

நுண்ணோக்கிகள்

முனைவர் ச.அருள்ஜோதிசெல்வி
உதவிப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
பெரியார் அரசு கலைக்கல்லூரி
10.08.2020



LIGHT MICROSCOPE



ELECTRON MICROSCOPE

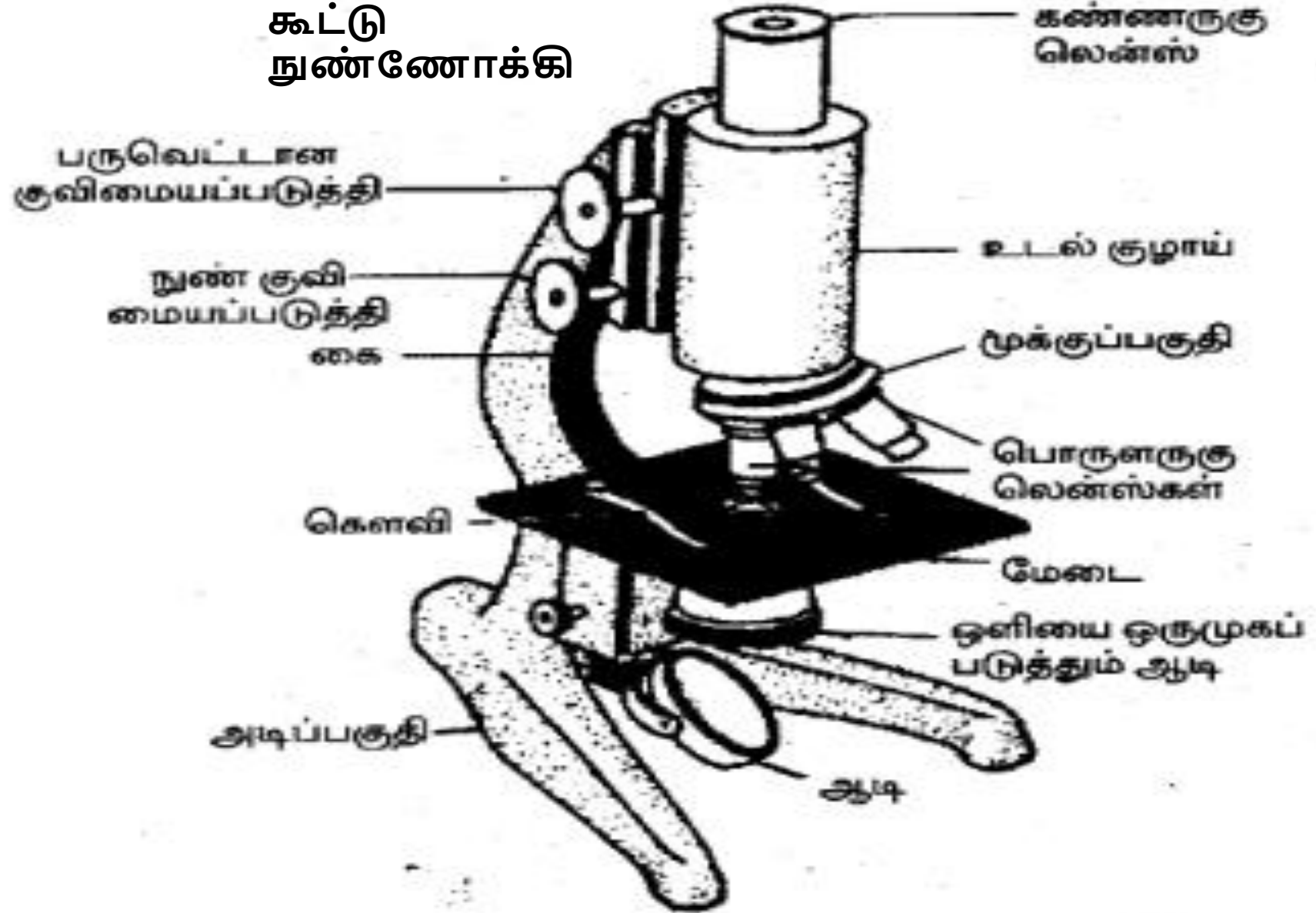
அநேக விலங்குகள், மற்றும் தாவரங்களின் செல்களும், பாக்டீரியாக்களும் அளவில் மிக நுண்ணியவைகளாக இருப்பதால் கண்ணுக்குப் புலப்படுவதில்லை. எனவே, செல்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள அவற்றை உருப்பெருக்கிக் காட்டும் உபகரணங்கள் தேவைப்படுகின்றன. முதலில் செல்களை உருப்பெருக்கிக் காட்ட லென்ஸ்கள் உதவின. ஒரு லென்ஸ், சிறிய பொருளை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்குத்தான் உருப்பெருக்கிக் காட்ட முடிகின்றது. எனவே பல லென்ஸ்கள் இணைக்கப்பட்டு நுண்ணோக்கி என்னும் கருவி உருவாக்கப்பட்டது.

