இயல்

2

நுண்ணோக்கியியல்

கற்றல் நோக்கங்கள்

மாணவர்கள் இப்பாடப்பகுதியைப் பயின்ற பிறகு,

- *பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட், புளோரஸன்ஸ் மற்றும் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் அடிப்படைப் பாகங்களைக் கண்டறிவர்.*
- *பல்வேறு வகையான ஒளி நுண்ணோக்கியின் ஒளியியல் மற்றும் பிம்பம் உருவத்தின் செயல்முறைகளைப் புரிந்து கொள்வர்.*
- *பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட், புளோரஸன்ஸ் மற்றும் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் அடிப்படைத் தத்துவத்தையும் செயல் இயங்கமைப்பையும் அறிவர்.*
- *ஒளி மற்றும் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியினை வேறுபடுத்தி அறிவர்.*
- *பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட், புளோரசன்சிஸ் மற்றும் எலக்ரான் நுண்ணோக்கியின் பயன்பாடுகளின் மதிப்பறிவர்.*

இயல் திட்டவரை

2.1 பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கி

2.2 புளோரஸன்ஸ் நுண்ணோக்கி

2.3 எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி

கண்களால் பார்க்க முடியாத மிகவும் சிறியப் பொருள்கள் அல்லது மருத்துவ மாதிரிகளை, உருபெருக்கப்பட்டக் காட்சியாக அல்லது ஒளிப்பட பிம்பங்களால் உருவாக்கும். தனித்தன்மையாக வடிவமைக்கப்பட்ட ஒளியியல் கருவி நுண்ணோக்கியாகும். இன்றைய காலக்கட்டத்தில், நுண்ணுயிரியல் ஆய்வுக் கூடங்களில் வழக்கமாக மிக அதிநவீனக் கூட்டு ஒளி நுண்ணோக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சென்ற ஆண்டு நாம் ஒளி நுண்ணோக்கிகளானப் பிரைட் பீல்டு மற்றும் டார்க் பீல்டு நுண்ணோக்கியைப் பற்றி படித்திருந்தோம். இந்த வருடம், நாம் மற்ற ஒளி நுண்ணோக்கி வகைகளானப் பேஸ் கான்ராஸ்ட் பற்றி படிக்க உள்ளோம். மேலும் மற்றொரு உயர்தரமான, எலக்ட்ரானை ஒளி ஆதாரமாக பயன்படுத்தும் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியை பற்றியும் இந்த இயலில் விரிவாக கலந்து ஆலோசிக்கப்பட்டுள்ளது.

52KCPT

2.1 பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கி

பிரிட்ஸ் சர்னிக் எனும் டச்சு இயற்பியளாலர், பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியைக் கண்டுப்பிடித்தார். இக்கண்டுப்பிடிப்பிற்கு 1953–ஆம் ஆண்டில் அவருக்கு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. இந்த நுண்ணோக்கி உயிருள்ள செல்லை உற்று நோக்க வழிவகுக்கிறது. இந்த நுண்ணோக்கி தனித்தன்மையான ஒளியியல் பாகங்களைப் பயன்படுத்தி, உயிருள்ள செல்லின் சைட்டோப்பிளாசத்தின் பாகங்களின் மற்றும் நீரின் ஒளி விலகல் எண்ணின் (Refractive index) நுண்ணிய வேறுபாட்டை வெளிப்படுத்திக் கான்ட்ராஸ்டை உண்டாக்குகிறது.

2.1.1 அடிப்படைத் தத்துவம்

பொருளின் பல்வேறு பகுதிகளின் அடர்த்தி மற்றும் அதன் ஒளி விலகல் எண்ணின் வேறுப்பாட்டினால் உண்டாகும், ஒளி கற்றையின் சிறிய கட்ட (phase) மாற்றங்களை, ஒளியின் திண்ணம் அல்லது ஒளிர்வு வேறுபாடுகளாக மாற்றம் செய்யப்படுகிற

TN_GOVT_XII_Micro_Biology_TAMIL_CH02.indd 10 2/14/2020 4:35:11 PM

அடிப்படை தத்துவத்தில் பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கி செயல்படுகிறது. ஒளி நிலை மாற்றங்களை (Phase changes–கட்டம் மாறுபாடு) மனித கண்களால் கண்டறிய முடிவதில்லை என்றாலும் ஒளி திண்ணத்தை அல்லது ஒளிர்வை எளிதாக கண்டறியலாம்.

2.1.2 பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியின் (PCM)) ஒளியியல் பாகங்கள்

8G9EX4

சாதாரண கூட்டு நுண்ணோக்கியின் ஒளியியல் பாகங்களை போலவே, பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியின் பாகங்கள் ஒத்து உள்ளன. ஒளி ஆதாரம், குவிப்பான் அமைப்பு, பொருளருகு வில்லை அமைப்பு மற்றும் கண்ணருகு வில்லை அமைப்புகளை இந்த நுண்ணோக்கிக் கொண்டுள்ளது (படம் 2.1).

பிரைட் பீல்டு நுண்ணோக்கியிலிருந்து, பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கி பின்வரும் பாகங்களைக் கொண்டுள்ளதால் வேறுபட்டுள்ளது.

i. அடிமேடை ஆன்னுலார் டையாப்ரம்

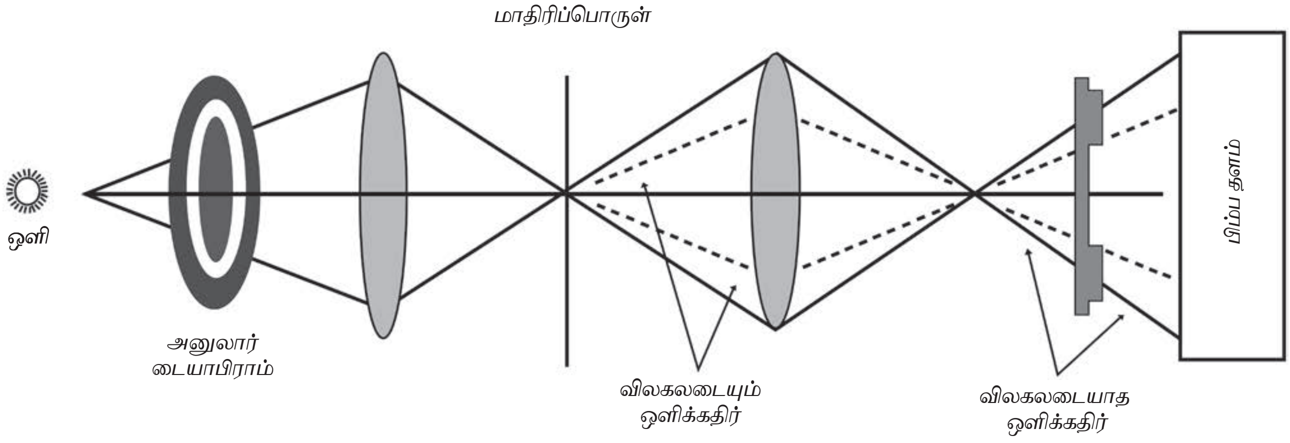
அடிமேடையின் குவியத்தளத்தில் பொருத்தப்பட்ட டையாப்ரத்தில் உள்ள வளைந்த துளையானது பொருளினுள் ஒளி ஊறுவுடுவதை கட்டுப்படுத்துகிறது.

இது நுண்ணோக்கியின் குவிப்பானுக்கு கீழ் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

தகவல் துளி

எப்பொழுதெல்லாம் ஒளி (அல்லது பொதுவாக ஏதாவது அலை) ஒரு ஊடகத்தில் இருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு செல்லுகிறதோ, அப்பொழுது சில அலையின் ஆற்றல், படுகதரின் அதே கோணத்தில் முதல் ஊடகத்தால் எதிர்பிரதிபலிக்கிறது, மற்றும் சில ஆற்றல் விலகலாகிறது. ஒளி குறைந்த ஒளிவிலகல் எண் உடைய ஊடகத்தில் இருந்து அதிக ஒளிவிலகல் எண் உடைய ஊடகத்திற்கு ஒளி செலுத்துகையில் (அதாவது கற்றில் இருந்து நீரிற்கு) விலகலானது 180 கட்ட மாற்றம் அடைகிறது. ஒரே கட்டத்தில் இருக்கும் ஒளி அலைகள், ஒன்றோடு ஒன்று சேர்ந்த அதன் மொத்த திண்ணத்தை அதிகரித்துக்கொள்கிறது.

கட்டத்தில் அல்லாத ஒளி அலைகள் (மிகச் சரியாக அலை நீளத்தில் ஒரு பாதி) ஒன்றோடு ஒன்று சரிகட்டமுடியாததால் திண்ணமாற்றம் அடைகின்றன. கட்டத்தில் அல்லாத எவ்வித அளவுக்கொண்ட இருள் அலைநீளங்கள் சில அளவு நீக்கமடைகிறது. ஆதலால் அதிகபட்ச ஒளிர்வைவிட குறைந்தும் இருளைவிட அதிகமாகவும் காட்சியாகிறது. இவ்வாறாக, வெவ்வேறு ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட மாதிரி பொருளின் பாகங்கள், ஒளி அலைகளை ஏறக்குறைய மட்ட மாறுபாடு அடைய செய்கிறது. இதன் விளைவாக மாதிரிப்பொருள்கள் வெவ்வேறு நிலையானக் கருமை நிறம் கொண்டு ஒளிர்ந்த பின்புலத்தில் காணப்படுகிறது.



படம் 2.1: பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியின் பாகங்கள்

இந்த ஆன்னுலார் டையாப்ரம் பொருளை ஒளிஊடுறுவும் ஒளியைக் குறுகிய கற்றையாக உண்டாக்க உதவிச்செய்கிறது.

ii. பேஸ்– தட்டு (விளிம்பு விளைவு தட்டு– Diffraction plate அல்லது கட்டம் பின்தங்கின் தட்டு– Phase retardation plate)

இந்த தட்டு பொருளருகு வில்லையின் பின் குவியத் தளத்தில் (Focal plane) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த கட்டத் தட்டு இரண்டு பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. அதில் ஒரு பகுதி ஒளி பின்தங்கல் பொருளால் பூசப்பட்டும் (மெக்னீசியம் ஃபுரைடு) வேறு பகுதி ஒளி பின்தங்கள் பொருளால் பூசப்படாமலும் இருக்கும். ஆனால் அப்பகுதி ஒளியை உட்கிரகிக்கலாம். இந்த தட்டு படுஒளியின் (incident light) கட்டத்தை (Phase) குறைக்கிறது (படம் 2.2).

