

இடைநிலை பொதிக விஞ்ஞானத்தைக் குறிப்பாகக் கொண்டு  
விஞ்ஞானமும் சமூகமும்

வ. பஞ்சலிங்கம்

Reg No. - YA / 05 / 01 / PGD / Ed (F) / 89 / 7

பட்டப்பின்படிப்புக் கல்வித் தகைமைச் சான்றிதழ்த் தேர்வின்  
ஒரு பகுதியாகவும், அதனைப் பூர்த்தி செய்யும் முகமாகவும்  
இந்த ஆய்வுக் கட்டுரை சமர்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது

ஆலோசகா: திரு. க. ஜின்னத்தம்பி

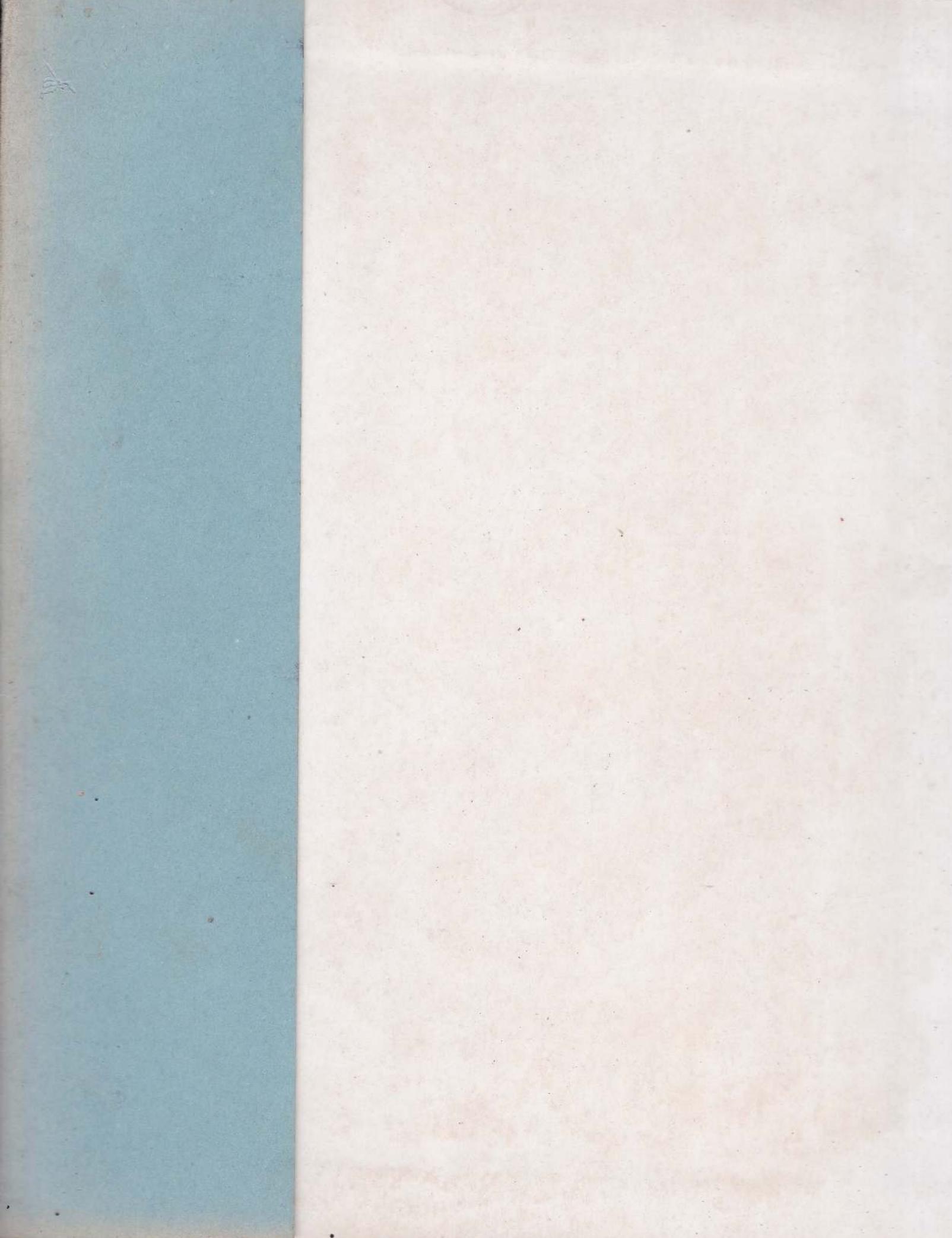
சல்லியியற் புலஸ்

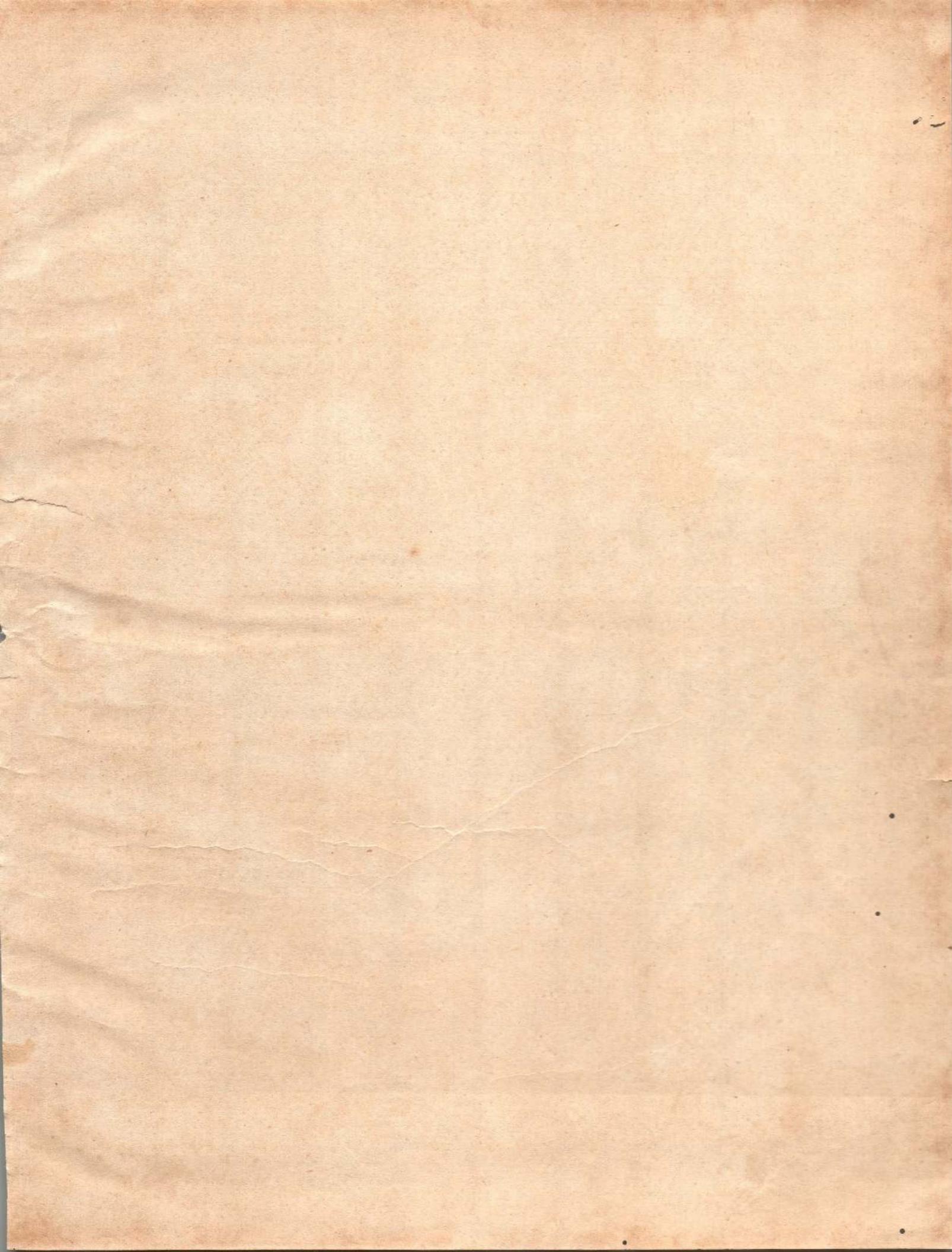
யாழ்ப்பாணப் பல்கலைக்கழகம்

திருநெல்வேலி

யாழ்ப்பாணம்

1989





# இடைநிலை பெளதிக விஞ்ஞானத்தைக் குறிப்பாகக் கொண்டு விஞ்ஞானமும் சமூகமும்

வ. பஞ்சலிங்கம்

Reg No. - YA / 05 / 01 / PGD / Ed (F) / 89 / 7

பட்டப்பின்படிப்புக் கல்வித் துறையினரும் சான்றிதழ்த் தேர்வின்  
ஒரு பகுதியாகவும், அதனைப் பூர்த்தி செய்யும் முகமாகவும்  
இந்த ஆய்வுக் கட்டுரை சமர்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது

ஆலோசகர்: திரு. க. ஜின்னத்தம்பி

கல்வியியற் புலம்  
யாழ்ப்பாணப் பல்கலைக்கழகம்  
திருநெல்வேலி  
யாழ்ப்பாணம்  
**1989**

POST GRADUATE DIPLOMA IN EDUCATION 1989/....

Essay Approval Form

This form should be filled in triplicate, One copy to be handed to the office, one to the tutor and the third to be attached to the Essay at the time of submission.

Name: V.Panchalingam.....

Reg. No: YA/05/01/PGD/Ed(F)/89/7

Degree Subjects: Pure Maths.....