நுண்ணோக்கிகள் உருப்பெருக்குவதுடன், பொருட்களின் நுண் அமைப்புக்களையும் காட்டும் திறனுடையவைகளாக இருத்தல் வேண்டும். இவ்வாறு பொருட்களின் நுண் அமைப்புகளைக் காட்டும் திறன் பகுதிறன் (resolving power) எனப்படுகின்றது.

ஒளி நுண்ணோக்கிகள்

பொருளை ஒளிப்படுத்த, இயற்கை ஒளியை மூலமாகக் கொண்டுள்ள நுண்ணோக்கிகள், ஒளி நுண்ணோக்கிகள் எனப்படுகின்றன. ஒளி நுண்ணோக்கிகள் எளிமையான அமைப்பினை கொண்டவை.

கூட்டு நுண்ணோக்கி



20ம் நூற்றாண்டின் கூட்டு நுண்ணோக்கி இது முன்னேற்றமடைந்த இருத்தியமைக்கப்பட்ட கூட்டு நுண்ணோக்கியாகும். இதில் கீழ்வரும் முக்கிய பகுதிகளும் மூன்றுவித லென்ஸ் அமைப்புகளும் இருக்கின்றன. முக்கிய பகுதிகள்:

1. ஒரு ஒளி பெறும் பகுதி
2. ஒளி குவிலென்ஸ்
3. சுழல் தட்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ள பொருளருகு லென்ஸ்கள்
4. கண்ணருகு லென்ஸ்.

லென்ஸ் அமைப்புகள்

1. ஒளிக்கதிர்களை ஒரு முகப்படுத்தும் ஒரு பக்கத் தட்டை குவி லென்ஸ் அமைப்பு (Condenser lens system) – இது பொருளருக்குக் கீழே அமைந்துள்ளது. இது நுண்ணோக்கியில் மேடையில் வைக்கப்பட்டுள்ள பொருளின் மேல் ஒளிக் கதிர்களை ஒரு முகப்படுத்தி அனுப்பப் பயன்படுகின்றது.

2. பொருளருகு லென்ஸ் அமைப்பு – இது பொருளுக்கு அருகாகவும் மேலாகவும் அமைந்துள்ளது. இது பொருளின் பிம்பத்தை உருவாக்கி பெரிது படுத்துகின்றது.

3. கண்ணருகு லென்ஸ் அமைப்பு - இது நோக்குபவரின் கண்ணருகே அமைந்துள்ளது. இது பொருளருகு லென்சினால் உருப் பெருக்கப்பட்ட பிம்பத்தைப் பெரிதாக்கி இரண்டாம் நிலை பிம்பத்தை உருவாக்குகின்றது.