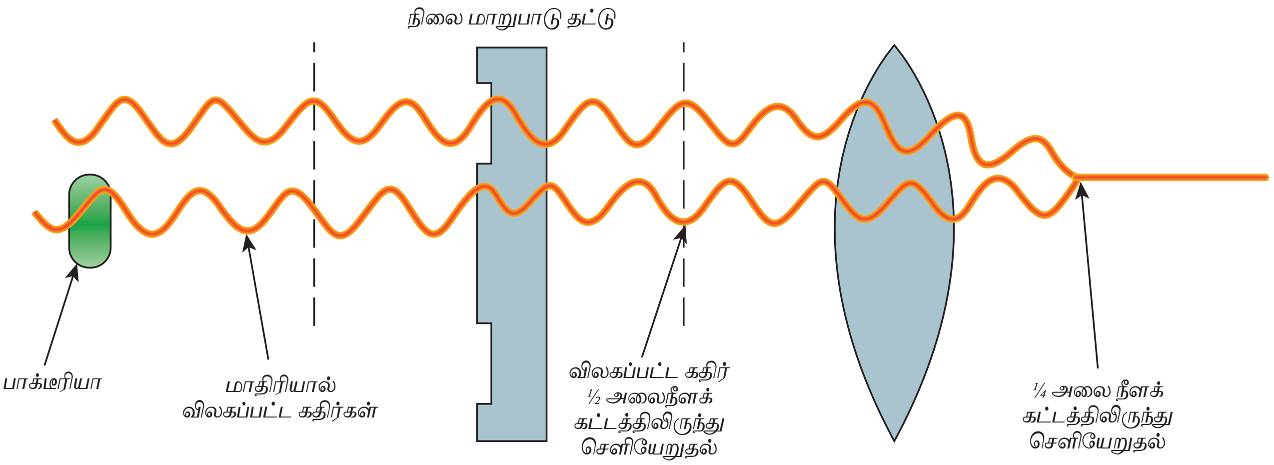
2.1.3 பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியியலின் செயல் இயங்கமைப்பு

சாதாரணமான நுண்ணோக்கி சாயமேற்றப்படாத செல்களில் வேறுபாட்டை உண்டாக்க முடிவதில்லை. ஆயினும், சாயமேற்றப்படாத செல்லினுள் புகும் ஒளியானது, செல்லின் வெவ்வேறு ஒளிவிலகல் எண் மற்றும் அடர்த்தி கொண்ட பகுதிகளை எதிர்கொள்கிறது. அதிக ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட பகுதிக்கு ஒளி கற்றை கடந்து செல்லுகையில், அதன் இயல்பான பாதையை விட்டு விலகிச்செல்கிறது. இவ்வகையான ஒளி கதிர்கள் கட்டம் மாற்றம் அல்லது கட்டம் ஒடுக்கத்தை எதிர்கொள்கிறது. குறைந்த ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட பகுதிக்கு ஒளி கற்றை கடந்து செல்லுகையில், அதன் இயல்பான பாதையை விட்டு மாற்றம் அடையாமல், (விலகல் இல்லாமல்) இருக்கிறது. படம் 2.3–ல் பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியின் ஒளி பாதை காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

> **உயர் சிந்தனை கேள்விகள்**
>
> எவ்வாறு பிரைட் பீல்டு நுண்ணோக்கியிலி–ருந்து பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கி வேறுபடுகிறது?

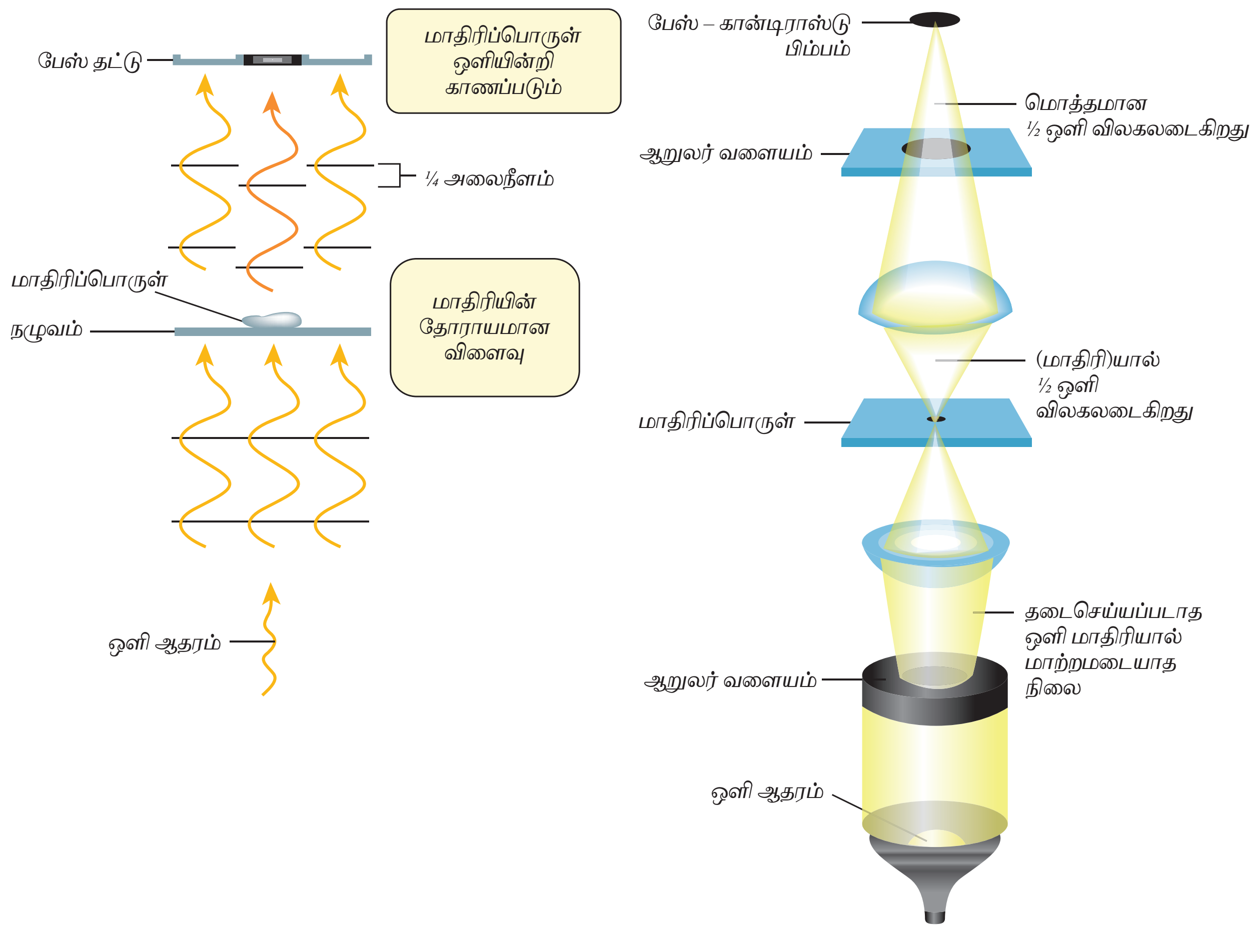
ஒடுக்கம் (மாறுபாடு அடைந்த) மற்றும் ஒடுக்கமற்ற (மாறுபாடு அடையாத) ஒளி கற்றைக்கு இடையே உள்ள கட்டம் வேறுபாடானது இயல்பான ஒளி கற்றையின் அலைநீளத்தின் 1/4 ஆகும். ஒளியின் நுண்ணிய கட்ட மாற்றங்களை மனித கண்களால் கண்டறிய முடியாது. பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கி தனித்ததன்மையான பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது. அவை, ஆன்னுலார் டையாப்ரம் மற்றும் பேஸ் தட்டாகும். இவை நுண்ணிய கட்ட(பேஸ்) மாறுபாடுகளை ஒளிர்வு மாறுபாடுகளாக மாறசெய்கிறது. அதனால் இறுதி பிம்பத்தில் உள்ள மாறுபாடுகளின் வேறுபாடுகளை உருவாக்கப்படுலாம். இந்த வேறுபட்ட மாறுபாடுகளை எளிதாக மனித கண்களால் கண்டறிய முடியும்.

பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியில், மாறுபாட்டை பெற விளிம்புவிளைவு அலைகளை (diffracted rays) நேரடி அலைகளில் இருந்து பிரித்து எடுக்கப்படவேண்டும். இந்த பிரித்தெடுத்தலை அடிமேடை ஆன்னுலார் டையாப்ரம் செய்கிறது.



படம் 2.2: பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியில் பேஸ் தட்டு உண்டாக்கும் கான்ட்ராஸ்ட் வேறுபாடு

TN_GOVT_XII_Micro_Biology_TAMIL_CH02.indd 12 2/14/2020 4:35:12 PM



படம் 2.3: பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியின் ஒளியியல் பாதை

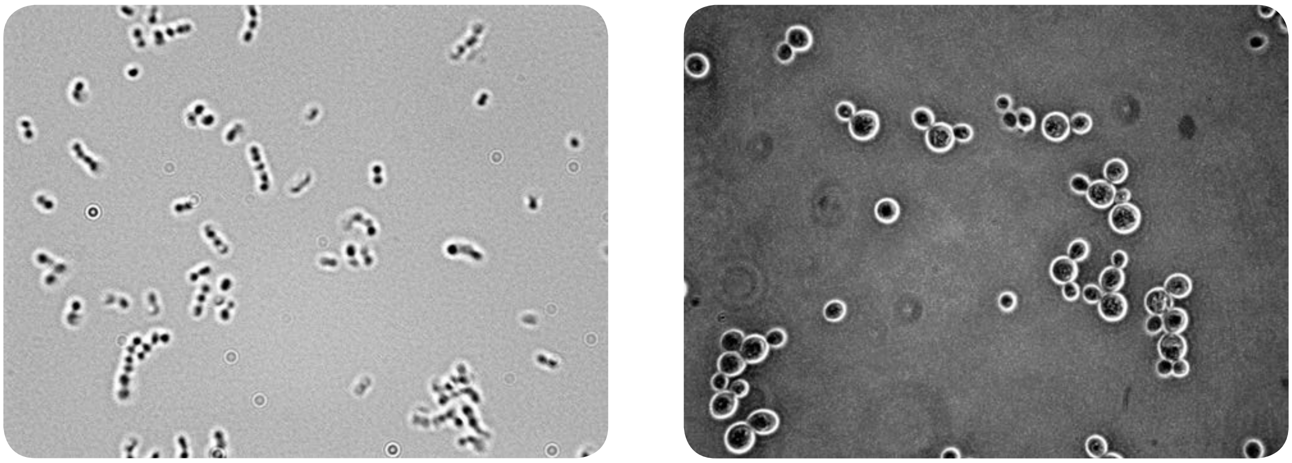
ஆன்னுலார் டையாப்ரம் ஒளியின் உள்ளீடு கூம்பினைக் கொண்டு மாதிரி பொருளை ஒளிரச்செய்கிறது. சில கற்றைகள் (நேரடி கற்றைகள்) மாதிரி பொருளின் மெல்லியப் பகுதியைக் கடந்து செல்லுகையில், மாறுபாடு ஏதும் அடையாமல், நேரடியாக பொருளருகு வில்லைனுள் நுழைகின்றன. மாதிரிபொருளின் அடர்வான பகுதியை கடந்து செல்லும் ஒளி கற்றை மாறுபாடு அடையாத கற்றைகளை விட தாமதமான கட்டத்தை கொண்டு நுழைகிறது. மாறுபாடு அடைந்த மற்றும் மாறுபாடு அடையாத இரண்டு ஒளியும், இறுதி பிம்பத்தை உருவாக்க பொளருகுகின் பின் குவிய தளத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள பேஸ் தட்டினைக் கடந்து செல்ல வேண்டும் (படம் 2.4).