Applied Maths.....

Chemistry.....

Teaching Subjects: Applied Maths.....

Chemistry.....

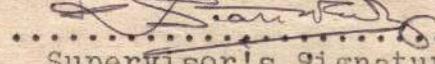
.....

.....

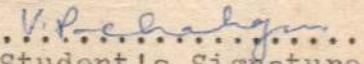
Topic Selected: ... கிடைக்கிற மூலத்துடன் விகாரணத்தை இறிமிகை  
... விகாரணத்துடன் விகாரணத்தை அடிநமீட்டு

Plan of Essay: .1.. மிக்குறையே.....  
.2.. கிடைக்கிற விகாரணத்துடன் பயந்தின்.....  
.... மூலத்துடன் விகாரணத்துடன் பயந்தின் வருபாடு.....  
.3.. கிரு... ஆகத் தொழில்தலைவர் கிடைக்கிற  
.... மூலத்துடன் விகாரணத்துடன் பயந்தின் வருபாடு.....  
.4.. சோன்னத் தொழில்தலைவர் மூலத்துடன்  
.... விகாரணத்துடன் பயந்தின் பயன்யாடு.....  
.5.. விகாரணத்துடன் கல்வி வளர்த்துவில் கட்டுக்  
.... விகாரணத்துடன் பயந்தின் பயன்யாடு.....  
.6.. முடிவுக்கை.....

Name of Supervisor: K. Sinnathamby.....

.....

Supervisor's Signature

.....

Student's Signature

Date: 89/08/31.....

For Office Use

Date of receipt of Essay: 9/5/90.....

.....

Signature

ந ன் றி யு ரை.  
 \*\*\*\*\*

பட்டப் படிப்பின் கல்வித் தகைமைச் சான்றிதழ் பயிற்சி  
 நெறிக்காக, " இடை நிலை பொதீக விண்ணானதீ  
 தைக் குறிப்பாகக் கொண்டு விண்ணானமும் சமுகமும் "  
 என்ற தலைப்பில் அமைந்த இந்த ஆய்வினை நிகழ்த்திய  
 தற்கு எனக்குத் துணை நின்றேருக்கு நன்றி செலுத்துவது  
 எனது கடமையாகும். முதலில் இந்த ஆய்வுத் தொகையின்  
 போது நெறிப்படுத்தி, எனக்கு வாய்ப்பளித்த யாழ்  
 பலிக் லைக்கழகக் கல்வியற் புலத் தலைவர் பேராசிரியர்  
 திரு வ. ஆறுமுகம் அவர்கட்டு என் மனமாந்த நன்றி  
 உரித்தாகுக.

ஆய்வினத் தொடங்கும் போது தலைப்பிற்கேற்ற அலகுகளை  
 ஒழுங்கமைத்துத் தந்தும், ஆய்வின் போது எனக்கு ஏற்பட்ட  
 இடர்பாடுகளைத் தெளிவுபடுத்தித் தவறுகளை நீக்கி வழிகாட்டி  
 யாக இருந்து உற்சாகப்படுத்திய விரிவுரையாளர்,  
 திரு. க. சினினத்தம்பி அவர்கட்டு என்றும் இதயம் கணித  
 நன்றி உரித்தாகுக.

வ. பஞ்சவிளிகம்.

பொருள்கீகம் .

1.	முனினரா ...	... 01
2.	இடைநிலை விண்ணான பாடத்தில் பெளதீக விண்ணானத்தின் பரப்பு ...	... 07
3.	சிற கைத் தொழில்களில் இடைநிலை பெளதீக விண்ணானத்தின் பிரயோகம் ...	26
4.	நாளாந்த வாழ்க்கையில் பெளதீக விண்ணானத்தின் பயன்பாடு ...	52
5.	விண்ணானக் கல்வி வளர்ச்சியில் சமூக செயற்பாடுகளின் செல்வாக்கு ...	38
6.	முடிவுரை ...	... 58

## முனினரை.

விஞ்ஞானம் ஓர் பரந்த அறிவாகும். இன்று இப்பதம் பல விபரங்களை உள்ளடக்கியதாக விளங்குகின்றது. விஞ்ஞானம் ஒரு அறிவா அல்லது ஒரு முறையா என அறிவுது இன்றைய தேவையாகின்றது. ஒரு சில தற்காலியே விஞ்ஞானிகளாக ஏற்றுக் கொண்ட காலம் இன்று வரலாறுக்கிட்டன. இன்று எல்லாத் தற்காலோடும் விஞ்ஞானம் என்ற பத்திரதச் சேர்த்துக் கொள்கின்றோம்.

அறிவியற் பரப்பில் அங்கீகாரிக்கப்பட்ட ஒரு தற்காலக்கி கணிக்கப்பட வேண்டுமாயின் அத்தறை விஞ்ஞானம் என்ற பத்திரத அருகில் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும் என்ற அபிப்பிராயம் உலகில் நிலவுவதைக் காணலாம். இதனால் விஞ்ஞானத்துக்குரிய பண்புகள் எதுவுமற்ற தற்காலிக்கட்டுத் தமிழை விஞ்ஞானிகளாக விளம்பரப்படுத்துகின்றன. அண்டவியல் ஆய்வு தொட்டு அடும்பங் கரை வாழ்வு வரை இன்று விஞ்ஞானம் என்ற பதம் பிரயோகப்படுகின்றது. விஞ்ஞானத்தின் அபிவிருத்தியை நோக்கும் போது கலை மாணவன், விஞ்ஞான பீடம் என்ற வகையிடுகள் ஒரு மரபு ரீதியான வகையிடுகளே. இன்று ஒவ்வொரு தற்காலியமும் விஞ்ஞானமாக-விஞ்ஞானத்துக்குரிய தாக் ஏற்றுக் கொள்ளும்போது விஞ்ஞானத்துக்குரிய பண்புகளைக் கொண்ட தற்காலாகக் கணிக்கப்படும் போது இத்தகைய வகையிடுகள் இன்று பொருத்தமாகின்றன.

விஞ்ஞானிகளையும், விஞ்ஞானமல்லாத தற்காலையும் இளங்கண்டு கொள்வதற்கு முதலில் மாணவர்கள் விஞ்ஞானம் பற்றிய தெளிவான வரைவிலக்கணம் ஒன்றை அறிந்து கொள்ளவேண்டும். விஞ்ஞானத்துக்குரிய இன்றியமையாத பண்புகளை வரைற்றுக்க வேண்டும். நவீன தொழில் நுட்ப அறிவின் வளர்ச்சியால் இப்பண்புகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களை விஞ்ஞான வரலாற்று அறிவோடு தர்க்க ரீதியாக இளங்கானுதல் அவசியம். ஒரு குறிப்பிட்ட தற்காலிய விஞ்ஞானம் எனக் கொள்வோமாயின் அதனை வரைவிலக்கணம் படுத்துவதும் மாணவர்களுக்கு உதாரணங்கள் மூலம் தெளிவுபடுத்துவதும் இல்லை. ஆனால் விஞ்ஞானம் குறித்த ஓர் தற்காலியக் குறிப்பிடவில்லை. இயற்கை

விஞ்ஞானம் குறித்த ஓர் தறையைக் குறிப்பிடவில் லை. இயற்கை விஞ்ஞானம் சமூக விஞ்ஞானம் என்ற வகையீட்டிற்குள் உள்ளடங்கும் ஒவ்வொரு தறைகளும் இன்ற விஞ்ஞானம் என்றே அழைகிக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாகப் பெளத்தைக் கீழ்க்கண்ட விஞ்ஞானம், அரச விஞ்ஞானம், வரித்தக விஞ்ஞானம், வீட்டு நல விஞ்ஞானம் என அழைகிக்கப்படுவதைக் காணலாம். நீண்ட காலமாக விஞ்ஞானமல்லாத தறைகளாகக் கருதப் பட்ட கிரக சோதிடம், என் சோதிடம், அங்க சோதிடம் போன்ற தறைகள் இன்று அதித்தறைகளைச் சேர்ந்த ஆய்வாளர்களினுள் விஞ்ஞானிகள் என வாதிடப்படுவதையும் அவதானிக்கலாம். இவ்வகையில் விஞ்ஞானம் பற்றி ஒரு பொதுவான வரைவிலக்க ஈதிதை இன்று அழைப்பது அவசியமாகின்றது. இதற்கு முதற் கண் விஞ்ஞானம் பற்றிய வரலாற்றை அறிந்த கொள்வது பயனுடையதாகும்.

விஞ்ஞானத்தின் வரலாறு. ( History of Science )

பிரபஞ்சம் பற்றிய தத்துவ விசாரணையோடுதான் விஞ்ஞானப் பரிமா ணம் ஆரம்பமாகின்றது. அனைத்திற்கும் ஆதாரம் எது, அடிப்படை எது என்ற தத்து வர்தியான ஆய்வே விஞ்ஞானம் ஒரு அனுகு முறையாகப் பரந்த அறிவாக மலர ஆதாரமாகியது. அறிவியலில் ஆரம்ப காலத்தில் பிரபஞ்சத்தின் அடிப்படை உண்மை யைத் தேடும் மெய்யியலாகவே விஞ்ஞானம் காணப்படுகின்றது.