நுண்ணோக்கியின் உடல்; உடற்குழாய், சுழல் தட்டு, குழாயை நகர்த்த உதவும் உருள் புடைப்புக்கள், மேடை, மேடைக்குக்கீழே பொருத்தப்பட்ட குழி ஆடி, ஆடிக்கும் மேடைக்கும் இடையே அமைந்த வடிகலன் ஆகிய பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. நுண்ணோக்கியின் உடற்குழாயின் ஒரு முனையில் சுழலும் தட்டில் பொருளருகு லென்சும், மறுமுனையில் கண்ணருகு லென்சும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இக்கூட்டு நுண்ணோக்கியின் பகுதிகள் 1500 மடங்காக இருக்கின்றது.

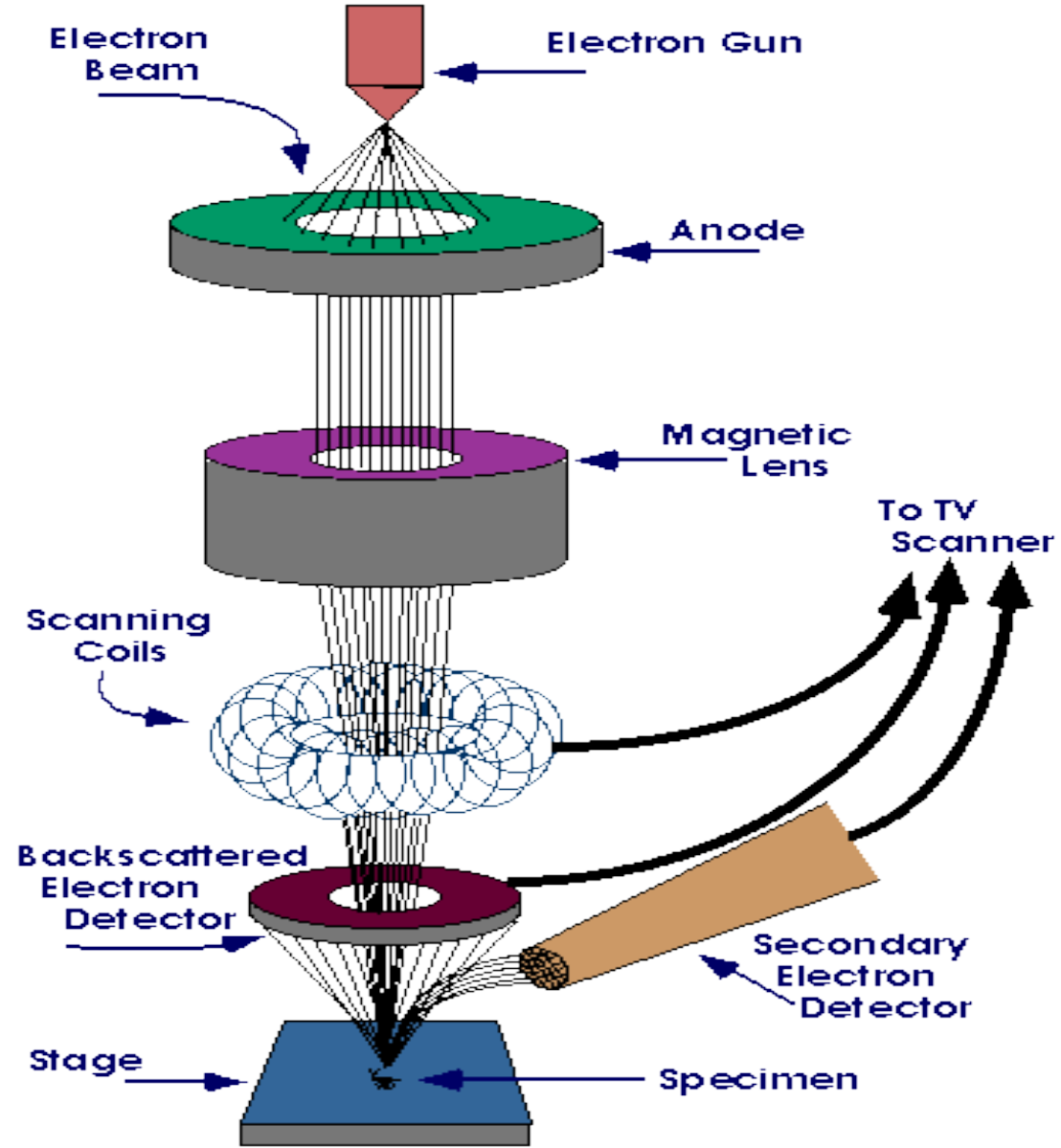
எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (Electron microscope)