கட்டத்தில் உண்டாகும் வேறுபாடே, தெளிந்து புலப்படும் பொருளின் தன்மைக்கான மாறுபாட்டை வழங்குகிறது. படம் 2.4 ஆனது பேஸ் மற்றும் பிரைட் பீல்டு நுண்ணோக்கிகளின் நுண்மையான பிம்பங்களை ஒப்பீடு செய்துள்ளது.

2.1.4 பயன்பாடுகள்

- ❖ சாயமேற்றப்படாத உயிருள்ள செல்களைப் பார்க்க பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கி உதவிபுரிகிறது.
- ❖ இது அதிக ஒளி ஊடுருவும் பொருள்களை மிக தெளிவாக பார்க்க தயார் செய்கிறது.
- ❖ உயிருள்ள செல்களின் பல்வேறு பகுதிகளை அதிக தெளிவுத்திறனில் கூர்ந்து ஆராயப் பயன்படுகிறது.
- ❖ இது செல் பகுப்பு போன்ற செல்லின் நிகழ்வுகளை அறிய துணைசெய்கிறது.
- ❖ இது அனைத்து வகையான செல்லுலார் இயக்கங்களான குரோமோசோமல் மற்றும் கசையிழை இயக்கங்களை காண்பதற்கு பயன்படுகிறது.

TN_GOVT_XII_Micro_Biology_TAMIL_CH02.indd 13 2/14/2020 4:35:13 PM



படம் 2.4: (அ) பிரைட் பீல்டு நுண்ணோக்கியில் சாக்ரோமைசிஸ் (ஆ) பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியில் சாக்ரோமைசிஸ்

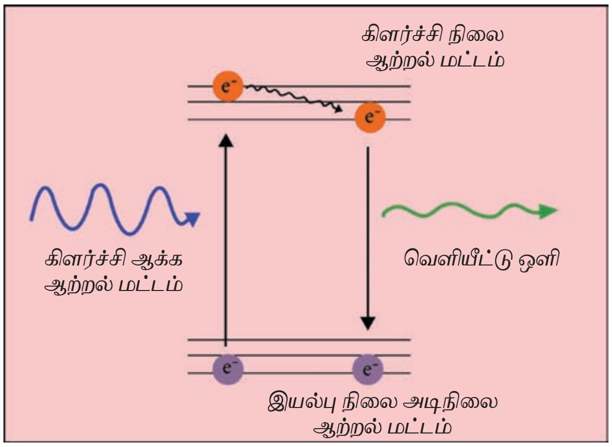
2.2 புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி

புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி என்பது ஒளி நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்கம் தன்மையுடன் புளோரசன்ஸின் காட்சிபடுத்தலை ஒருங்கிணைத்த மிகவும் திறன்வாய்ந்த பகுத்து ஆராய்கிற நுண்ணோக்கியாகும்.

புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கியானது ஒரு வகையான ஒளி நுண்ணோக்கியாகும். இதில் மாதிரிப்பொருளை (Specimen) ஒளிரச்செய்ய கண்களுக்கு புலப்படக்கூடிய ஒளியை பயன்படுத்துவதற்கு பதிலாக அதிக திண்ணம் (குறைந்த அலைநீளம்) கொண்ட ஒளி ஆதாரத்தினைப் பயன்படுத்துகிறது. இது புளோரசன்ஸ் மூலக்கூறுகள் என கூறுப்படும். புளோரோபோரினை தூண்டப்படுவதால் உண்டாக்கப்படுகிறது. (புளோரோகுரோம் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது).

புளோரோபோர் பொருள்கள் ஒளியை குறிப்பிட்ட அலைநீளத்தில் உட்கிரகித்து, பின் ஒளியை அதிக அலைநீளத்தில் வெளியிடும் நிகழ்வே புளோரசன்ஸிஸ் ஆகும். ஆகையால் புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி ஒளி நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்கம் பண்புகளுடன், புளோரசன்ஸ் தொழில் நுட்பத்தை ஒன்று இணைக்கிறது.

புளோரோபோர், போட்டான்களை உட்கிரகித்து எலக்ட்ரான்களை அதிக ஆற்றல் நிலைக்கு (கிளர்ச்சியுற்ற நிலை) இடம்பெயர வழிசெய்கிறது. அவ்வாறு கிளர்ச்சியுற்ற எலக்ட்ரான்கள் அதன் ஆற்றலை இழந்த, கீழ்தள நிலைக்கு (Ground state) திரும்புகையில் புளோரோபோர் ஒளியை அதிக அலைநீளத்தில் உமிழ்கிறது. (படம் 2.5) மூன்று



படம் 2.5: ஃபுளுரசன்ஸின் அடிப்படைத்தத்துவம்

தகவல் துளி

1852–ஆம் ஆண்டில் இங்கிலாந்து விஞ்ஞானி சர் ஜார்ஜ்.ஜி ஸ்டோக்ஸ் முதன் முதலில் புளோரசன்ஸை விவரித்தார். புறஊதாக்கதிர்கள் கிளர்ச்சியால் புளோரோபோர், ஒளிரச் செய்யப்பட்ட பொழுது அது சிவப்பு ஒளியை வெளிப்படுத்தியது என்பதைக் கண்டறிந்தார். புளோரசன்ஸ் வெளிப்படுத்துதல், எப்பொழுதும், கிளர்ச்சியுற்ற ஒளியின் அலைநீளத்தை காட்டிலும் நீளமான அலைநீளத்தில் நடந்தது என்பதை ஸ்டோக் குறித்து வைத்தார். இந்த நீளமான அலைநீளத்தை நோக்கிய நகர்வு, ஸ்டோக் நகர்வு என்று அறியப்படுகிறது.

பொதுவான புளோரோபோர்ஸ்கள் பயன்படுகிறது. அவை டைஅமிடினோ– பினையிஇன்டோல் (DAPI) (நிலம் உமிழ்வு) புளோரசென் ஐசோதையோ சைனேட் (FITC) (பச்சை உமிழ்வு) மற்றும் டெக்ஸாஸ் சிவப்பு (சிவப்பு உமிழ்வு) ஆகும்.

2.2.1 அடிப்படை தத்துவம்

ஒளி ஆதாரங்களான செனான் (Xenon) அல்லது மெர்க்குரி ஆர்க் விளக்கு, புற ஊதா முதல் அகச்சிவப்பு வரையிலானஅகன்றவரம்பில்உள்ளஅலைநீளத்தை கொண்ட ஒளிக்கதிர்கள் கிளர்ச்சியூட்டும் வடிகட்டியில் (கிளர்ச்சியூட்டும் அலைநீளத்தைத் தேர்வு செய்தல்) நேரடியாக செலுத்தப்படுகிறது. இந்த ஒளியானது மாதிரிப்பொருளை நோக்கி, சிறப்பு கண்ணாடி (dichroic mirror) என்று கூறப்படும் டைகுரோயிக் கண்ணாடி மூலம் பிரதிபலிக்கப்படுகிறது. இது ஒளியை கிளர்ச்சியூட்டும் அலைநீளத்தில் மட்டுமே பிரதிபலிக்கும்படி வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. பிரதி பலிக்குப்பட்ட ஒளியானது, பொருளுருகுகினுள் கடந்து புளோரசன்ட் மாதிரி பொருளின் மீது குவியப்படுகிறது. மாதிரிப் பொருளில் இருந்து வரும் உமிழ்வானது (Emissions), திரும்பி செல்லுகையில் அங்கே பிம்பத்தின் உருப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. பொருளருகு லென்ஸினுள் பின்பு டைகுரோயிக் கண்ணாடியிலும் ஊடுருவுகிறது.

இந்த ஒளி, தடை வடிகட்டியினால் மூலம் வடிகட்டுப்படுகிறது. இது உமிழ்வு அலைநீளத்தை தேர்வு செய்கிறது. ஆர்க் விளக்கில் இருந்து வரும் தேவை இல்லாத ஒளியையும், நுண்ணோக்கியின் உதிரிப்பாகங்களின் பிரதிபலிக்கப்படும் பிற ஒளிகளையும் இவ்வடிகட்டி வெளியேற்றுகிறது. ஒளி இறுதியாக, வடிகட்டப்பட்ட புளோரசன்ஸ் உமிழ்வு உணர்வி (detector) கருவிக்கு அனுப்பபடுகிறது. அங்கே பிம்பம் இலக்கமாக்கப் படலாம் (digitized).

2.2.2 புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கியின் பாகங்கள்

புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கியின் முக்கிய பாகங்கள், வழக்கமான ஒளி நுண்ணோக்கியை ஒத்து இருக்கிறது. ஆயினும், இரண்டு முக்கிய வேறுபாடுகள் உள்ளன. அவை, பயன்படுத்தப்படும் ஒளி ஆதாரம் மற்றும் தனிச்சிறப்பு வடிகட்டிகள் ஆகும் (படம் 2.6).

