 1. (1) | 14. (3) | 27. (1) |
| 2. (1) | 15. (3) | 28. (2) |
| 3. (3) | 16. (4) | 29. (2) |
| 4. (5) | 17. (2) | 30. |
| 5. (4) | 18. (1) | 31. |
| 6. (3) | 19. (5) | 32. |
| 7. (1) | 20. (3) | 33. |
| 8. (4) | 21. (3) | 34. |
| 9. (2) | 22. (5) | 35. |
| 10. (5) | 23. (4) | 36. |
| 11. (5) | 24. (3) | 37. |
| 12. (4) | 25. (2) | 38. |
| 13. (4) | 26. (2) | |

31. (Q) 5 α துணிக்கைகள்

33. $1.39 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1}$

34. 5×10^{19} . 280 நாட்கள்

35. (Q) $12.4 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}$

(Q) $2.99 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$

(Ans) 2.4 mg

36. (Q) 6.7×10^{13}

(Q) $1.15 \times 10^6 \text{ s}$

(Q) $4.45 \times 10^6 \text{ s}$

37: (அ) 84; 218

(ஆ) 1.1×10^{-19} Ns

(இ) -1.1×10^{-19} Ns

38: (1) 7.9×10^{-7} s⁻¹

(2) 20 நாட்கள்

(3) $75. \times 10^7$

40: 2.4×10^5 Bq

2.4×10^{11}

41: (1) N

(2) 1 மீறி

நிமிடத்திற்கு 10

(3) β

44: 11200 வருடம்

45: 60 s

பகுதிகள்	நிலைமைகள்	பகுதிப்பகுதி
பகுதி 1)	கல்வி, பண்ணும் ஆவண்கள், விளையாட்டுக்களும் துறை மனப்படிகள்	பகுதிப்பகுதி
பகுதி 2)	தொழில், தாழ்வு, மனப்படிகள், விளையாட்டுக்களும் துறை மனப்படிகள்	பகுதிப்பகுதி
பகுதி 3)	பகுதி 3)	பகுதிப்பகுதி
பகுதி 4)	பகுதி 4)	பகுதிப்பகுதி
பகுதி 5)	பகுதி 5)	பகுதிப்பகுதி