தத்துவத்திற்கும் விஞ்ஞானத்திற்கும் அப்போது வேற பாடு இருக்கவில் லை. எனினும் அன்றைய அறிவியல் ஆராய்ச்சி மெய்யியல் ஆராய்ச்சியாக விளங்கி வரும், அவ்வாய்வு திட்ட வட்டமானதாகவோ ஒரு பொதுவான அனுகு முறையைக் கொண்டதாகவோ அமையவில்லை. அதனால் நனுக்கமான ஆராய்ச்சி ஒன்றே பூரணமான விளக்கத்தைத் தரக்கூடியது என்ற நிலை உணரப்பட்டது. இவ்வணர்வும் தேட டமுமே விஞ்ஞான அனுகு முறை ஒன்று வளர்ச்சியடையக் கூடமாகியது. இவ் ஆரம்பம் தனினைச் சூழ உள்ள இயற்கையையும் பிரபஞ்சத்தையும் ஆராய்வதாக அமைந்த தனினைச் சூழ நிகழும் நிகழ்ச்சிகளுக்காகான காரணத்தை அறிய ஆராய முற்பட்ட

டான். இந்நிகழ்ச்சிகள் எவ்வாறு நிகழ்கின்றன? மாறுத ஒரு சீரிமயாக இந்திகழ்வுகளும் விளைகளும் எவ்வாறு நிகழ்கின்றன? இல்லியக்கத் திட்டத்திற்கான அடிப்படைக் காரணம் எது? அது ஒன்று பலவா என ஆராயந்தான். இதுவே முக்கியமானதும் அவசியமானதும் எனக் கருதினன். மதமும் ஆஸ்மீக ரீதியான ஆய்வுகளும் இவற்றுக்கான விளக்கங்களைக் கொடுக்க முயன்றமையினால் அகிகாலத்தில் மதமும் விண்ணானமாகவே கருதப்பட்டது. மனிதனின் தோற்றம் பற்றியும் இயற்கையின் அமைப்பு பற்றியும், அவற்றின் வடிவமும் இயக்கம் பற்றியும் மதங்கள்-மத விண்ணானிகள் பல ஏவிளக்கங்களை முன் வைத்தனர். மெய்யியலும் மதமும், தரிக்கமும், ஒழுக்கமும் ஒன்றுக் கிருந்த ஆரம்ப காலத்தில் இல்லியில் பற்றிய வேறுபாடுகள் காணப்படவில்லை. அகிகால விண்ணான அனுகு முறை அனுபவ முதலான அனுகு முறையாகவே விளங்கியது. தத்தவ ஞானிகள் பகுதிதறிவு வாதிகளாகவும் மற புறம் ஆஸ்மீக வாதிகளாகவும் விளங்கினார்கள். இன்று நாம் வகுத்த நோக்கும் தத்தவாரித்த அடிப்படை ஆரம்பிக்காத காலமாது. பின்பு மதமும், மெய்யியலும், தரிக்கமும் தனித் தனித் துறைகளாகப் பிரிந்த வளர்ச்சியடைந்த போது விண்ணானம், இயற்கை பெளத்துக் கூடம் பற்றிய ஆய்வாகத் தனி இனசீ சுதாகரித்துக் கொண்டது. எத இன்னும் அனுபவ ரீதியாக ஆராய் ந்து ஏற்றுக் கொள்ளக் கூடிய புற வயத் தன்மை வாய்ந்த துறைகளையே விண்ணானமாக அங்கீகரித்தன. அனுபவத்துக்குப் பொருந்தாத பகுதிதறிவுக்குடன்பாடற்ற அமீசங்க இனப் புறக்கணிக்கவும், அவை விண்ணானமல்ல என நிறவெழும் முயன்றனர். ஆரம்ப கால தரிக்க முறையே அறிவியல் முறையாகவும் விளங்கியதால் அவ்விலையில் ஆராயப்பட்டது. கணிதப் பகுப்பாய்வு முறைகளையும், அவதான முறைகளையும் பயன்படுத்தி ஆராயக் கூடிய துறைகளாக இயற்கைத் துறைகளே அமைந்திருந்தன. இத் துறைகளுக்கு இடையே காணப்பட்ட ஒரு சீரிமயமும், புற வயப் பண்பும், பகுத்து வகுத்து தொகுத்து ஆராயக் கூடிய அமைவும் காணப்பட்டதால் இயற்கைத் துறைகளே விண்ணானம் எனக் கொள்ளும் மரபு இயல்பாகியது. வரலாற்று ரீதியாக தேலீஸ் (Thales) அனக்னிமென்ஸ், பைதோகிகரசீ, சீனே, கிரேக்கவிட்டஸ் கிபிபோகிரட்டஸ் (Hippocrates) டெமோக்கரட்டஸ் (Democratus) பிளேடோ (Plato) அரிஸ்டோட்டஸ் தொல்மி (Ptolemy)

(Copernicus) கொபர்னிக்கஸ் (Keplers) கெப்ளர்  
 கலிலியோ (Galeleo) நியூட்டன் என்பவர்களுக்குடாக பெளத்தீக ஆய்வுகள்  
 அபிவிருத்தியடைந்தன.

இயற்கைத் தோற்றுப்பாடுகள் பற்றிய ஆய்வுகள், அண்டவெளி ஆய்வுகள், அடிப்படை வள்ளுக்கள் பற்றிய ஆய்வுகள், இயக்கம், முரண்பாடு, சக்தி பற்றிய ஆய்வுகள், ஒளி, ஒலி, காலம், வெளி பற்றிய ஆய்வுகள் அனுபவ ரீதியான விளக்கங்கள் ஆக பகுதித்தறிவுக்கு உடன்பாடான கருது கோள்களாக முன் வைக்கப் பட்டன. ஆகங்களாகவும், பொது எடுக்கோள்களாகவும் இருந்த கருத்துக்கள் - கருதுகோள்கள் தரிக்க ரீதியாக ஆராய்ந்து ஏற்றுக் கொள்ளப்படுவனவாகவும் அனுபவ அறிவுக்குப் பொருந்துவனவாகவும் அமைந்தன. இவ்வாறே உயிரினங்கள் பற்றிய ஆய்வுகளும் மனித உடலின் உள்ளுறுப்புக்கள் இயக்கங்கள் அவற்றில் ஏற்படும் நோய்கள் பற்றிய ஆய்வுகளும் புறவயப்பட்டவராக இருந்தால் விண்ணான அறிவாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டன. இவ்வண்மைகளை வெளிக் கொண்டப் பயன்படுத்திய முறைகள் அனுபவ வழியான அனுகு முறைகளாக அமைந்தன. அமைய வேண்டும் எனப் பல மெய்யியலாளர்கள் முயன்றனர். இம் முயற்சியின் பயனாக உருவாகியதே இன்றைய முறையில். இம் முறைகளின் ஜடாக இயற்கைத் துறைகள் விண்ணானங்கள் ஆக வளர்ச்சியடைந்தன. இவ்வளர்ச்சியில் கலிலியோவின் பங்களிப்பு முக்கியமானதாகும். நவீன விண்ணானத்தின் தந்தை எனப் படோற்றுப்படும் இவர் நவீன விண்ணான வளர்ச்சிக்கும் விண்ணான முறையின் அபிவிருத்திக்கும் வித்திட்டவராவர். தொலைக் காட்டிக் கண்டுபிடிப்பும், கையாண்மை கணிதப் பகுப்பாயிவு முறையும், பரிசோதனை முறை பற்றிய கருத்துக்களும் விண்ணானக் கருது கோள்களை ஆக்குவதில் காட்டிய ஆர்வமும் விண்ணான அறிவு தனித் துவமான வளர ஆக்குவித்தன. இதே போல் இவர் காலத்தில் வாழ்ந்த பிரித்தானிய மெய்யியலாளரான பிரான்சீஸ் பேகன் (Francis Bacon) என்பவரின் பங்களிப்பும் மிக முக்கியமானதாகும். குறிப்பாக இவர் முன் வைத்த தொகுதிதறி முறை (Inductive Method) நவீன விண்ணான அறிவு வளர்ச்சியுடைய ஆதாரமாகியது. இன்றைய நவீன விண்ணான அனு முறைகளின் விருத்திக்கு வித்திட்டவர் இவரே. இவர் எழுதிய பல புதிய அளவையியல் (Novum Organum) அல்லது இயற்கையை