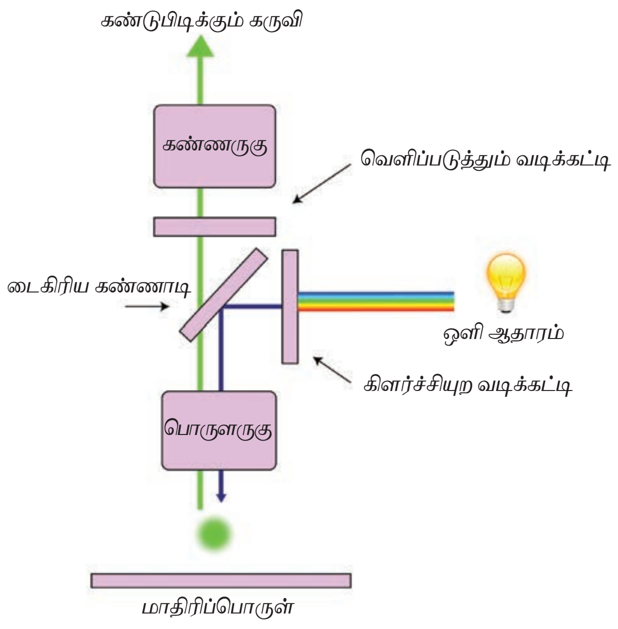
ஒளி ஆதாரம்

புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கிக்கு அதிக சக்திமிக்க ஒளி ஆதாரமான செனான் அல்லது மெர்க்குரி ஆர்க் விளக்கு தேவைப்படுகிறது. மற்ற மின்விளக்கின் ஒளியைக் காட்டிலும் மெர்க்குரி ஆர்க் விளக்கில் இருந்து வெளியேற்றப்படும் ஒளியானது 10–100 மடங்கு அதிக வெளிச்சமானது மற்றும் அகன்ற வரிசையில் அலைநீளங்களை புறஊதாக் கதிர்கள் தொடங்கி அகச்சிவப்பு கதிர்கள் வரை வழங்குகிறது. சிக்கலான புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி நுட்பங்களுக்கு லேசர் அல்லது அதிக ஆற்றல் கொண்ட ஒளி உமிழும் டையோடுகள் (LED) பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வடிகட்டும் கூறுகள்

ஒரு குறிப்பிட்ட புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி மூன்று வகையான வடிகட்டிகளைக் கொண்டுள்ளன. அவை கிளிரச்சி வடிக்கட்டி, உமிழ்வு வடிகட்டி மற்றும் டைகுரோயிக் கற்றை பிரிவு ஆகும்.

கிளர்ச்சி வடிகட்டி: இது புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கியின் ஒளியூட்டும் பாதையினுள் வைக்கப்படுகிறது. மாதிரி பொருளில் உள்ள புளோரோபோரின் கிளர்ச்சியூட்டும் அலைநீளத்தின் வரம்பு தவிர்த்து ஒளி ஆதாரத்தில் உள்ள அனைத்து அலைநீளங்களும் வடிகட்டுவதே இதன் குறிக்கோளாகும்.



படம் 2.6: புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கியின் பாகங்கள்

TN_GOVT_XII_Micro_Biology_TAMIL_CH02.indd 15 2/14/2020 4:35:15 PM

உமிழ்வு அல்லது உமிழ் வடிகட்டி: புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கியின், பிம்ப பாதையினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் நோக்கமானது அனைத்து கிளர்ச்சியூட்டும் வரம்பு அலைநீளத்தினை வடிகட்டுவதும் மற்றும் வகைமாதிரி அல்லது மாதிரிப் பொருளில் உள்ள புளோரோபோரின் உமிழ்வு வரம்பு அலைநீளத்தினை கடத்துவதும் ஆகும்.

டைகுரோயிக் வடிகட்டி அல்லது பிம்பம் பிரிவு கருவி: டைகுரோயிக் வடிகட்டி அல்லது பிம்பம் பிரிவு கருவியானது, கிளர்ச்சியூட்டும் வடிகட்டி மற்றும் உமிழ்வு வடிகட்டி இரண்டுக்கும் இடையில் 45° கோணத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் செயல்முறையானது, மாதிரி பொருளில் உள்ள புளோரோபோர் நோக்கி, கிளர்ச்சியூட்டும் அலைநீளத்தைப் பிரதிபலிக்கச் செய்வதும் உமிழ்வு அலைநீளத்தைக் கண்டறியும் உணர்வியை நோக்கி கடத்துவதும் ஆகும்.

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
> புளோரசன்ஸ் குளிர்ந்த ஒளி என்று கூறப்படுகின்றது. ஏனென்றால் இது வெப்ப ஆதாரம் போன்ற வெண்சுடர் வீசு எரிகிற ஒளி விளக்கில் இருந்த வருவதில்லை.

2.2.3 செயல் இயங்கமைப்பு (Working Mechanism)

உற்றுநோக்கப்பட வேண்டிய வகைமாதிரியைப் புளோரசன்ட் சாயம் கொண்டு சாயம் ஏற்றப்படுதல் அல்லது இணைக்கப்படவேண்டும். பிறகு மெர்க்குரி ஆர்க் விளக்கில் இருந்து வருகிற அதிக திண்ணமான புறஊதாக் ஒளியினால் அவை ஒளியூட்டப்படவேண்டும். ஒளியானது கிளர்ச்சி வடிகட்டியின் வழியாக செல்லுகிறது. இது நீல ஒளியை மட்டும் கடந்து செல்ல அனுமதிக்கிறது. பிறகு நீல ஒளியானது டைகுரோயிக் கண்ணாடியைச் சென்றடைகிறது. அது மாதிரி பொருளை நோக்கி கீழ் பிரதிபலிக்கப்படுகிறது. புளோரசன்ஸ் சாயத்தால் இணைக்கப்பட்ட மாதிரி பொருள் நீல ஒளியை உறிஞ்சுகிறது. (குறைந்த அலைநீளம் மற்றும் பச்சை ஒளியை உமிழ்கிறது). உமிழப்படும் பச்சை ஒளியானது மேல் நோக்கி நகர்ந்து டைகுரோயிக் கண்ணாடி வழியாக கடந்து செல்லுகிறது. நீல ஒளியை பின்னோக்கி பிரதிபலிக்க செய்து, பச்சை ஒளியை மட்டும் பொருளருகு லென்சின் உள்ளே செல்ல அனுமதிக்கிறது. பிறகு அது தடை வடிகட்டியை அடைகிறது. தடைவடிகட்டியானது, பச்சை ஒளியை மட்டும் அனுமதிக்கிறது. வடிகட்டப்பட்ட புளோரசன்ஸ் உமிழ்வு, உணர்வி கருவிக்கு அனுப்பப்படுகிறது. இங்கு பிம்பத்தினை இலக்கமாக்கப் படலாம் (படம் 2.7).

2.2.4 பயன்பாடுகள் (Applications)

- புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கியானது உயிர் மருத்துவ ஆராய்ச்சி மற்றும் மருத்துவ நோயியலில் மிகவும் சக்தி வாய்ந்த நுட்பமாக மாறிவிட்டது.
- புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி பலநிற சாயங்கள் செல்லுனுள் உள்ளே உள்ள அமைப்புகளை இணைத்தல் மற்றும் செல்களின் உடற்கூற்றினை நிலையினை அளவீடு செய்ய பயன்படுத்த அனுமதிக்கிறது.
- நிலக்கரித்துண்டின் இழையமைப்பு மற்றும் கட்டமைப்பு போன்றவற்றை உற்றுநோக்க உதவி செய்கிறது.
- மண்பாண்டத்தின் துளைகளை புளோரசன்ட் சாயம் பயன்படுத்தி அறியலாம்.
- மருத்துவ மாதிரியில் உள்ள மைக்கோபாக்டீரியம் டியூபர்குளோசிஸ் பாக்டீரியாவைக் கண்டறியலாம்.

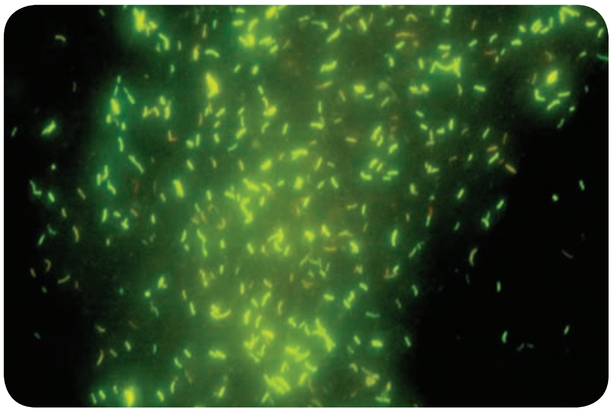
எபிஸ்கோபிக் புளோரசன்ஸ்

எபிஸ்கோபிக் புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கியில் கிளர்ச்சியூட்டும் ஒளியானது பொருளருகு லென்சின் வழியாக வகைமாதிரிக்கு மேலிருந்து வருகிறது. இதுவே தற்பொழுது அதிகம் பொதுவான புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி ஆகும்.

இந்த நுண்ணோக்கியில் பொருளருகு லென்சு, கன்டென்சர் மற்றும் பொருளருகுவாக செயல்படுகிறது. குவார்ட்ஸ் பொருளருகு லென்சுகள் ஆழமான புறஊதா கிளர்ச்சியூட்டத்திற்கு தேவைப்படுகிறது.

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
> 1924–ஆம் ஆண்டு டாக்டர் டீ. ப்ராய் என்னும் பிரஞ்சு நாட்டு விஞ்ஞானி எலக்ட்ரான் கற்றைகளைத் துரிதப்படுத்தபடும் பொழுது போது அவைகள் அலைகளை போன்றும் மற்றும் மூலக்கூறு மற்றும் அணுக்களை விட குறைந்த அலைநீளம் கொண்டவை எனபதை காண்பித்தார்.

TN_GOVT_XII_Micro_Biology_TAMIL_CH02.indd 16 2/14/2020 4:35:15 PM



படம் 2.7: (அ) புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி (ஆ) புளோரசன்ஸ் சாயத்தால் சாயமேற்றப்பட்ட டீயூபர்கள் பேசில்லை

அட்டவணை 2.1: ஒளி மற்றும் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிகளுக்கிடையே ஆன வேறுபாடு

வ. எண்	ஒளி நுண்ணோக்கி	எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி
1.	ஒளியூட்டும் ஆதாரம் ஒளி ஆகும்	ஒளியூட்டும் ஆதாரம் எலக்ட்ரான் கற்றை ஆகும்.
2.	வழக்கமாக நுண்ணோக்கியில் பார்க்கப்படும் பொருளை தயாரிக்க சில நிமிடங்களிலிருந்து சில மனிநேரம் ஆகும். உயிருள்ள அல்லது உயிறற்ற மாதிரிப் பொருளை காணலாம்	வழக்கமாக நுண்ணோக்கியினால் பார்க்கப்படும் பொருளை தயாரிக்க சில நாட்கள்வரை ஆகும். உயிறற்ற அல்லது உலர்ந்த மாதிரி பொருள்களை மட்டுமே பார்க்கமுடியும்.
3.	குவிப்பான், பொருளருகு, மற்றும் கண்ணருகு வில்லைகள் கண்ணாடியினால் தயாரிக்கப்பட்டவை	அனைத்து வில்லைகளும் மின்காந்த செயலுடையவை
4.	மாதிரிப் பொருள் சாயங்களால் சாயமேற்றப்படுகிறது	எலக்ட்ரான்களைப் பிரதிபலிக்கச் செய்ய மாதிரிப்பொருகள் கனத்த உலோகத்தினால் பூசப்படுகிறது.
5.	இது குறைந்த தெளிவுத்திறனை (0.25μm to 0.3μm) மற்றும் 500X–1500X உருப்பெருக்கத் திறனைக் கொண்டுள்ளது.	இது ஒளி நுண்ணோக்கியை விட ஏறத்தாழ 250 முறை அதிக தெளிவுத்திறன் (0.001μm) மற்றும் உருப்பெருக்க திறன் 1,00,000X விட அதிகமாக உள்ளது.
6.	வெற்றிடம் தேவையில்லை	இதன் செயல்முறைக்கு வெற்றிடம் இன்றியமையதானவாகும்.
7.	கண்ணருகு வில்லைவின் வழியாக பிம்பத்தை கண்களால் பார்க்க முடியும்.	பிம்பமானது புளோரசன்ஸ் திரை அல்லது ஒளிப்பட தட்டினில் தயாரிக்கப்படுகிறது.