ஒளி நுண்ணோக்கியின், பகுதிறன், பயன்படுத்தப்படும் ஒளியின் அலை நீளத்தைப் போன்ற அளவுடைய பொருட்களைப் பார்த்துப் பயன்படுகின்றது. அது 2000\AA க்குக் குறைவான விட்டமுடைய பொருட்களைப் பகுப்பதில்லை. இதனால் உயிரியல் அறிஞர்கள் மிக மிகக் குறைந்த அலை நீளமுடைய ஒளிக்கதிர்களைத் தேடி அவை எலக்ட்ரான்களில் இருப்பதைக் கண்டனர். வெற்றிடத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு உலோகத் துண்டு வெப்ப மேற்றப்படும் பொழுது எலக்ட்ரான்களை வெளியேற்றுகின்றது. எலக்ட்ரான் வெளியேற்றத்தை மின்சக்தி கொண்டு விரைவுபடுத்தலாம். முற்றிலுமான வெற்றிடத்தில், எலக்ட்ரான்கள் நேரான பாதையில் செல்கின்றன. இவ்வெலக்ட்

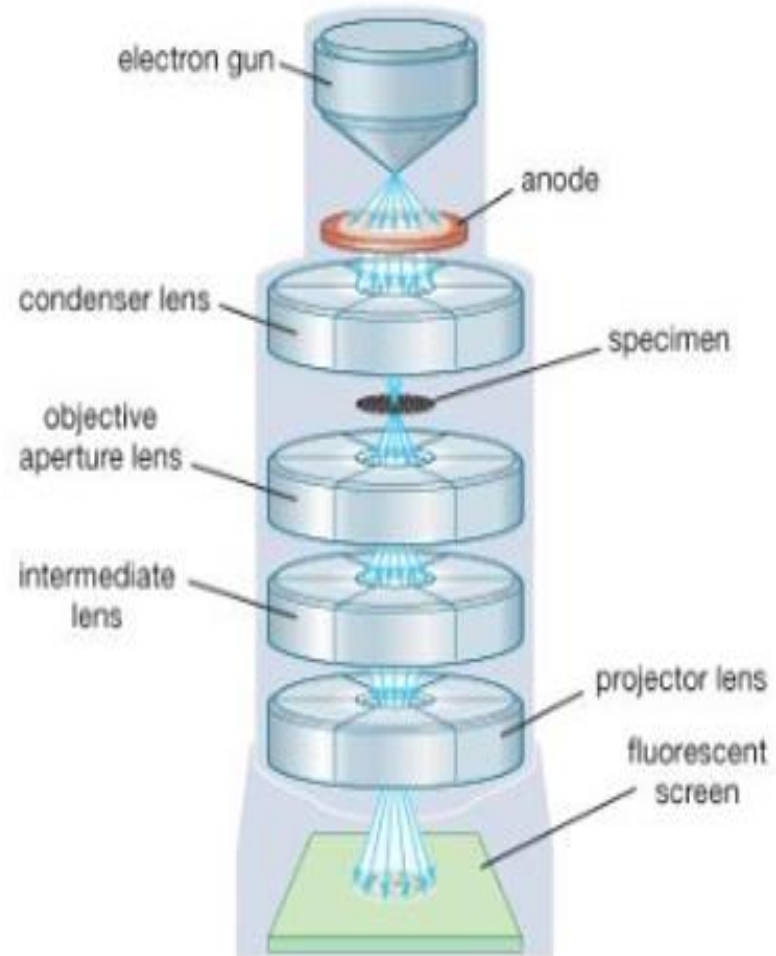
ரான்கள் ஒளியின் பண்புகளைக் கொண்டிருப்பதுடன் மிகச் சூறு
கிய அலை நீளம் (0.05 Å) உடையவைகளாக இருக்கின்றன. ஒளிக்
குப் பதிலாக இவ்வெலக்ட்ரான்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி 1932ம் ஆண்டில் ஜெர்மனியைச்
சேர்ந்த நோல் மற்றும் இரஸ்கஸ் என்பவர்களாலும், 1934ல்
பெல்ஜியத்தைச் சேர்ந்த மார்டன் என்பவராலும், 1934ல் கனடா
வைச் சேர்ந்த பிரிபஸ் மற்றும் மில்லர் என்பவர்களாலும் ஒரே தத்
துவத்தின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்டது. எலக்ட்ரான்
நுண்ணோக்கிகள் கடத்தப்படும் எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருப்
பதால் கடத்தீடு எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (Transmission
Electron Microscope) என்றழைக்கப்பட்டன.