விளக்குவதற்கான மெய்க் குறிப்புக்கள் என்ற நூல் இதற்குப் பெரிதும் தணியாகின் ரத. தொழில்தறி முறை மூலமே இயற்கையை அறிய முடியும் என இவர் இதன் மூலம் விளக்கினார். விண்ணானம் கொள்கை ரீதியான அறிவாகவும், பிரயோக ரீதியான அறிவாகவும் வளர இவரது கருத்துக்கள் உதவின. இவர் காலத்தில் தான் டேகார்ட் ( Descarts ) எனும் தத்துவ ஞானியும், நவீன விண்ணானத்தின் தந்தை எனப் போற்றப்படும் கல்வியோவும் வாழ்ந்தார்கள். டேகார்ட்டின் கேத்திர கண் தப் பகுப்பாய்வு முறையும் சடம், உள்பொருள் பற்றிய ஜயவாதக் கருத்துக்களுக்கும் கல்வியோவின் சிந்தத இனக்கும் இயற்கை விண்ணான வளர்ச்சிக்குப் பேருதவி பூரித்தன. இதே போல இவர்களைத் தொடர்ந்த நியுட்டனின் ( Newton ) கருத்துக்கள், ஆய்வுகள் விண்ணானக் கண்டு பிடிப்புக்கள் முக்கியத்துவம் பெற்றிருந்தன. விண்ணானக் கருத கோள் ஆகிகம் பற்றிய இவரது கருத்துக்கள் மேலும் இயற்கை விண்ணான வளர்ச்சிக்கு ஆக்கமுடின. இவர் காலத்தில் பாஸ்கல் ( Pascal ) எனும் பொதீக விண்ணானியும், வில்லியம் கார்வே ( William Harvey ) எனும் மருத்துவ விண்ணானியும், ஸ்பினேசா ( Spinoza ) , லைபினிஸ் ( Leibinisz ) லொகி ( Loke ) போன்ற தத்துவ ஞானிகளது கருத்துக்களும் விண்ணான அறிவின் தகித்துவமான வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் உதவின. 17ம், 18ம் நூற்றுக்கண் மேலும் விண்ணான அபிவிருத்திக்கு வித்திட்டன. இரசாயனத் துறைகளில் இலாவேச்சியர் ( Lavosier ) பிரிஸ்லி ( Priestly ) பொதீக விண்ணானிகள், பிராங்கின் பரடே, ருதர் போட் தோமிசன், நில்ஸ்பார், லாப்பியாஸ் போன்றவர்களும், உயிரியல் விண்ணானிகள் லாமார்க், டார்வின், ஹாயி பாஸ்டர், மென்டலீஸ், போன்றவர்களும், ( Faraday, Franklin, Rutherford, Leplace, Larmark, Darwin, Louis Pasteur, Mendaleev ) இவர்களது ஆய்வுகளும் கருத்துக்களும் பெரிதும் உதவின. பொதீகம், இரசாயனம், உயிரியல், வானியல் போன்ற இயற்கைத் துறைகளும் அனு, ஒலி, ஒளி, மின்சாரம் போன்ற இயற்கை சார்ந்த பகுப்பு அலகுகளும், ஆய்வுகளும் வளர்ச்சியடைந்தன. இதனால் இயற்கை பற்றிய ஆய்வே விண்ணானம் என நீண்ட காலமாகக் கொள்ளப்பட்டது. இதற்கு மற்றுமோர் காரணம், இயற்கைத் துறைகள் புறவுயதி தன்மை வாய்ந்த துறைகளாக அமைந்திருப்பதே. புலன்களால் தொட்டுணரக் குடியதாகவும், பகுத்த,

வகுதீத, தொகுதீத ஆராய்க்கடிய வாய்ப்புக்கை ஸைக் கொண்டிருந்தன. கருவிகள், ஆயிழு கூடங்கள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்திப் புற நிலைத் தரத்தின் தாடிக்கணின்றி ஆராய்க் கடிய வசதிகள் உள்ள துறைகளாக இவை விளங்கின. அதைடன் இத்துறை கள் ஒரு சீரிமைப் பண்புகள் வாய்ந்த துறைகளாகவும் காணப்பட்டன. இதனல் தேர்வுகள் பற்றி ஆராய்ந்து முன் வைக்கப்படும் முடிவுகள் எல்லோராலும் ஏற்றுக் கொள்ளக்கடிய சரிவ வியாபகத் தன்மை வாய்ந்ததாக அமைந்திருந்தன.

இடை நிலை விண்ணான பாடத்தில்  
பெள்கீ விண்ணானப் பாடப் பரப்பு.

---

விண்ணானம் கற்பிப்பதன் நோக்கம் பற்றி முன்னரயில் நாம் பார்த்தோம். இனி விண்ணானம் கற்பிக்கப்படும் போத அதில் பெள்கீ விண்ணானம் எந்தளவு இடம் பிடிக்கின்றது எனப் பார்ப்போம். கீழே ஒவ்வொர் ஆண்டிற்கும் விண்ணானம் கற்பிக்கப்படும் கால அட்டவணை வார, வருட அடிப்படையில் பார்க்கப் போகிறோம். இங்கு மதிப்பீட்டுக்குரிய வேளைகளைச் சேர்க்காது, சராசரியாக ஒரு வருடத்தில் 32 வாரங்கள் முழுமையாகப் பாடம் நடைபெறகிறது, எனக் கருதவோம். ஏன் வில்வருடத்தில் நிர்வாகக் கட்ட இனியின் படி 180 நாட்கள் சராசரியாகப் பாடசாலை நடைபெற்று நாட்கள் ஆகும். இதில் ஒவ்வொரு தவணையும் பரீட்சைக்காக 6 அல்லது 7 பாடசாலை நாட்கள் செலவிடப்படுகிறது. எனவே பாடசாலை நாட்களில் 20 நாட்கள் ஒரு வருடத்தில் சராசரியாகப் பரீட்சைக்காகச் செலவிடப்படுகிறது. எனவே, 32 வாரங்கள் பாடசாலையில் பாடப் படிப்புக்கள் இடம் பெறகின்றது, எனக் கருதகிறோம். எனவே இதன் அடிப்படையில் கீழே உள்ள அட்டவணை தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. அதிதடன் ஒவ்வொரு பாடவேண்டும் 40 நிலை முழு நேரப் பாட வேண்டியாகும்.

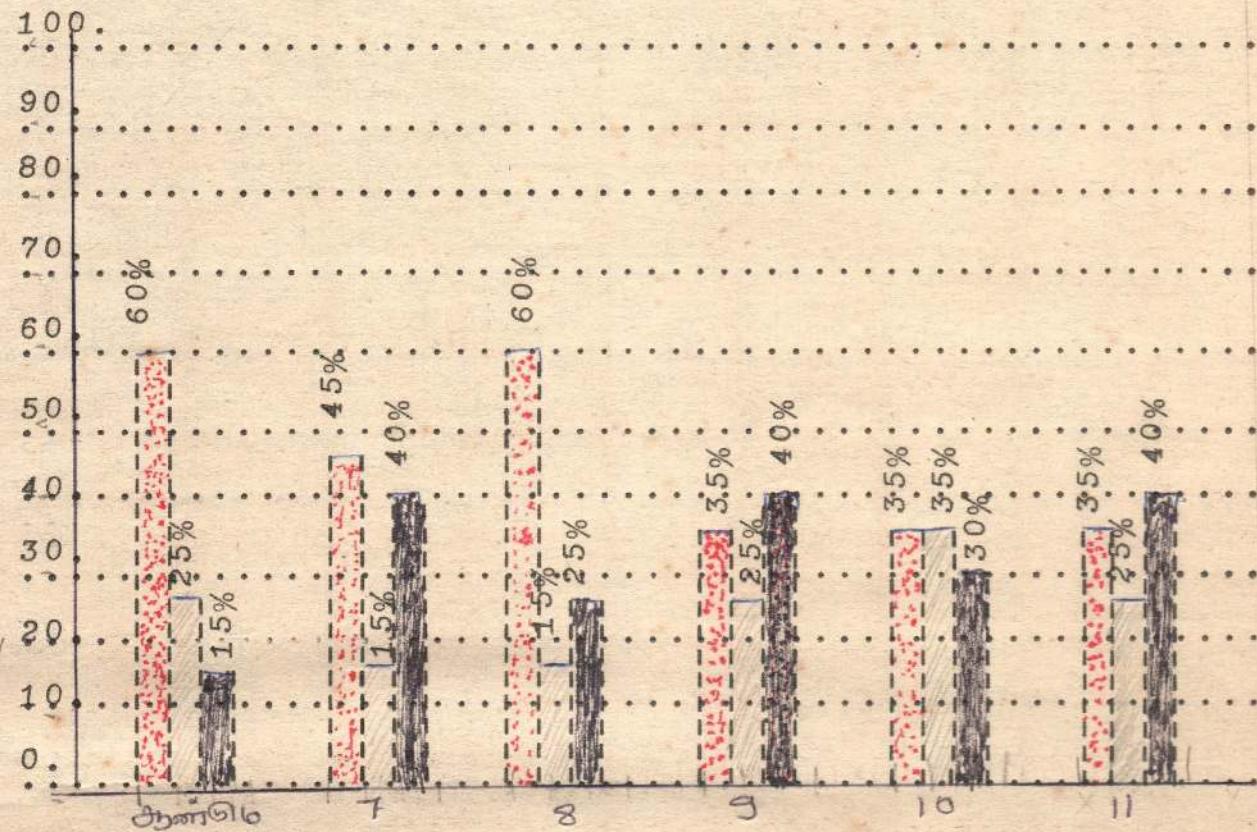
ஆண்டு.	வாரத்தில் வாரத்தில் விணி வருடத்தில் விணினானபாடம் பாட நேரம்.	வாரத்தில் விணி வருடத்தில் விணி.பாட வெளை.	வருடத்தில் விணினானபாடம் கற்பிக்கும் நேரம்.
ஆண்டு 6.	6.	240 நிமி.	192.
ஆண்டு 7.	6.	240 நிமி.	192.
ஆண்டு 8.	6.	240 நிமி.	192.
ஆண்டு 9.	7.	280 நிமி.	224.
ஆண்டு 10.	7.	280 நிமி.	224.
ஆண்டு 11.	7.	280 நிமி.	224.
			128 மணித்தியாலம்.
			128 "
			128 "
			150 "
			150 "
			150 "

விணினான பாடத்திட்டம் ஓர் ஒன்றினாந்த பாடத்திட்டமாக உள்ளது. இதில் உயிரியல், விணினானம், பெள்கை விணினானம், இரசாயனம் விணினானம் போன்ற வேற பாடு இன்றி ஒன்றினாக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் ஒவ்வொர் ஆண்டிலும் என்னென்ன விகிதத்தில் இவை காணப்படுகின்றன எனக் பாப்போம்.