2.3 எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி

செல்லுலார் கூறுகளான உட்கரு, பிளாஸ்மா சவ்வு மைட்டோகான்ரியா மற்றும் வேறுசில நுண்ணமைப்புகளைக் கூர்ந்தாராய 10000X உருப்பெருக்கம் தேவைப்படுகிறது. இதற்கு ஒளி நுண்ணோக்கினைப் பயன்படுத்துவதில் எந்தவொரு சாத்தியகூறும் இல்லை. ஒளி நுண்ணோக்கிகளை விட உயர் தெளிவு திறன் கொண்ட எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியினால் இது சாத்தியமாக்கப்படுகிறது. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியினால் அதிக உருப்பெருக்க திறன் பெறலாம்.

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில், பொருள்களை கூர்ந்தாராய ஒளிக்கு பதிலாக குவிந்த எலக்ட்ரான் கற்றை பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒளியியல் நுண்ணோக்கியில் பயன்படுத்தப்படும் 400–700nm அலைநீளம் காண்புறு ஒளியை ஒப்பிடுகையில் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் 0.001–0.01nm அலைநீளம் வரம்பில் உள்ள கதீர்வீச்சாக கருதப்படும் எலக்ட்ரான்கள் இவ்வகை நுண்ணோக்கியில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஒளியியல் நுண்ணோக்கிகள் அதிகபட்ச உருப்பெருக்கம் ஆற்றல் 1000X ஆகவும், 0.2μm தெளிவுதிறனையும் கொண்டுள்ளதை

ஒப்பிடுகைகளில் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் 1000000X முறை உருப்பெருக்க திறனையும், 0.2μm தெளிவு திறனையும் பெறலாம். எனவே, ஒளியியல் நுண்ணோக்கிகளை ஒப்பிடுகையில் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிகள் தெளிவான பிம்பம் மற்றும் அதிக விவரங்களை கொடுக்கிறது.

அட்டவணை 2.1 ஆனது எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியை ஒளி நுண்ணோக்கியிடம் இருந்து வேறுபடுத்தி காட்டுகிறது.

தகவல் துளி

2 வகையான புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கிகள் டியாஸ்கோபிக் புளோரசன்ஸ் மற்றும் எபிஸ்கோபிக் புளோரசன்ஸ் டியரிஸ்கோபிக் புளோரசன்ஸ் 1911–ஆம் ஆண்டு கே. ரெய்செர்ட் மற்றும் ஓ. ஹெய்ம்ஸ்டாட், தன்னிச்சையான புளோரசன்ட் மாதிரிகளை பயன்படுத்தி புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கியை விளக்கினார். முதன் வகையான புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி கடத்தப்பட்ட ஒளியைப் பயன்படுத்தியது. ஒளி பிராகசிக்கப்படும் ஆதாரத்திலிருந்து ஒளியானது முதலில் கிளர்ச்சியூட்டும் வடிகட்டி வழியாக மற்றும் அதனைத் தொடர்ந்து டார்க்பீல்ட் கன்டென்சர் வழியாக வகைமாதிரியில் ஊடுருவி செல்கிறது.

இது பிம்பத்தின் பக்க அமைப்பில் இருந்து அதிகப்படியான கிளர்ச்சியூட்டும் ஒளியை வெளியேற்றுகிறது.

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிகளின் வகைகள்

- டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (TEM)
- ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (SEM)
- ஸ்கேனிங் டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (STEM)

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியை 1931 ல் ஏர்னஸ்ட் ரஸ்கா மற்றும் மேக்ஸ் நால் எனும் இரண்டு ஜெர்மானியா ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டுபிடித்தனர். பின்பு அவர்களின் கண்டுபிடிப்பிற்காக 1986–ல் நோபல் பரிசை பெற்றனர். முதல் வகையாக வடிவமைக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியே ஆகும்.

2.3.1 அடிப்படை தத்துவம்

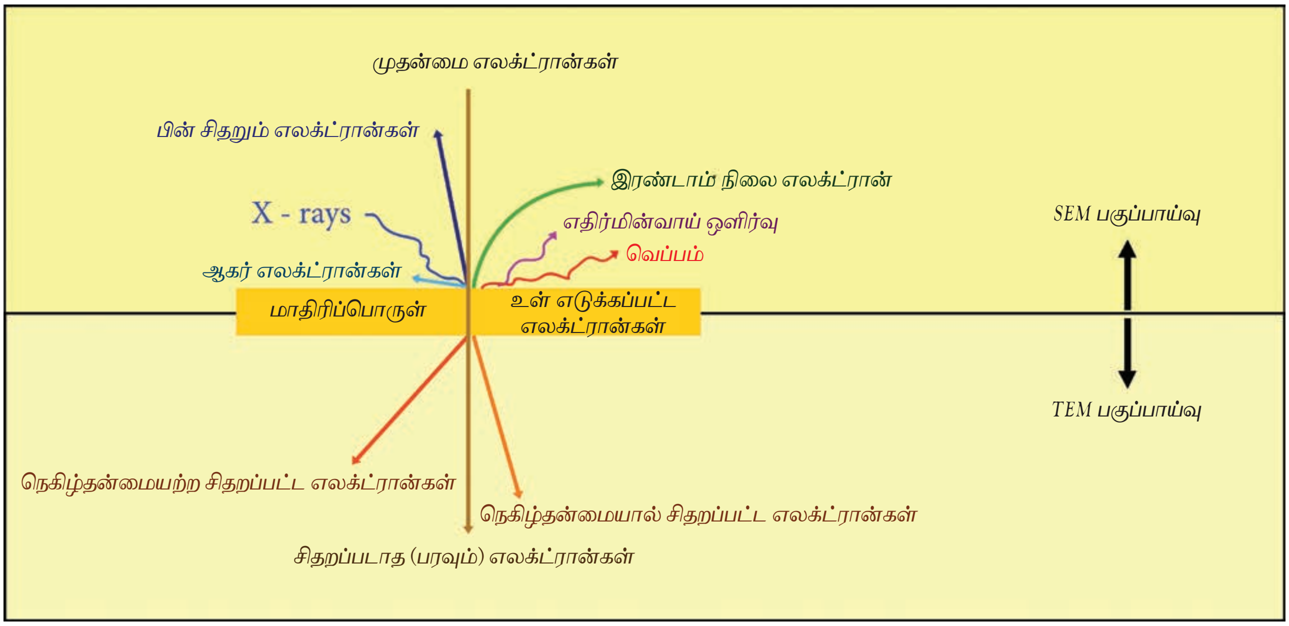
எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் அடிப்படையான தத்துவம், ஒளி நுண்ணோக்கியை ஒத்துள்ளது. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் ஒளிக்கு பதிலாக அதிக வேக எலக்ட்ரான் கற்றை பயன்படுத்தப்படுகிறது. எலக்ட்ரான் கன்னின் (Gun) எதிர்மின் (Cathode) மேற்பரப்பில் இருந்து எலக்ட்ரான்கள் உமிழப்படுகிறது. அவைகளை அதிக ஆற்றல் வாய்ந்த எலக்ட்ரான் கற்றைகளாக மாற்ற அதிக மின் அளவு கொண்டு நேர்மின்முனையை (anode) நோக்கி துரிதப்படுத்தப்படுகிறது. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் அனைத்து வில்லைகளும் மின்காந்த செயல் உடையவை. மின்னூட்டப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள், காந்தப்புலனுடனும் காந்த விசையுடனும் வினை செய்து எலக்ட்ரான் கற்றையை குவியச்செய்கிறது. கற்றையின் விட்டத்தையும் பொருளின் மேல்படுகிற எலக்ட்ரான் கற்றையின் குவியகோணத்தையும் குவிப்பான் வில்லை அமைப்பு கட்டுப்படுத்துகிறது.

கடந்து செல்லும் (Transmitted) கற்றையையோ அல்லது விளிம்பு விலக்க கற்றையையோ பயன்படுத்தி பிம்பம் உருவாக்கப்படுகிறது. புளோரசன்ட் திரை, ஒளிப்பட மென்படலம் அல்லது உணர்வி (sensor) போன்ற உருவரைவு கருவிகளின் மேல் உருபெருக்கமடைந்த பிம்பம் குவியப்படுகிறது.

மாதிரிப்பொருள் தயாரிப்பு

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் மாதிரிப்பொருள் தயாரிப்பு மிகவும் சிக்கலான மற்றும் திறமையுள்ள படியாகும். எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியினால் ஆய்வு செய்யகூடிய பொருள்களானது நன்கு பதப்படுத்தப்பட்டும்,பொருத்தப்பட்டும்,முழுமையான நீர் நீக்கப்பட்டும் மிக மெல்லியதாவும் இருத்தல் வேண்டும். பல்வேறு நுண் உறுப்புகளுக்கு இடையில் உள்ள கூர்மையான வேறுபாடுகளை அறிய பொருள்கள் கணத்த உலோகத்தினால் உட்புகுத்துகை செய்யப்படவேண்டும்.

பொருள் குளுட்டரால்டீஹைடு மற்றும் ஆஸ்மியம் டெட்ராஆக்ஸைடுயினால் நிலைபடுத்தப்பட்டு பாதுகாக்கப்படுகிறது.



படம் 2.8: எலக்ட்ரான் கற்றை மற்றும் மாதிரி இடையிலான தொடர்பு

நிலைப்படுத்தப்பட்டப் பொருள் நீர்நீக்கம் செய்தபின் நெகிழ்யில் (எப்பாக்ஸி ரெசினில் (epoxy resin) பதிக்கப்படுகிறது.

நுண்வெட்டுக்கருவின் (ultra–microtome) கண்ணாடி கூர்மென்கத்தி அல்லது வைரத்தின் உதவி கொண்டு பொருள்களாப்படுகிறது.