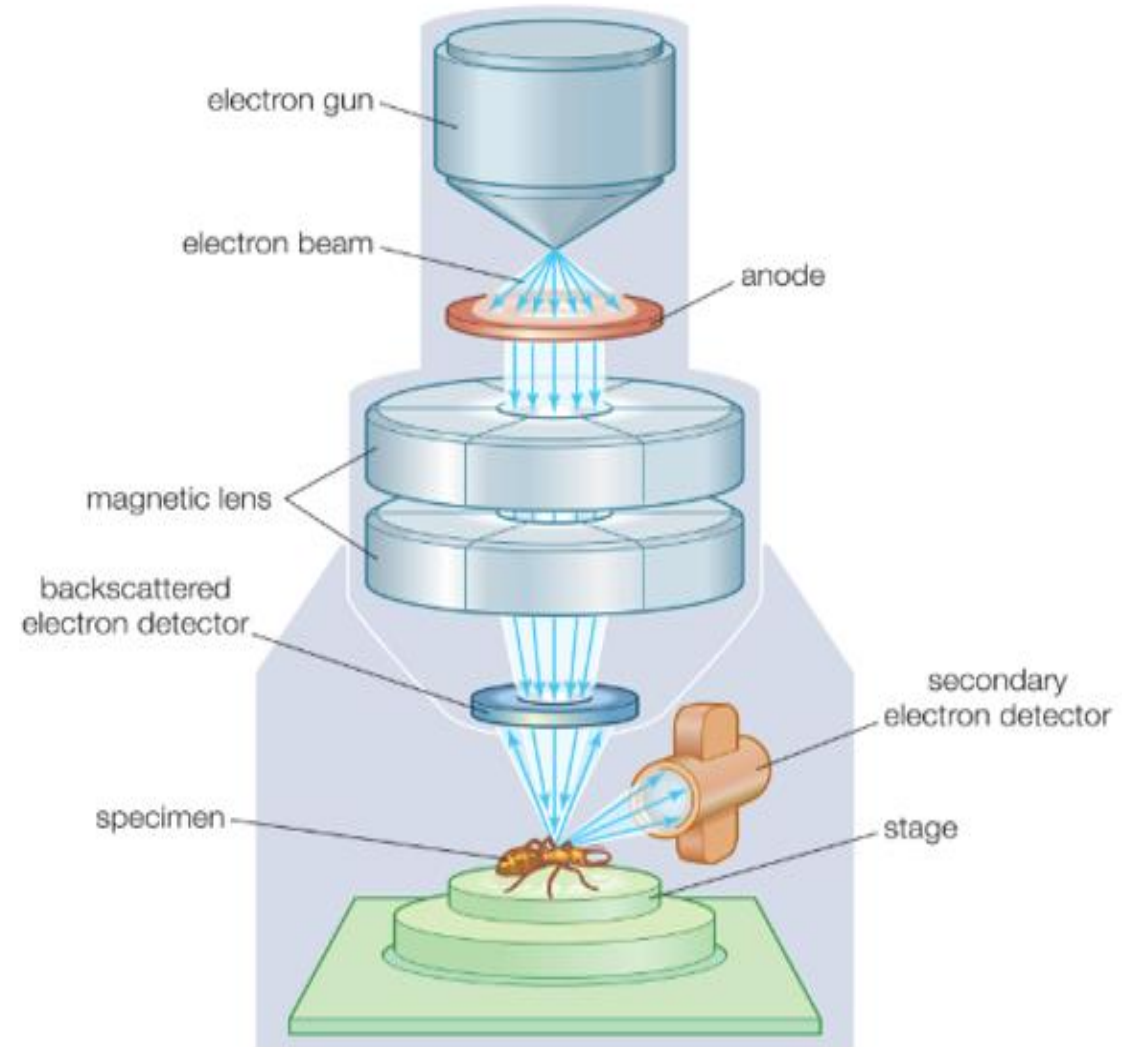
எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி



The transmission electron microscope (TEM)



2. The scanning electron microscope (SEM)



கடத்தீடு எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (TEM)

இந் நுண்ணோக்கியில் எலக்ட்ரான் கதிர்கள் ஒரே நேரத்தில் பொருளின் முழுப்பரப்பையும் ஒளிப் படுத்துகின்றன. எலக்ட்ரான் கதிர்கள் பொருளின் குறுக்கும் நெடுக்குமாகக் கடந்து சென்று பல பகுதிகளையும் அடுத்தடுத்துக் கூர்ந்து ஒளிப்படுத்தாமல் முனைப்படுத்தப்பட்ட பகுதியில் மட்டும் நிலையாக நின்று ஒளிப்படுத்துகின்றன. இதில் முதல்நிலை எலக்ட்ரான்கள் மட்டுமே பொருளை ஊடுருவிச் சென்று பிம்பம் உருவாக்குவதில் பங்கேற்கின்றன. பொருளிலிருந்து பிரதிபலிக்கப்படும் எலக்ட்ரான்களோ அல்லது முதல்நிலை எலக்ட்ரான்கள் தாக்கியதால் பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் இரண்டாம்நிலை எலக்ட்ரான்களோ பிம்பம் உருவாக்குவதில் பங்கேற்பதில்லை.

கடத்தீடு எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி ஒரு உயரமான பொள் ளல் (hollow) கொண்ட உருளையான தண்டைக் கொண்டிருக்கின் றது. இதன் மேல் முனைப்பகுதியில் ஒரு டங்ஸ்டன் கம்பியினாலான இழை (tungsten wire filament) அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றது. இந்த டங்ஸ்டன் கம்பி இழை, காத்தோடாகச்

செயல்பாட்டு மின்சக்தியினால் வெப்பமடைதும் பொழுது எலக்ட் ரான்களை வெளியிடுகின்றது. தண்டினுள் காத்தோடுக்குக் கீழே னமையத்தில் துளையுடைய ஒரு ஆனோட் வளையம் அமைக்கப் பட்டுள்ளது. காத்தோட் இழை 20 முதல் 100 கி.லோல்ட் அளவி ளும் ஆனோட் 0 லோல்ட்டிலும் இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள் ளப்படுகின்றது. காத்தோடிற்கும் ஆனோடிற்கும் இடையே உள்ள இவ்வயர் லோல்ட் அளவு வேறுபாடு, எலக்ட்ரான்களை ஒரு மெல்லிய சுற்றையாக வேகமாக வெளிப் படுத்துகின்றது. எலக்ட் ரான் சுதிர்தளின் அளவுநீளம் (λ), விசைவுப்படுத்தும் லோல்ட் அளவின் (V) மிசைப் பெருக்க மூலத்தின் (square root) தலைகீழ் விகிதமாக இருக்கின்றது.