உயிரியல் விகிதங்கள்

இரசாயன விகிதங்கள்

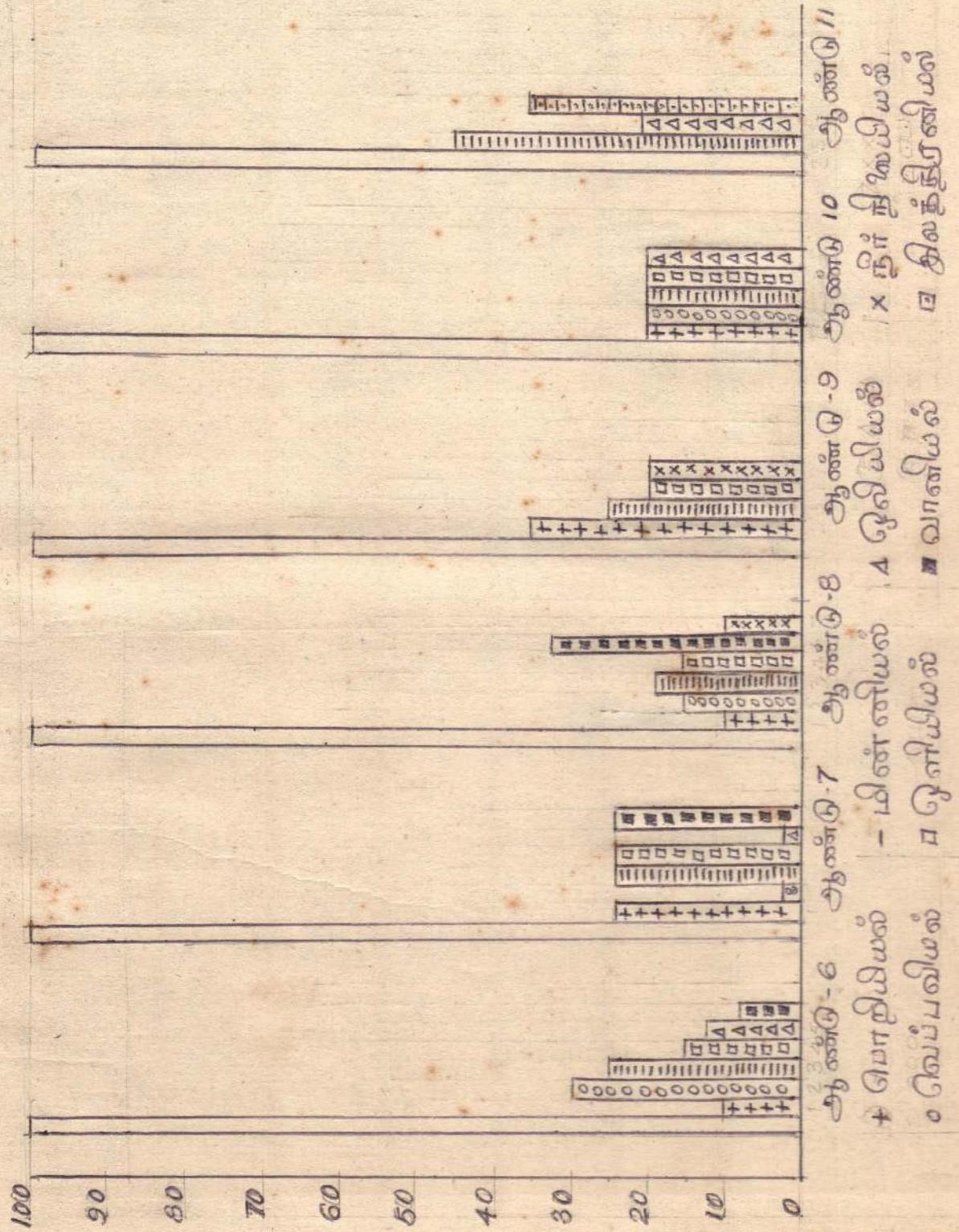
பெள்கை விகிதங்கள் எழுத திடிகூக்கி பில்ட் அடைவுணர்ச்சி அளிக்கப்பட்டுள்ளது



இனி விஞ்ஞான பாடத்தில் பெள்கீ விஞ்ஞானத்தின் பிரிவுக் கௌப்பற்றிப் பாரிப் போம்.

பெள்கீ விஞ்ஞானத்தில்

1. பொறியியல்.
2. வெப்பவியல்.
3. மின்சீயல்.
4. ஒளியியல்.
5. ஒவியியல்.
6. வானியல், இலத்திரனியல், நீர் நிலையியல் போன்ற அடங்குகின்றன. ஒவ்வொர் ஆண்டிலும் மேலேயுள்ள விடயங்கள் என்ன விகிதத்தில் கற்பிக்கப்படுகின்றன எனப் பாரிப்போம்.



ஆண்டு 4ல் அறிமுகம் செய்யப்பட்ட விஞ்ஞானம், ஆண்டு 5ல் விரிவானார்த்தம், ஆண்டு 6ல் மேல் எழுந்த வாரியாக மாணவர்களின் சிந்தனையை ஏன்? எப்படி? என்ற சிந்தித்து விடை கானும் வகையில் இலகுவில் இனம் காணும் ஏற்ற வாறு அமைந்துள்ளதை மேலேயுள்ள அட்டவ ணையில் ஆண்டு 6க்குரிய பகுதிகள் காட்டுகின்றன. ஆண்ட 7ல் பொறியியல், மின்வியல், ஒளியியல், வானியல் என்பவை சம விகிதத்தில் பாடத்திட்டத்தில் அமைந்துள்ளது. எனினும் இவ்வாண்டில் வெப்பவியல், ஒலியியல் என்னும் விடயங்களுக்கு யிகக் குறைந்த அளவு முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. ஆண்டு 8ல் வானியல் பற்றிய விடயத்திற்கு ஓர் அளவு முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதை அட்டவ ணையில் ஆண்டு 8 க்குரிய பகுதியில் காணலாம். அத்துடன் நீர் நிலையியல், அடர்த்தி அறிமுகம் செய்யப்படுவதையும் அவதானிக்கக் கூடிதாக உள்ளது. ஆனால் இவ்வாண்டில் ஒளியியலுக்கு இடம் அளிக்கப்படவில்லை. ஆண்டு 9 ல் வெப்பவியல், ஒளியியல், வானியல் என்பவை இடம் பெறவில்லை. பொறியியலுக்கு அதிக எவு இடம் அளிக்கப்பட்டுள்ளது. நீர் நிலையியல் மிதத்தல் அறிமுகம் செய்யப்பட்டுள்ளது. ஆண்டு 10ல் பெளத்தீக விஞ்ஞானத்தில் பொறியியல், வெப்பவியல், மின்வியல், ஒலியியல் என்பவற்றிற்கு சமவிடம் அளிக்கப்பட்டுள்ளது. அத்துடன் வானியல், நீர் நிலையியல் என்பன இடம் பெறவில்லை. ஆனால் மின்னின் விளைவுகளில் மின்னின் காந்த விளைவுகள், மின்காந்தத்து தூண்டல் என்பன அறிமுகம் செய்யப்பட்டுள்ளது. அத்துடன் மின்னின் இரசாயன விளைவுகள் மின்னின் வெப்ப விளைவுகள் இடம் பெறகின்றது. ஆண்டு 11ல் இலத்தீற்வியல் அறிமுகம் செய்யப்பட்டுள்ளது. மின்னியலுக்கு முக்கிய இடம் கொடுக்கப்படுகிறது. பொறியியல், வெப்பவியல், ஒளியியல், என்பன இடம் பெறவில்லை. ஒவ்வொர் ஆண்டிலும் பெளத்தீக விஞ்ஞானத்தின் என்னை நீண பிரிவுகள் இடம் பெறகின்றன என்றும், அவற்றை என்னென்ன விகிதத்தில் கற்பிக்கப்படுகின்றன என்பதையும் ஆராய்ந்தோம். இனி ஒவ்வொர் ஆண்டிலும் கற்பிக்கப்படும் விடயம் பற்றிப் பார்ப்போம்.

ஆண்டு லீ கற்பிக்கப்படும் விடயங்கள்.

எமது சுற்றிப்புறச் சூழலில் பல பொருட்கள் உள்ளன. அவற்றை உயிர் உள்ள பொருட்கள் எனவும், உயிரறிற பொருட்கள் எனவும் வேய் படுத்தி தாவரங்களும், விலங்குகளும் உயிர் உள்ளவை எனவும், வளி, நீர் ஆகியனவும் எமது சூழலில் உண்டு எனவும், சூழல் பற்றிக் கற்பிக்கப்படுகிறது. அடுத்துக் கைக்குக் கடினமான தாகக் காணப்படும் நிலையான வடிவம் உடையதுமான பொருட்கள் தீண்மழுகள் என, வும் பாயிந்து செல்லும் தன்மையுள்ளதும் அடங்கி உள்ள பாத்திரத்தின் வடிவத்தை எடுத்துக் கொள்வதும், திரவம் எனவும் பெரும்பாலும் எமது கண்களுக்குத் தொரியாமல் பரவியிருப்பவை வாயுக்கள் எனவும், தீண்மம், திரவம், வாயு அறிமுகம் செய்யப்படுகின்றது. மிகுமிழப்பு, "டங்" என்று ஒலி, விரைவாக வெப்பம் ஏற்றல் ஆகிய தன்மைகளைப்படிய பொருட்கள் உலோகங்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. அங்கூட வாழ்க்கையில் பயன்படுத்தப்படும் அனேகமான பாத்திரங்கள் கருவிகள் செய்வதற்கு உலோகங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன, என உலோகங்கள் பற்றி சிறிய விளக்கம் கொடுக்கப்படுகிறது. நீர் எமக்கு அவசியமானது. கல், மணல், களி மன் ஆகியனவும் எமக்குப் பயன் உடையவை. வேரி, தண்டு, இலை, பூ, காய், பழம், ஆகிய பகுதிகள் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. தாவரங்களில் நாம் பல பயன்களைப் பெறகின்றோம், எனதீ தாவரத்தையும் இங்கு கருத்தில் கொள்ளப் படுகின்றது. சில பொருட்கள் வெப்பம் ஏற்றம் போது அவை திரவம் ஆகின்றன. திரவங்களை வெப்பம் ஏற்றம் போது வாயு வெளியிடப்படும். பொருட்களை வெப்பம் ஏற்றம் போது, அப்பொருட்களில் பல மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. தீண்மங்கள், திரவங்கள், வாயுக்கள் ஆகியன வெப்பம் ஏற்படும் போது விரிவடைகின்றன என வெப்பம் பற்றி மாணவர்கள் சிந்தனையை தூண்டி ஆராயும் விதத்தில் இடம் பெறகின்றது. அத்துடன் எரியும் போது வெப்பமும் ஒளியும் பெறப்படும் எனவும், நிறம் மாறலாம், புகை தூபம் வெளியேறலாம் எனவும், மாணவர்களுக்கு இலகுவான முறையில் தெளிவுபடுத்தப் படுகின்றது. நீரின்றி உயிரினங்கள் வாழ முடியாது. நீருக்கு நிறம் இல்லை. நீருக்குச் சுவையில் இல்லை. மணம் இல்லை. நீரில்