TEMயில் பொருள் எறத்தாழ 50–100nm அடர்வுக் கொண்ட மெல்லியப் பகுதிகளாக உள்ளது. இந்த கூறுகள் செம்பு சல்லடையின் மேல் வைக்கப்பட்டு காரீயம் அசிடேட் (Lead acetate), யூரனைல் அசிடேட் (Uranylacetate), பாஸ்போ டங்ஸ்டேட் (phospho tungstate) போன்ற எலக்ட்ரான் அடர்வுக் கொண்ட பொருள்களில் வெளிப்படுத்தப் படுகிறது. SEM–யில் மதிரிப்பொருட்கள் நேரடியாக பிம்பாக்கப்பட அலுமினியம் அடித்தக்கட்டையின் மேல் பொருத்தப்படுகிறது.

எலக்டரான் மாதிரிப்பொருள்களின் இடைவினைகள்

எலக்ட்ரான் கற்றை மாதிரிப்பொருளுடன் இடைவினை செய்யும்போது வெவ்வேறு வகைகளான எலக்ட்ரான்கள் உருவாகின்றன. அவை மீள்தக சிதறலான எலக்ட்ரான்கள் (Inelastic), மீள்தகவற்ற சிதறலான எலக்ட்ரான்கள், இரண்டாம்நிலை எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் எதிர்சிதறப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் ஆகும். பெரும்பாலும் அனைத்து வகையான எலக்ட்ரான் இடைவினைகளை பயன்படுத்தி மாதிரிப்பொருளின் அனைத்து தகவல்களையும் பெறமுடியலாம். கதிர்வீச்சின் அல்லது உமிழ்ந்த எலக்ட்ரான்களின் வகையை சார்ந்து மாதிரியின் வேறுபட்ட பண்புகளான இடவமைப்பு (topography) மூலப்பொருளின் கூட்டமைப்புகளை முடிவு செய்யலாம்.

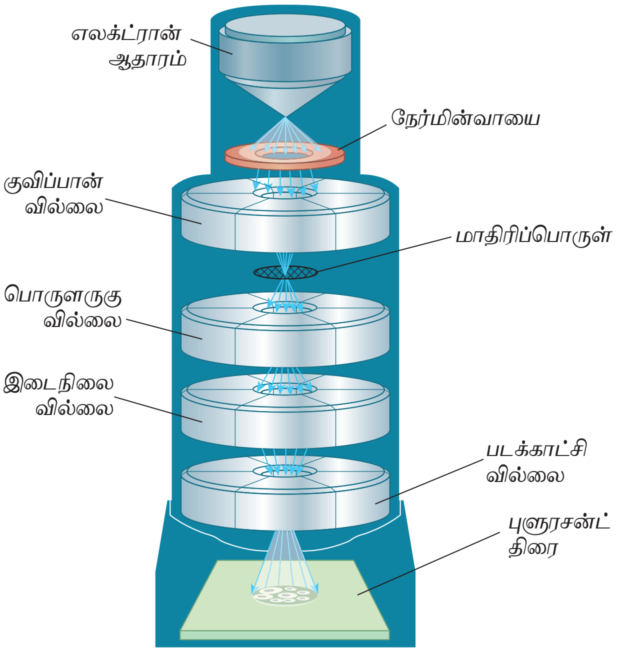
பின்வரும் படம் 2.8–ல் எலக்ட்ரான் கற்றை பொருளின் இடைவினைகள் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

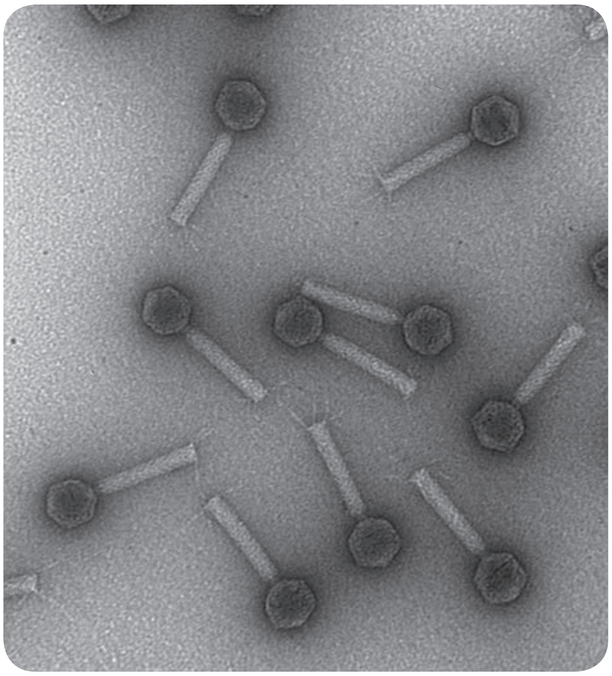
டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில், எலக்ட்ரான் கற்றை மெல்லிய மாதிரி பொருளினுள் கடந்து செல்லுகையில் பொருளுடன் இடைவினை செய்கிறது. கடந்து செல்லும் சிதறாத எலக்ட்ரான்கள் மாதிரிப்பொருளின் உள்ளே சென்று இடைவினை செய்வதால் பிம்பம் உருவாகிறது.

ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் உயிரியல் மாதிரிகள் இடவமைப்பின் மேற்பரப்பினை பிம்பமாக்க முக்கியமாக இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எலக்ட்ரான் கற்றை, மாதிரிப் பொருளுடன் இடைவினை செய்வதினால் உண்டாகும் இரண்டாம் நிலை மற்றும் எதிர்சிதறப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் தரமான SEM கருவிகளை கொண்டு கண்டறியப்படுகின்றன.

2.3.2 TEM யின் செயல் இயங்கமைப்பு மற்றும் உபகரணயியல்

வழக்கமான ஒளி நுண்ணோக்கியைப் போன்று TEM–யின் ஒளியியல் அமைந்துள்ளது. பின்வரும்





படம் 2.9: (அ) TEM (ஆ) TEM–வின் பாகங்கள் இ) TEM–யினால் உண்டாக்கப்பட்ட பிம்பம்

பாகங்களை டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி கொண்டுள்ளது. அவை

1. எலக்ட்ரான் கன் ((electron Gun)
2. குவிப்பான் வில்லை
3. மாதிரிபொருளின் மேடை
4. பொருளருகு வில்லை மற்றும் ஒளி எறிவு வில்லை (Projector lens)
5. திரை/ஒளிப்பட மென்படலம்/CCD ஒளிப்படக்கருவி (Charged coupled device)

அதிக மின்அளவு மின்னோட்டத்தை (50,000–100,000 வோல்ட்) பெற்றவுடன் எலக்ட்ரான் கன் கொண்டுள்ள டங்ஸ்டன் இழை அல்லது எதிர்மின் (cathode) பொருள், எலக்ட்ரான்களை உமிழ்கின்றது. எலக்ட்ரான் ஆதாரம் (Cathode) மற்றும் நேர்மின்முனை தட்டிற்கும் இடையிலே இருக்கும் அதிக மின்அளவானது நிலைமின் புலத்தை ஏற்படுத்தி அதன் வழியினுள் செல்லும் எலக்ட்ரான்கள் துரிதப்படுத்தப்படுகின்றன.

வெற்றிடம் உள்ள நுண்ணோக்கியின் தூண் கட்டமைப்பினுள் உமிழப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் கடந்து செய்கின்றன.

வாயுக்களால் சிதறடிக்கப்படும் வலுவான எலக்ட்ரான்களை தடுப்பதற்கு வெற்றிடம் மிக அவசியமாகும். எலக்ட்ரான்களை மின்காந்த செயல் குவிப்பான் வில்லைகள் மிக மெல்லிய கற்றையாகக் குவியச்செய்கிறது. பின்னர் எலக்ட்ரான் கற்றை மாதிரிப் பொருளினுள் சென்று பிறகு மின்காந்த செயல் பொருளருகு வில்லையின் உள் செல்கின்றன. டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் மாதிரி பொருளானது நுண்ணோக்கியின் தூண் கட்டமைப்பின் நடுவில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

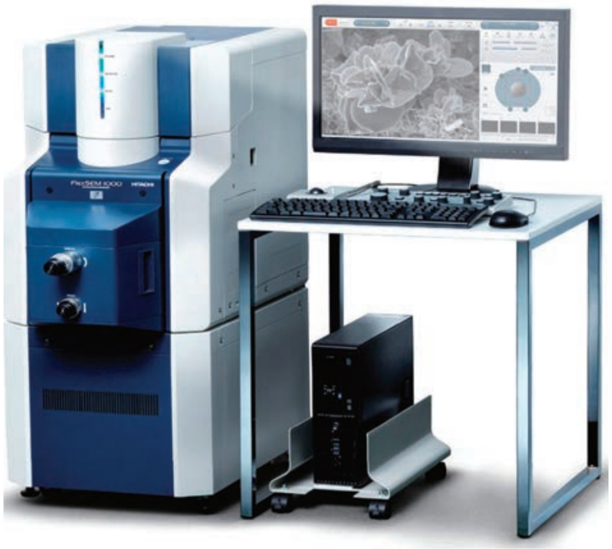
சிதறடிக்கப்படாத எலக்ட்ரான்கள் மாதிரிப் பொருளின் வெவ்வேறு பகுதிகளின் அடர்த்தியை பொருத்து பலதரப்பட்ட கருமை நிறத்தை நுண்ணோக்கியின் கீழ் புளோரசன்ட் திரையில் காண்பிக்கிறது.

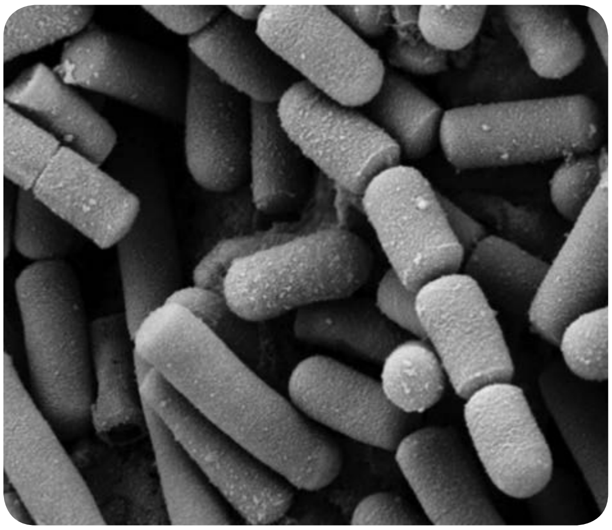
சிதறடிக்கப்படாத எலக்ட்ரான்கள் மாதிரிப் பொருளின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் அடர்த்தியைப் பொருத்து பலதரப்பட்ட கருமை நிற பிம்பத்தை நுண்ணோக்கியின் கீழ் உள்ள புளோரசன்ட் திரையில் காண்பிக்கிறது.