$$\lambda \text{ m} = \frac{1.225}{\sqrt{V \text{லோல்ட்}}}$$

எலக்ட்ரான்கள், வாயு மூலக்கூறுகளுடன் மோதிச் சிதறிப் போகாமல் இருப்பதற்காக எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் உள்ள தண்டுப் பகுதியில் உள்ள காற்று முற்றிலுமாக நீக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

தண்டின் உட்புறச் சுவரில் சக்தி வாய்ந்த மின்காந்தச் சுருள்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை மின்காந்த லென்ஸ் அமைப்புக்களாகச் செயல்படுகின்றன. ஆனோடிற்கும், பொருளுக்கும் இடையே அமைந்துள்ள மின்காந்தச் சுருள், மின்காந்த குவி வில்லை லென்சாகச் (Condenser lens) செயல்படுகின்றது. பொருள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கம்பி வலைச் சட்டத்திற்கு அருகே அமைந்துள்ள மின்காந்தச் சுருள் பொருளருகு லென்ஸ் அமைப்பாகச் செயல்படுகின்றது. இதற்கு அப்பால் அமைந்துள்ள மின்காந்தச் சுருள் கண்ணருகு லென்ஸ் அமைப்பாகச் செயல்படுகின்றது.

விரைவுபடுத்தப்பட்ட எலக்ட்ரான் கதிர்கள் ஆனோடின் மையப்பகுதியில் உள்ள துளை வழியே உயர்ந்த வேல்ட் அளவு நிலவும் மின்காந்தப் பகுதியை அடைகின்றன. ஆனோடிற்கும் பொருளுக்கும் இடைப்பட்ட மின்காந்தச் சுருள், குவிவில்லையாகச் செயல்பட்டு எலக்ட்ரான் கதிர்களை சிறிய மெல்லிய கம்பி வலைச் சட்டத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள மிக மெல்லிய (1 μ m க்கும் குறைவான கனமுடைய), பொருளை நோக்கி முனைப்படுத்தி அனுப்புகின்றது. எலக்ட்ரான்கள் பொருளை ஊடுருவிக்

கூடந்து வெளிப்பட்டவுடன், பொருளருகு வென்ஸ் அமைப்பாகச் செயல்படும் மின்காந்தச் சுருள், பொருளின் 100 மடங்கு பெரிதாகக் கூப் பட்ட பிம்பத்தை உருவாக்குகின்றது. இப் பிம்பம் 'இடைப் பட்ட பிம்பம்' (intermediate image) எனப்படுகின்றது. இவ்விடைப் பட்ட பிம்பத்தை, மற்றொரு மின்காந்தச் சுருள் கூண்ணருகு வென்ஸ் அமைப்பாகச் செயல்பட்டு மேலும் 200 மடங்கு பெரிது படுத்துகின்றது. இப்பெரிதுபடுத்தப்பட்ட முடிவான பிம்பம் ஒரு ஒளிகும் திரையில் அல்லது நிழற்படச் சுருளில் பெறப்படுகின்றது. ஒரு கடத்தீடு எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி பொருளை, கூட்டு நுண்ணோக்கியை விட 2000 மடங்கு பெரிதாகக்கி் காட்டுகின்றது.

கூர்ந்து ஆராயும் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (Scanning electron microscope)

இது கடத்தீடு எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியிலிருந்து பல வகையில் வேறுபடுகின்றது.

1. கூ.ஆ.எ.து 5mm விட்ட அளவுடைய மிக ஒடுக்கமான எலக்ட்ரான் கதிர்களை பயன்படுத்துகின்றது.

2. இதன் எலக்ட்ரான் கதிர்கள், முனைப்படுத்தப்பட்ட பகுதியில் மட்டும் நிலையாக நின்று பொருளின் முழுப்பரப்பையும் ஒரே நேரத்தில் ஒளிப்படுத்தாமல், பொருளின் குறுக்கும் நெடுக்கு மாகவும் முன்னும் பின்னும் மாகவும் சென்று ஒளிப்படுத்துகின்றது.