பல பொருட்கள் கரையும் என மாணவரிகள் அறிந்துவந்தை அவர்களுக்கு உறுதிப் படுத்துவதோடு வெப்பமான நீரில் பொருட்கள் இலகுவில் கரைகின்றன எனவும் தனியுபடுத்தப்படுகின்றன. கரைசலிகளை வடிப்பதன் மூலம் கரைந்துள்ள பொருளை மீண்டும் பெற முடியாத எனவும், உப்புக் கரைசலிகளை கடும் வெயியிலில் வைத்து நீரை ஆவியாக்குவதன் மூலம் உப்பைப் பெற முடியும் எனவும், சில கரைசலிகளை வெப்பம் ஏற்றுவதன் மூலம் கரைந்துள்ள பொருட்களை மீண்டும் பெற முடியாது. கரைசலிகளில் கரைந்துள்ள பொருட்களை மீண்டும் பெறும் முறை, சுத்தமான பொருட்களைப் பெற்றுக் கொள்ள உதவும் என விளக்கப்படுகின்றது. நீரில் கரையாத பதாரித்தங்கள் வேறு. பதாரித்தங்களில் கரையக்கூடியன் மன்னெண் இன், தேங்காய் எண்ணெண் இன், பெற்றேல், மதுசாரம் போன்றவை. அவ்வாறு தீரவங்களில் சிலவாகும் எனவும், பெற்றே லை முகர்ந்து பார்த்தல், பெற்றேல் உள்ள பாத்தி ரத்தில் விரலை இடுதல், தீ உள்ள இடங்களுக்கு அருகில் பெற்றேல் உள்ள பாத்தி ரத்தை வைத்திதழல் தவிர்க்கப்பட வேண்டும் என, வாழ்க்கையில் பெற்றேலால் ஏயிப்படும் ஆபத்தை தவிர்க்கும் முகமாகக் கற்பிக்கப்படுகின்றது.

அமிலங்கள், காரங்கள், நடு நிலைப் பதாரித்தம் என்பன பாசித்தா இளக் கொண்டு பிரிக்கலாம் என பரிசோத இன் மூலம் அறிமுகம் செய்யப்பட்டுள்ளது. நீயும் ஒன்றை மீற்றர், சுதம மீற்றர், மிலிலி மீற்றர் ஆகிய அலககளில் அளப்பதற்கு அனு கோலையும், மேற் பரப்புக்களை அளக்க, சுற்றினங்களை அளக்க நாடாகிகளையும், நிறையை அளப்பதற்கு நெம்பு தராசையும், விற் தராசு என்பவற்றையும், நேரத்தை அளக்க நேரி மனிப் பொறி, மனில் கடிகாரம் போன்றவை ஆதி காலத்திலும் தற்போதும் மனி எனும் அலகில் கடிகாரங்களில் அளக்கப்படும் எனவும், வெப்ப நிலையை அளக்க வெப்ப மானியும், பாகை செல்சியஸ்லில் அளக்கப்படும் எனவும், கன அனுக்கு லீற்றர், மிலிலி லீற்றர், போன்ற அலகுகள் இல்லாண்டில் இடம் பெறகின்றது. அடுத்த வளிக்கு இடம், தேவை நிறையுண்டு. உதவப்பெற ஏற்படுத்தும், அடைகிழமீ இடம் முழுவதும் நிரமிபிக் கொள்ளும். வளி இல்லியல்புகளில் சில சந்தர்ப்பங்களில் எமக்கு உதவுகின்றன எனவும் தனியுபடுத்தப்படுகின்றது. ஒளியும் ஒரு சக்தியுண் வடிவம். சூரிய கலம் சூரிய ஒளியை மீண்டுக்கார்ந்திமீ தன்மை உடையது. எமது உயிரி தொழிற் பாட்டில் நாம் செலவு செய்யும் சக்தி, தாவர இலைகளில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு உணவுகளில் இருந்தே

மாற்றும் தனிமை உடையது. எமது உயிர் தொழிற்பாட்டில் நாம் செலவு செய்யும் சக்தி தாவர இலைகளில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட உணவுகளிலிருந்தே எமக்குக் கிடைக்கின்றன என அறியப்படுத்தப்படுகின்றது. யின் ஒரு சக்தியின் வடிவம். வெப்ப சக்தி யின் சக்தியாக மாற்றும் அடையும். சூரியனிலிருந்து வெப்பம் பெறப்படுகின்றது. அதீடன் விறகு, மன்னெண் இன், நிலக்காரி போன்ற பொருட்களை ஏரிப்பதன்னுலம் வெப்பம் பெறப்படும் எனவும், ஒவி ஒரு சக்தியின் வடிவம். ஒவி பிறக்கும் பொருட்கள் ஒவி முதல்கள் என அழைக்கப்படும் எனவும், ஒவி முதலில் ஏற்படும் அதிரீவு காரணமாகவே அதில் இருந்து ஒவி பிறப்பிக்கப்படுகின்றது எனவும் அடிப்படைத் தத்துவங்களுக்கு அமைய எனிய முறையில் விளக்கப்படுகின்றது. சூரியன், சந்திரன், உடுக்கள், முகில்கள் எனிபன வானில் கானக்கூடியதாக உள்ள இயற்கைப் பொருட்கள் சிலவற்றையும் வானியில் எடுத்து விளக்கப்படுகின்றது.

இங்கு உதாரணங்களைப் பரிசோத இனக்குப் பயன்படுத்தக் கூடிய உபகரணங்கள் யாவும் எளிதாக அன்றை வாழ்க்கையில் பெறக்கூடியதாக இருப்பதும் எனிய நடையில் வாக்கியங்கள் அமைந்திருப்பதும் சிறப்பு அமீசங்கள் என்றே நாம் கருத வேண்டும். எனிறும் கிராமப்புறச் சூழலை அணிய மாணவர்கள் இவற்றைக் கற்க அரமிபத்தில் இடரிப்படலாம்.

உண்கின்ற உணவு வகைகளைக் கொண்டு விலங்குகளைத் தாவர உண்ணிகள், அனைத்திலும் உண்ணிகள் என வகைப்படுத்தலாம். தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் இடையே உள்ள உணவுத் தொடர்புகளை உணவுச் சங்கிலிகளாகக் குறிப்பிடலாம், என்ற வகையிலும் மாடு அசை போடுகின்ற ஒரு விலங்காகும்.

உணவை மென்று விழுங்கும் ஆறுஞ்சியின் பற்கள் பற்றியும், உணவை மெங்கலாமல் விழுங்கும் விலங்குகளின் பற்கள் பற்றியும், உணவை உறிஞ்சிக் குடிக்கும் விலங்குகளின் வாழுறப்புக்கள் பற்றியும் அலகு ஒன்றில் ஆராயப்படுகின்றது. நீர் பற்றி ஆண்டு 6ல் பார்த்த விடயங்கள் சற்று விரிவாக்கப்பட்டு நீரானது விவசாயம், கைத் தொழில் துப்பரவு, சுக்தியின் உற்பத்தி, போக்கு வரத்து, உணவு தயாரித்தல் போன்ற பல வகையான தேவைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நீரை மழு நீர், ஆற்ற நீர், வாவி நீர், கடல் நீர் என வகைப்படுத்தியும் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தகுந்தனவு நீர் தேவை எனவும், தாவரங்கள், விலங்குகள் என்பவற்றில்  $2/3$  நீராகும். நீர் உறையும் போது பளிக்கட்டிகள் நீரில் மிதக் கிணிறன எனவும், எனவே கடவில் வாழும் மீன்களும் மற்றும் உயிர் இனங்களும் குளிர் காலங்களில் வாழுகின்றன எனவும், நீர் வாழும் விலங்குகள் எமகிஞ்சுத் தேவையான எல்லாவற்றையும் நீரில் இருந்து பெறகின்றன எனவும், இவற்றின் உடல்கள் நீரில் இயங்குவதற்கு ஏற்றவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன விதம் பற்றியும் அலகு 2ல் ஆராயப்படுகின்றது. அலகு 3ல் பின்வருவன ஆராயப்பட்டு விளக்கப்படுகின்றது. அதாவது வளி நீராவியைக் கொண்டுள்ளது. தகனம் அடைய ஒட்சிசன் வாயு தேவை ப்படுகின்றது. எல்லா உயிர் இனங்களினதும் சுவாசத்திற்கு ஒட்சிசன் வாயு தேவைப் படுகின்றது. காபனிரோட்சைட்டு வாயுவானது சுவாசத்தின் போதும் தகனத்தின் போதும் உருவாகின்றது. வளியின் பெரும் பகுதி நெதரசன் வாயுவைக் கொண்டுள்ளது. வளியானது வாயுக் கலவையாகும். எல்லா உயிர் அங்கிகளும், விலங்குகளும் மனிதன் உட்பட ஒட்சிசன் இல்லாவிட்டால் ஒரு குறுகிய நேரத்தில் இருக்க நேரி