நேரடியான, ஒளிப்படமாக்கப்பட்ட அல்லது இலக்கமுறை பதிவேற்றப்பட்ட பிம்பத்தை ஆய்வுசெய்யலாம். படம் 2.9–ல் TEM வின் பாகங்களின் அமைப்பை காண்பிக்கிறது.

TEM யை பயன்படுத்துவதால் கீழ்காணும் தகவல்கள் பெறப்படுகின்றன. அவை,

- இடவமைப்பு: மேற்புறத்தின் அமைப்பு திசுக் கட்டமைப்பு
- புறவடிவமைப்பு: துண்டுப் பொருள்களின் வடிவம் மற்றும் அளவு



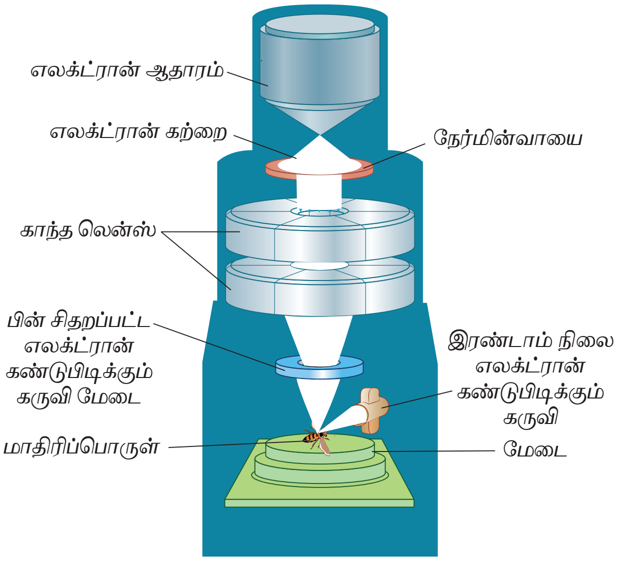


படம் 2.10: (அ) ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (ஆ) SEM யின் பாகங்கள் (இ) SEM யில் காணப்படும் பிம்பம்

- அணுக்களின் ⟵ படிக அமைப்பு
- கூட்டுப்பொருள் தனிமங்கள் மற்றும் அதன் சார்பு அளவுகள் படம் 2.9 (அ) TEM (ஆ) TEM–வின் பாகங்கள் இ) TEM–யினால் உண்டாக்கப்பட்ட பிம்பம்.

2.3.3 SEM யின் செயல் இயங்கமைப்பு மற்றும் உபகரணயியல்

1935–ல் நால் என்பவர் முதன் முதலில் SEM–ஐ கட்டமைத்தார். இது செல்கள், திசுக்கள் அல்லது துகள்களின் மேற்பரப்பின் முப்பரிமாண பிம்பத்தை ஆய்வுசெய்ய பயன்படுத்தப்படுகிறது. மாதிரிப் பொருள்களைக் கூறுகளாக்காமல் அதன் மேற்பரப்பை பார்க்க SEM அனுமதிக்கிறது. முதலில் மாதிரிப் பொருள்கள் திரவ ப்ரோபேனினால்



–180°C–ல் நிலைநிறுத்தப்பட்ட பின், ஆல்கஹால் கொண்டு –70°Cல் நீர்நீக்கம் செய்யப்படுகிறது. உலர்த்தப்பட்ட மாதிரிப் பொருள்கள் பின்பு பிளாட்டினம் அல்லது தங்கம் போன்ற கனத்த உலோகத்தைக் கொண்டு மெல்லிய படலமாக பூசப்படுகிறது வெற்றிடத்தில் நீர் ஆவியாக்கப்படுவதினால்,எலக்ட்ரான்களைப் பிரதிபலிக்கும் மேற்பரப்பு வழங்கப்படுகிறது.

SEM–யில்மாதிரிப்பொருள்நுண்ணோக்கியின் தூண் கட்டமைப்பின் அடிப்பகுதியில் வைக்கப்படுகிறது மற்றும் சிதறப்பட்ட எலக்ட்ரான் எதிர் சிதறடிக்கப்பட்ட அல்லது இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான் உணர்வியை (electron detectors) கொண்டு பிணைக்கப்படுகிறது.

அட்டவணை 2.2: SEM மற்றும் TEM மிற்கு இடையே உள்ள வேறுபாடு

வ. எண்	பண்புகள்	SEM	TEM
1.	எலக்ட்ரான் வகைகள்	மாதிரிப் பொருளின் மேற்பறப்பில் இருந்து உமிழப்பட்ட சிதறப்பட்ட எலக்ட்ரான்காளை சார்ந்துள்ளது.	இது கடந்து செல்லும் எலக்ட்ரான்களை சார்ந்துள்ளது.
2.	மாதிரிப்பொருள் தயாரிப்பு	மாதிரிப்பொருள் எந்த அடர்விலும் இருக்கலாம். அது பிளாட்டினம் அல்லது தங்கம் போன்ற கனத்த உலோகத்தைக் கொண்டு மெல்லியப் படலமாக பூசப்படுகிறது. பின்பு அலுமினியம் அடிக்கட்டையின் மேல் பொருத்தப்படுகிறது.	மாதிரிப்பொருள் தயாரிப்பிற்கு கடின உழைப்பு தேவை. மாதிரிப் பொருளை மெல்லிய கூறுகளாக செய்வதினால் எலக்ட்ரான் அதனுல் செல்ல ஏதுவாக உள்ளது. பின்பு அது TEM சல்லடையின் மேல் வைக்கப் படுகிறது.
3.	தெளிவு திறன்	20nm வரை தெளிவுதிறன் உடையது	SEM யை காட்டிலும் TEM அதிக தெளிவு திறன் கொண்டது. 1nm இடைவேளை அளவு அருகில் உள்ள இருவேறு பொருளை தெளிவாக்கும்
4.	உருபெருக்கத்திறன்	SEM யின் உருப்பெருக்கத்திறன் 100,000X வரை ஆகும்.	TEM யின் உருப்பெருக்கத்திறன் 5,000,000X வரை ஆகும்.
5.	பிம்பம் உருவாதல்	SEM முப்பரிமாண பிம்பத்தை அளிக்கிறது. இரண்டாம் நிலை அல்லது எதிர்சிதறப்பட்ட எலக்ட்ரான்களை பெற்று, கண்டறியப்பட்டு கணிப்பொறி திரையில் காட்சியாக்கப்படுகிறது.	TEM 2-பரிமாண பிம்பத்தை அளிக்கிறது. கடந்து செல்லும் எலக்ட்ரான்கள் புளோரசன்ட் திரையில் மோதுவதால் நிழல் பிம்பம் உருவாக்கப்படுகிறது. TEM வை இயக்குபவர் அல்லது ஒளிப்படக்கருவியை கொண்டு எடுக்கப்பட்ட ஒளிப்படத்தினால் நேரடியாகப் பிம்பத்தை ஆராயலாம்.
6.	பயன்பாடு	இடவமைப்பு மற்றும் மாதிரிப்பொருளின் உள்ள அணுக்களின் கூட்டமைப்பை பற்றி படிக்க SEM பயன்படுகிறது.	செயலின் உள்அமைப்பு, புரத மூலக்கூறின் அமைப்பு,வைரஸில் உள்ள மூலக் கூறுகளின் அமைப்பு, செல் சவ்வில் உள்ள உயிரணுக்கூட்டின் இழைகள் மற்றும் புரத மூலக்கூறின் சீரமைப்பு படிக்க TEM பயன்படுகிறது.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

ஃப்போல்டோஸ்கோப்– ஆரிகேமி அடிப்படையில் காகித நுண்ணோக்கி காகிததாள்மற்றும்வில்லை போன்ற எளியப் பொருள்களைக் கொண்டு ஒன்று சேர்ப்பதில் ஃப்போல்டோஸ்கோப் எனும் ஒளியியல் நுண்ணோக்கி உருவாக்கப்படுகிறது மனுபிரகாஷ் என்னும் இந்தியரால் இது உருவாக்கப்பட்டது. இது பின்வரும் பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது. வில்லை மேடை, மாதிரிப் பொருள் மேடை, நகர்த்தல் வழகாட்டி, சாய்வுமேடை, வில்லை மற்றும் கிண்ணக்குழி (Cuppler). இது 140X இருந்து அதிகபட்சமாக 2400X உருப்பெருக்க திறன் கொண்டது.

SEM யில் பல மின்காந்த வில்லைகள் உள்ளன. அதில் குவிப்பான் மற்றும் ஒரு பொருளருகு வில்லையும் அடங்கும். TEM வை போன்று நேரடியாக பிம்பம் உருவாக்காமல், மின்காந்த வில்லைகள் எலக்ட்ரான் புரோபை (Probe) உருவாக்குகிறது. இரண்டு குவிப்பான் வில்லைகள் எலக்ட்ரான் கற்றையின் குறுக்குப் புள்ளி விட்டத்தை குறைகின்றன.

பொருளருகு வில்லையும் கூடுதலாக எலக்ட்ரான் கற்றையின் குறுக்குப் புள்ளியை குறைக்கிறது. மேலும் எலக்ட்ரான் கற்றை புரோபை போல் மாதிரிப் பொருளின் மேற்பரப்பில் குவியச்செய்கிறது. (படம் 2.10) இவ்வாறு பொருளருகு வில்லை, குவிப்பானைப் போன்று செயல்படுகிறது. இதற்கு மாறாக TEM யில் பொருளருகு வில்லை உருபெருக்கும் செய்கிறது. அட்டவணை 2.2–ல் SEM TEM மிற்குமான முக்கியமான வேறுபாடுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பெரும்பாலான X–கதிர் அலைமாலையைக் கண்டறிந்து மற்றும் காட்சிப்படுத்த ஆற்றல் பிரிகை நிறமாலை மானி (Energy dispersive Spectrometer–EDS) என்னும் உணர்வி அமைப்பு SEM யில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. உணர்வி கருவி சாதாரணமாக சிலிக்கான் அல்லது ஜெர்மேனியம் போன்ற குறை கடத்திகளை கொண்டுள்ளது.

ஸ்கேனிங் டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (STEM) ஸ்கேனிங் மற்றும் டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிகளின் அடிப்படைத் தத்துவத்தை இணைத்து செயல்படுகிறது. இது இரண்டில் ஏதேனும் ஒரு வகையாக செயல்படுத்தலாம். TEM போன்றே STEM மும் மிக மெல்லிய மாதிரிப் பொருள்கள் தேவைப்படுகிறது. மேலும் மாதிரிப்பொருள்கள் எலக்ட்ரான்களைக் கடந்து செல்ல வைக்கிறது.

இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான்கள், சிதறடிக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் கற்றை X–கதிர்கள் மற்றும் எலக்ட்ரான்கள் ஆற்றல் இழப்பு போன்ற சமிக்ஞைகள் TEM–ல் தொடர்புடையதாகவில்லை. இவ்வகை சமிக்ஞைகளை இயலச் செய்வதே STEM கொண்டுள்ள முக்கியமான அனுகூலமாகும்.