3. பொருளின் ஊடே கடந்து வரும் முதல் நிலை எலக்ட்ரான்கள் பிம்பம் உருவாக்குவதில் பங்கேற்பதில்லை. மாறாக முதல்நிலை எலக்ட்ரான் தாக்கியதால் பொருளிலிருந்து சிதறும் எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான்கள் பிம்பத்தை உருவாக்குவதில் பங்கேற்கின்றன.

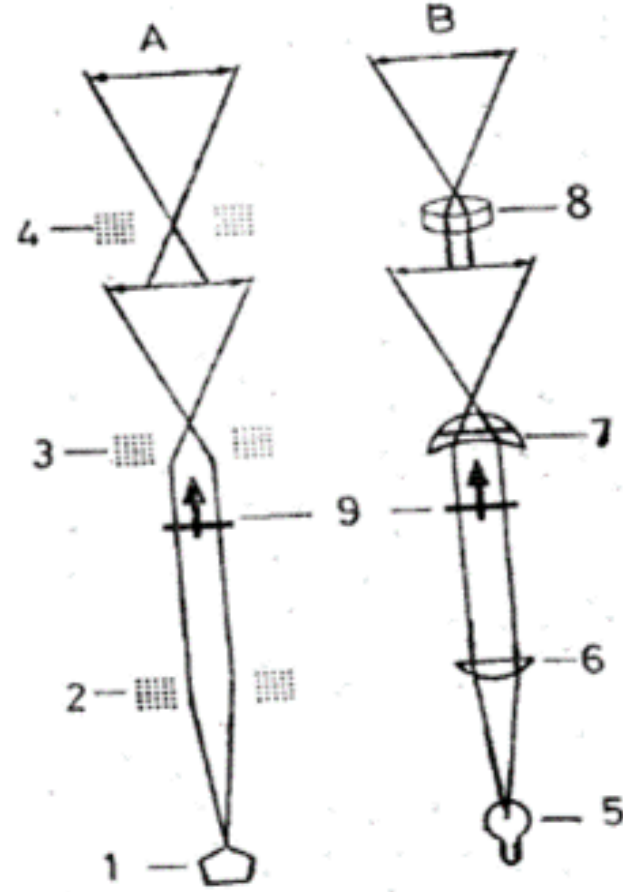
4. முப்பரிமாண பிம்பத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றது.

5. பிம்பத்தைக் கடத்தீடு எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியை விட பல மடங்கு பெரிதாக்கிக் காட்டுகின்றது.

ஒளி நுண்ணோக்கிக்கும், எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிக்கும் படத்தில் காட்டியபடி ஒற்றுமைகள் இருந்தாலும் பெரும் வேறுபாடுகள் இவற்றிற்கிடையே இருக்கின்றன.

ஒளி நுண்ணோக்கியில், பொருளானது, ஒளியை வெவ்வேறு பகுதிகளில் பெற்றுக் கொள்வதைப் பொறுத்து பிம்பம் உரு

வாகின்றது. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில், பிம்பம் உருவாதல் எலக்ட்ரான் சிதறுவதைப் பொறுத்து இருக்கின்றது. பொருளில் உள்ள அணுக்களின் உட்கருக்களோடு எலக்ட்ரான்கள் மோதும் பொழுது சிதறுகின்றன. இவை பொருளருகு லென்சின் திறப்பிற்குப்பால் விழுகின்றன. திறப்பினால் தடுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் ஒளிருந்திரையில் பிம்பமாக உண்டாகின்றன.



படம் 11 - ஒளி மற்றும் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிகளின் ஒளிப் பாதைகள்

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| A-எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி | B- ஒளி நுண்ணோக்கி |
| 1. எலக்ட்ரான் மூலம் | 2. எலக்ட்ரான் குவியம் |
| 3. பொருள்குரு வெள்ளம் | 4. திரைப்பகுதி |
| 5. ஒளி மூலம் | 6. ஒளிக்குவியம் |
| 7. பொருள்குரு வெள்ளம் | 8. கண்ணாளுக்கு பகுதி |
| 9. பொருள் | |