ஞம் என்பன விரிவாக எடுத்தியமீபப்படுகின்றது. இனி அலகு 4ஐ எடுப்போம், ஆனால் இவ்வகைல் பெரும்பான்மையாக உள்ளியல் விஞ்ஞானத்திற்கு இடம் அளிக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது வெவ்வேறு இடங்களில் உள்ள மண்ணின் நிறமும், இயல்பும் வேறு படும். மண்ணில் உள்ள அழுக்கடைக்கின்ற தாவரப் பகுதிகளும், விலங்குப் பகுதிகளும் முக்கியமான பங்கைக் கொள்கின்றன. சாதாரண கண் பார்வைக்கு தெரியாத மிகச் சிறிய அங்கிக லை மண் உள்ளடிக்கீக் கொள்கின்றது. இவை மண் அங்கிகள் எனப்படும். சாதாரண கண் பார்வைக்குத் தெரியாத அங்கிகள் நுண்ணங்கிகள் எனப்படும். அங்கிகள் இருப்பதாலேயே மண் வளம் உள்ளதாகின்றது. இவ்வங்கிகள் மண்ணில் உள்ள பல்வே பதார்த்தங்களை அழுக்கடையச் செய்கின்றன. மண்ணுக்கும் வளி, நீரி, ஆகியவற்றும் உள்ளடங்கி இருக்கும். தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவைப்படுகின்ற நீரி மண்ணில் இருந்து வேரினுள் உறிஞ்சப்படுகின்றது. மழை நீரி ஒடும் போது அது மேற்பரப்பில் உள்ள மண் இனக் கழுவிச் செல்கின்றது. அலைகள் கரையை அடிக்கும் போது இளக்கமடைந்த மண் கடலினுள் கழுவிச் செல்லப்படுகின்றது, என மண் இனப்பற்றிய விரிவான அறிமுகம் இவ் அலகில் இடம் பெறகின்றது. அலகு 5ல் வேலையை எளிதாக்கல் என்றும் தலைப்பில் மிகவும் பயனுள்ள அளிருட வாழ்வில் நேரடியாகப் பயன்படுத்தப்படும் விடயங்களுக்குக் காரணம் காணக்கூடியதாக உள்ளது. இவ் அலகில் நெமிபு வகைப் பொறிகள், சாய்தள வகைப் பொறிகள், கம்பி வகைப் பொறிகள், சில்லோடு அசீசானி வகைப் பொறிகள், எளிய பொறிகள் எனவும், இவை அவற்றின் செயற்பாட்டிற்கேற்ப பாகுபடுத்தப்படுகின்றன. அடுத்த உராயிவு என்றும் பதம் அறிமுகம் செய்வதோடு இதனால் பொறிகளின் தொழிற் பாட்டிற்குத் தடையேற்படுகின்றது. இதைத் தவிர்க்கக் கையாளக் கூடிய முறைகள், அதிகாட்டி உராயிவில் ஏற்படும் நன்மைகள் என்பன ஆராயப்படுகின்றது. அலகு 6ல் மின் இனக் கொண்டு வேலை செய்தல், அதாவது பொயி முறை சக்தியாக, வெப்ப சக்தியாக, ஒளிச் சக்தியாக மின் சாதனங்கள் உபயோகப்படுகிறது எனவும், எளிய மின் சுற்று, மின் பாயும் எளிய பாதை எனவும், கலம் ஒன்றில் முடிவிடத் தில் இருந்து - முடிவிடத்திற்கு மின் பாயக் கூடியதாகத் தொடுக்கப்பட்டு, முடிய சுற்று எனவும், மின்குமிழ் மின் - சூடு கலம், மின்கலம், சூரியக் கலம், கடனமோ, ஈயச் செயிப்புக் கலம் அறிமுகம் செய்யப்படுகின்றது. மின் அழுத்தி, மின் கேத்தல்,

மின் அடுப்பு, போன்ற சாதனங்களில் பயன்படுத்தப்படும் கோட்பாடுகள் என்பன ஆராயப்படுகின்றது.

அலகு 7ல் எமக்கு ஒரு தோற்றும் பொருள் தோற்றும் விதம் பற்றி ஒளியினாடாக ஆராயப்படுகின்றது. நாம் எந்த ஒரு பொருளையும் பாரிப் பதற்கு ஒளி அவசியம். முக்கிய இயற்கை ஒளி யதல் சூரியன் ஆகும். என்னையீ விளக்கன், மெழுகுதீரி, மின் விளக்கன் போன்ற செயற்கை முதலிகளில் இருந்தும் நாம் ஒளியைப் பெறகின்றோம். ஒளி ஆடுருவும் தன்மை உடையது. சீல பொருட் களின் ஜடாக ஆடுருவும். சீலவற்றின் ஜடாகக் கசியும். சீல ஒளியை ஆடுருவ விடாத பதார்த்தங்களும் இன்னு. ஒளி நேர்க் கோட்டில் செல்லும். இதன் விளைவாகவே ஒளிக் கீற்றக்கள் உண்டாகின்றன. அத்துடன் ஒளி புகாப் பொருட்களில் நிறம் கள் ஏற்படுகின்றன. ஒளி தெறிப்படையும் தன ஆடியில் பெறப்படும் விமிபத்தின் சிறப்பியல்புகள். இரு தன ஆடியால் உண்டாகும் விமிபங்கள், வளைந்த ஆடிகள். அதாவது குழி வாடி, குவி வாடி. அத்துடன் உண்மை விமிபம், மாய விமிபம் என் பனவும் ஆராயப்படுகின்றது.

அலகு 8ல் சூரியன், சந்திரன், பூமி பற்றியது. இங்கு சூரியனின் பயன்கள் ஆராயப்படுகின்றது. சூரிய அடுப்பு, சூரிய கலத்தைக் கொண்டே உபகோ ஸி என்பன அறிமுகம் செயியப்படுகின்றது. தந்திரன், புவியில் இருந்துள்ள தூரம் சந்திரனின் விட்டம் தொலைக் காட்டியின் ஜடாகப் பார்க்கும் போது சந்திரனின் தோற்றும், சந்திர மேற்பரப்பின் படம், புவியைக் காட்டிலும் சந்திரனில் ஈர்ப்பு விசை வேறுபாடு என்பனவும், புவியின் கோள வடிவம் எவ்வாறு உறுதி செயியலாம். புவியின் சுழற்சி சூரியனுல் வட துருவும், தென் துவும் என்பனவும், பகல், இரவு எவ்வாறு தெந்றுகின்றது எனவும், புவியின் மண்டலம் உள்ள தனம், மண்டலத் தனம் எனவும், பருவ மாற்றங்களும் புவியின் இயக்கம், சந்திரனின் இயக்கம், பெளர்ணயிச் சந்திரன், அமாவாசைச் சந்திரன் என்பனவும், நிற லைப் பயன்படுத்தி, நேரத்தை அளக்கும் முறையையும் இங்கு ஆராயப்படுகின்றது.

ஆண்டு 8ல் கற்பிக்கும் விடயங்கள்.

ஆண்டு 6, ஆண்டு 7ல் விண்ணான பாடப் பரப்பையே ஆராய்ந்தோம். காரணம் ஒன்றிணந்த விண்ணானமாக விண்ணான பாடத் திட்டம் அமைந்தாலும், ஒன்ற டன் ஒன்ற பெள்க, உயிறியல், இரசாயன விண்ணான அடிப்படையில் பின்னிப் பிணந்த இருப்பதாலும் அவ்வாறு பார்த்தோம். ஆண்டு 8ல் இருந்து எமது விடயமாகிய பெள்கீ விண்ணானத்தைப் பற்றியே ஆராய உள்ளேன். ஆண்டு 8ல், அலகு 2ல் வளி மண்டல மாற்றங்கள் என்னும் தலைப்பில் சூரியன் கொடுக்கும் வெப்பத்தின் வெப்ப நிலையாகும். இவ்வெழிப்பு பொருட்கள் பெறும் போது அவற்றின் வெப்ப நிலைகள் கடற்காற்ற, தரைக் காற்ற, வளி மண்டலக் காற்ற, ஈரப்பற்ற, பனிபடு நிலை கானும் முறை முகில்கள், முகில்களின் வேறுபாடுகள், அவற்றை வேறு படுத்திற்கான ஏற்ற படம், மழை மானி அமைக்கும் முறை, தீரவயில் பார மானி, தாழ் அழகிக்கும் உண்டாகும் போது காற்ற வீசுவதற்கான காரணம், சூரியன் உண்டாகக் காரணம், ஆதிவாசிகள், தற்கால வானிலை எதிரிவு கூறல், ரேடார் செயற்கைச் சந்திரன் என்பன ஆராயப்படுகிறது. நிறையைக் கொண்டிருத்தல், இடம் நிரப்புதல் ஆகியவை எல்லாம் பொருட்களுக்கும் பொதுவான இரு இயல்புகள் ஆகும். ஒரு பொருள் கொள்ளும் வெளி, அப்பொருளின் கண அளவு எனக் கூறப்படும். கண அளவு வெப்பம், ஒளி, ஒலி, மின்னேட்டம் போன்றவை போன்ற சக்தியாகும் பொருளில் லை. நிறையை உடையதும், இடத்தை நிரப்புக் கூடியதுமான பொருட்கள் சடப் பொருட்கள் என அழைக்கப்படும். வாயுக்கருக்கு நிலையான வடிவமோ, நிலையான கையளவோ இல்லை. கலவை ஒன்றின் குறுகள், தீண்ம, தீரவ அல்லது வாயு என்கும் எந்த நிலையும் அழையக் கூடும். இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மூலகங்களைக் கொண்ட பொருட்கள் சேர்வை என அழைக்கப்படும். வெப்பம் ஏற்றவது மூலம் சில சேர்வைகளில் உள்ள மூலகங்களைப் பிரிக்க முடியும் என அலகு 5ல் தெளியிப்படுத்தப்படுகின்றது. அலகு 6ல், தீண்மம், தீரவம், வாயு ஆகிய மூன்ற நிலைகளிலும் காணப்படும் பதாரித்தங்களை வெப்பம் ஏற்றிய போது இன்னுள்ளிவடைந்துபடகுவிருப்பதைக் கேள்வு பேர்தாழ் சுருங்குகின்றன. பதாரித்தம் வெப்பம் ஏற்றும் போது உண்டாகும்