சுருக்கம்

கண்களால் பார்க்க முடியாத மிகவும் சிறிய பொருள்கள் அல்லது மருத்துவ மாதிரிகளை, உருபெருக்கப்பட்ட காட்சியாக அல்லது ஒளிப்பட பிமங்களான உருவாக்கும். தனித்தன்மையாக வடிவமைக்கப்பட்ட ஒளியில் கருவி நுண்ணோக்கியாகும்.

பிரிட்ஸ் சர்னிக் எனும் டச்சு இயற்பியளாலர், பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கியை கண்டுப்பிடித்தார். இக்கண்டுப்பிடிப்பிற்கு 1953–ஆம் ஆண்டில் அவருக்கு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. இந்த நுண்ணோக்கி உயிருள்ள செல்லை உற்று நோக்க வழிவகுக்கிறது.

சாதாரணமான நுண்ணோக்கி சாயமேற்றப்படாத செல்களில் வேறுபாட்டை உண்டாக்க முடிவதில்லை. ஆயினும், சாயமேற்றப்படாத செல்லினுள் புகும் ஒளியானது. செல்லின் வெவ்வேறு ஒளிவிலகல் எண் மற்றும் அடர்த்தி கொண்ட பகுதிகளை எதிர்கொள்கிறது. அதிக ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட பகுதிக்கு ஒளி கற்றை கடந்து செல்லுகையில், அதன் இயல்பான பாதையை விட்டு விலகிச்செல்கிறது. இவ்வகையான ஒளி கதிர்கள் கட்டம் மாற்றம் அல்லது கட்டம் ஒடுக்கத்தை எதிர்கொள்கிறது. குறைந்த ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட பகுதிக்கு ஒளி கற்றை கடந்து செல்லுகையில், அதன் இயல்பான பாதையை விட்டு மாற்றம் அடையாமல், (விலகல் இல்லாமல்) இருக்கிறது.

புளோரசன்ஸ் நுண்ணோக்கி என்பது மிகவும் திறன்வாய்ந்த பகுத்து ஆராய்கிற நுண்ணோக்கியாகும். இது ஒளி நுண்ணோக்கியின் உருப்பெருக்கம்

TN_GOVT_XII_Micro_Biology_TAMIL_CH02.indd 23 2/14/2020 4:35:18 PM

தன்மையுடன் புளோரசன்ஸின் காட்சிபடுத்தலை ஒருங்கிணைத்தது ஆகும்.

செல்லுலார் கூறுகளான உட்கரு, பிளாஸ்மா சவ்வு மைட்டோகான்ரியா மற்றும் வேறுசில நுண்அமைப்புகளை கூர்ந்தாராய 10000X உருப்பெருக்கம் தேவைப்படுகிறது. இதற்கு ஒளி நுண்ணோக்கினைப் பயன்படுத்துவதில் எந்தவொரு சாத்தியகூறும் இல்லை. ஒளி நுண்ணோக்கிகளை விட உயர் தெளிவு திறன் கொண்ட எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியினால் இது சாத்தியமாக்கப்படுகிறது. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியினால் அதிக உருப்பெருக்க திறன் பெறலாம்.

கடத்து செல்லும் (Transmitted) கற்றையையோ விளிம்பு விலக்க கற்றையையோ பயன்படுத்தி பிம்பம் உருவாக்கப்படுகிறது. புளோரசன்ட்டு திரை, ஒளிப்பட மென்படலம் அல்லது உணர்வி (sensor) போன்ற உருவரைவு கருவிகளின் மேல் உருபெருக்கமடைந்த பிம்பம் குவியப்படுகிறது.

1935–தில் நால் முதன் முதலில் SEM–ஐ கட்டமைத்தார். இது செல்கள். திசுக்கள் அல்லது துகள்களின் மேற்பரப்பின் முப்பரிமாண பிம்பத்தை ஆய்வுசெய்ய பயன்படுத்தப்படுகிறது. மாதிரி பொருள்களை கூறுகளாக்காமல் அதன் மேற்பரப்பை பார்க்க SEM அனுமதிக்கிறது. முதலில் மாதிரி பொருள்கள் திரவ ப்ரோபேனினால் $-180\,^{\circ}C$–ல் நிலைநிறுத்தப்பட்ட பின், ஆல்ஹால் கொண்டு $-70\,^{\circ}C$ல் நீர்நீக்கம் செய்யப்படுகிறது. உலர்த்தப்பட்ட மாதிரி பொருள்கள் பின்பு பிளாட்டினம் அல்லது தங்கம் போன்ற கனத்த உலோகத்தை கொண்டு மெல்லிய படலமாக பூசப்படுகிறது (இவ்வாறு செய்தால்) வெற்றிடத்தில் நீர் ஆவியாக்கப்படுவதினால்,எலக்ட்ரான்களை பிரதிபலிக்கும் மேற்பரப்பு வழங்கப்படுகிறது.

ஸ்கேனிங் டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (STERM) ஸ்கேனிங் மற்றும் டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிகளின் அடிப்படை தத்துவத்தை இணைத்து செயல்படுகிறது. இது இரண்டில் ஏதேனும் ஒரு வகையாக செயல்படுத்தலாம். TEM மை போன்றே STEM மும் மிக மெல்லிய மாதிரி பொருள்கள் தேவைப்படுகிறது. மேலும் மாதிரிப்பொருள்கள் எலக்ட்ரான்களை கடந்து செல்ல வைக்கிறது.

இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான்கள், சிதறடிக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் கற்றை X–கதிர்கள் மற்றும் எலக்ட்ரான்கள் ஆற்றல் இழப்பு போன்ற சமிக்ஞைகள் TEM–ல் தொடர்புடையதாகவில்லை. இவ்வகை சமிக்ஞைகளை இயலச் செய்வதே SEM கொண்டுள்ள முக்கியமான அனுகூலமாகும்.

சுய மதிப்பீடு

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுக்கவும்

TUT24K

1. பி.சி.எம் யாரால் கண்டுப்பிடிக்கப்பட்டது
   அ. ராபர்ட் கோச்
   ஆ. பிரிட்ஸ் ஸெர்னிக்
   இ. ஜியார்ஜ் ஸ்ட்ரோக்ஸ்
   ஈ. அலெக்ஸாண்டர் ப்ளெம்மிங்

2. பேஸ் கான்ட்ராஸ்ட் நுண்ணோக்கி மற்றும் பிரைட்பீல்ட் நுண்ணோக்கிக்கும் இடையே வேறுபாட்டை பாகம் (கூறுகள்)
   அ. பொருளருகு
   ஆ. நிலைத் தட்டு (பேஸ் பிளேட்டு)
   இ. கண்டென்சர்
   ஈ. கண்ணருகு

3. புற்றுக்கட்டிச் செல்களை எதன் வழி கண்டறிய இயலும்
   அ. PCM
   ஆ. BFM
   இ. ஒளிநுண்யோக்கி
   ஈ. எலக்ட்ரான் நுண்யோக்கி

4. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் எவ்வூடகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
   அ. காற்று ஆ. நீர்
   இ. வெற்றிடம் ஈ. ஒளி

5. ________________ என்பவை ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் முக்கியமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.
   அ. கடத்தப்படும எலக்ட்ரான்கள்
   ஆ. பிரைமரி எலக்ட்ரான்கள் (முதல்நிலை)
   இ. ஸகென்டர் எலக்ட்ரான்கள் (இரண்டாம் நிலை)
   ஈ. மீள்தன்மைகொண்டசிதறும்எலக்ட்ரான்கள்

TN_GOVT_XII_Micro_Biology_TAMIL_CH02.indd 24 2/14/2020 4:35:18 PM

6. ஸ்கேனிங் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் _________ முக்கியமாக பயன்படுத்தபடுகிறது.

அ. கடந்து செல்லும் எலக்ட்ரான்கள்

ஆ. முதன்மை எலக்ட்ரானகள்

இ. இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான்கள்

ஈ. மீள்தக சிதறலான எலக்ட்ரான்கன்

7. TEM இல் பயன்படுத்தப்படும் லென்ஸ் என்பது

அ. பொருளருகு லென்ஸ்கள்

ஆ. மின்காந்த லென்ஸ்கள்

இ. கண்ணாடி லென்ஸ்கள்

ஈ. கண்டன்ஸர் லென்ஸ்கள்

8. ____________________ என்பது ஃபுளுரஸன்ட் நுண்ணோக்கியில்மாதிரிகளைஒளிரச்செய்ய (ஒளியூட்ட. பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அ. மெர்குரி ஆர்க் விளக்கு

ஆ. சூரிய ஒளி

இ. டங்ஸ்டன் விளக்கு

ஈ. எல்.இ.டி

9. பின் வரும் இவற்றில் எவை மாதிரியின் முப்பரிமாண படத்தினை பெறுவதில், நமக்கு உதவுகின்றன.

அ. TEM

ஆ. SEM

இ. கூட்டு நுண்ணோக்கி

ஈ. எளிய நுண்ணோக்கி

10. ஃப்ளுருரசன்ட் நுண்ணோக்கியில்மாதிரியை காண்பதற்கு சாயமேற்ற பயன்படுத்தும்

அ. அக்ரிடின் சாயம்

ஆ. ரெளஸீரின்

இ. மெத்திலின் நீலம்

ஈ. புளுரோகுரோம்

பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடை தருக

1. பி.சி எம்மின் கொள்கை பற்றி எழுதுக
2. TEM இன் சிறப்பு அம்சங்கள் (கூறுகள்) பற்றி எழுதுக
3. புளுரசன்ட் நுண்ணோக்கியியலுக்கு பயன்படுத்தப்படும் சாயங்களைப் பட்டியலிடுக.
4. புளுரசன்ட் நுண்ணோக்கியில் பயன்படுத்தும் பல்வேறு வகையான வடிகட்டிகள் யாவை?
5. புளுரோகுரோம்கள் வரையறு
6. தடுப்பு வடிகட்டிகளின் செயல்பாடுகள் (பணிகள்) பற்றி எழுதுக
7. PCM இன் கூறுகள்/பாகங்கள் பற்றி எழுதுக
8. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் பயன்கள் யாவை?
9. TEM அறிமுகம் மற்றும் கொள்கைகள் பற்றி எழுதுக
10. புளுரசன்ட் நுண்ணோக்கியின் பயன்களை சுருக்கமாக எழுதவும்
11. PCM இன் கொள்கைகள், கட்டமைப்பு, வேலை செய்யும் முறைகள் பற்றி விளக்குக.
12. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் கொள்கைகள் பாகங்கள் (கூறுகள்) இயக்க முறைகள் பற்றி விளக்குக.