விரிவையும், குளிரும் போத ஏற்படும் சருக்கத்தையும், சூடிடின் அளவை, அதாவது வெப்ப நிலையை அளக்கும் வெப்ப மானியில் பயன்படும் தத்துவமாகும். உயர் வெப்ப நிலையில் கொத்திதல், தாழ் வெப்ப நிலையில் உறைதல், மெல்லிய குழாயின் இடப்படும் திரவம் தெளிவாகத் தென்படுதல் என்பன வெப்ப மானியில் உள்ள திரவத்தீர்க் கீருக்க வேண்டிய சீல இயல்பாகும். வெப்ப மானி தயாரிக்கும் முறை உடல் வெப்ப மானி என்பன ஆராயப்படுகின்றன. அலு 7ல் ஒளியிய லை விடயமாகக் கொண்டிருக்கிறது. ஒளிக்கற்றை ஒன்று ஆடுகாட்டும் ஊடகம் ஒன்றிலிருந்து மற்ற யூரூ ஆடு காட்டும் ஊடகம் ஒன்றிற்குச் செல்லும் போது இரு ஊடகங்களின் மேற்பரப்பில் மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. முறிவடையும் போது ஒளிக் கற்றை சீல ஊடகங்களில் செவில் இன் நோக்கியும், சீவுற்றில் நெவில் இன் விலக்கியும் செல்லும். கண் பற்றிய அறிவு தூரத்தைத் தீர்மானிக்க இரு கண்களும் அவசியம் என இடம் பெற்றுள்ளது.

அலகு 8ல் மின்னில் காந்தம் உண்டாக்கும் தன்மையை விளக்குகின்றது. அதில் நிலை மின்னேற்றத்தின் ஆரம்ப அறிவு, அதாவது நேரி, எதிரி ஏற்றும், நடு நிலையானவையும், அவற்றின் கவர்ச்சிக் பற்றியும் கூறப்படுகின்றது. நேரி, எதிரி ஏற்றும் தோன்ற அடிப்படைக் காரணம் மின் அடுப்பு, மின் கேத்தல், மின் அழுத்தி போன்ற கருவிகளில் மின் சக்தி வெப்ப சக்தியாக மாற்றப்படுதல். புவித் தொகுப்பு எப்பொழுது, என் செயிய வேண்டும் என்பனவும் காந்த இயல்புகள், காந்த முனைக்கவளின் கவர்ச்சிக்கு தன்மைகள் காந்தப் புலம் என்பன ஆராயப்படுகிறது.

அலகு 9ல் அடர்த்தி பற்றி அறிமுகப்படுத்தப்படுகிறது. இதில் சுதர முகி, செவிவகம் போன்ற எனிய கேத்திர கணித வடிவங்கள் பொருட்களின் கண அளவைக் கண்டு, அடர்த்தி காணும் முறை, திரவங்களுக்கு அளவுச் சாடியிலின் கண அளவைக் கண்டு அடர்த்தி காணும் முறை, காணப்படுகிறது. அளவையின் உணர்திறன், குழாயிகளின் உணர்திறன், மிதத்தைல், நீரமானி என்பனவையும் அறிமுகம் செய்வதோடு, அடர்த்திப் பதார்த்தங்களின் தூய்மை அளவிடப் பயன்படுகின்றது என்றும் அறியப்படுகின்றது.

அலகு 10ல் இரண்டு பொருள் ஒன்றடன் ஒன்று சுவருவதால், ஈரிப்பு உருவாகிறது. எனவும், ஈரிப்பு புவியினுல் மாத்திரம் காட்டப்படும் ஒரு செயல் அல்ல ஏனைய வான் பொருள்களும் ஈரிப்பைக் கொண்டுள்ளன. நிறையின் வரைவிலக்கணம், விசையின் அலகு நிறையும் ஒரு விசை, நிறையை அளவிடப் பயன்படும் கருவி, தீவிலின் வரைவிலக்கணம், தீவிலின் அலகு, தீவிலுக் கூட ஒப்பிடப் பயன்படும் தத்துவம், ஈரிப்பு விசையைப் பரிசோதனையால் எவ்வாறு அவதானிக்கலாம், சந்திரனின் ஈரிப்பு விசைக்கும், புவியின் ஈரிப்பு விசைக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு என்பன எளிய உதாரணங்களுடன் இங்கு விளக்கப்படுகின்றது.

வளியின் அமைப்பு, வளியில் ஒடைசனின் சத வீதத்தை கணித்தல் , வளியில் அடங்கியுள்ள ஏனைய வாழுக்கள் என்பன பற்றி ஆராயப்படுகின்றது. தனவாடியினால் உண்டாலும் ஒளித் தெறிப்பு, தனவாடியில் உண்டாகிக்கப்படும் விமிபங்களின் இயல்புகள், வளைவாடிகள், கோள வாடிகளின் முக்கிய புள்ளிகளும், அசீசக் கஞ்சம், கதீர்ப்படங்கள், விமிபத்தின் பெரிதாகிகம், கோளவாடிகளின் உபயோகம், கோளவாடிகளின் குறைபாடுகள் என்பன ஆராயப்படுகிறது. காவிக் கணியங்களும், எண்ணிக் கணியங்களும் விசை ஒரு காவிக் கணியமாகும். இரண்டு விசைகளின் விளையுள் ஒன்றுக்கொண்டு சாய்வான, சமாந்தரமான விசைகள் இரண்டின் விளையுள், ஒன்றுக்கொண்டு சாய்வான இரண்டு விசைகளின் விளையுள் என்பன காணப்படுகின்றது. விசையினை, விசைத் திருப்பங்கள், வேலையும், சக்தியும், வேலை சக்தி, அழுத்தச் சக்தி, இயக்கப் பாட்டுச் சக்தி என்பனவும் இடம் பெறகின்றது. அடர்த்தியும், சார் அடர்த்தியும் ஒரு பொருளின் சார் அடர்த்தியைத் துணிதல் பொருள் ஒன்று. தீரவம் ஒன்றினுள் அயிழ்த்தப்படுத்தினால் உண்டாலும் மேல் உதைப்பு ஆகிக்கிழிசின் விதி, தீரவங்களில் மிதத்தலும், அயிழ்தலும் வளியில் பலா ஸ் மேலே எழுதல் என்பன ஆராயப்படுகிறது.

மின்னேட்டத்தின் விளைவுகள், கடத்திகள், குறை கடத்திகள், காவலிகள் மின்னேட்டம் எவ்வாறு தோன்றுகின்றது, மின்னேட்டத்தை அளத்தல், அழுத்தவித்தியாசம், ஓயின் விதி, தடைகளின் தடையை அளத்தல், தொடராக இணக்கப் பட்ட தடையிகள், தடைத் தீரன், கடத்துத் தீரன் என்பன இடம் பெறகின்றன.

ஆண்டு 10ல் கற்பிக்கப்படும் விடயங்கள்.

வெப்ப நிலை, வெப்பமானி, வெப்பம் ஒரு சக்தியின் ரூபம்.

வெப்பக் கிகாளிளவின் வரைவிலக்கணம், வெப்பத்தை அளக்கும் அலகு, வெப்பக் கடத்தத் தீர்ண் என்றும் சொல் உபயோகிக்காமல் அது பற்றிய ஓரம்ப அறிவு, தன் வெப்பக் கொள்ளவு என்பதன் வரைவிலக்கணம், தரைக் காற்று, கடற் காற்று ஏற்படக் காரணம், உருகு நிலை, உறை நிலை, உருகுதல், உறைதல், உருகவின் தன் மறை வெப்பம், ஆவியாதல், தன் மறை வெப்பம் என்பவற்றின் விளக்கம். எரிதலு பொருட்கள், எரிபற்ற நிலை என்பதையும், கலோறிப் பெறுமானம். எரிதலின் போது சக்தி வெளியேற்றம், பூரண தகணம், குறை தகணம், தீரி மண்ணெண் இன அடுப்புகளும், அழுகீக மண்ணெண் இன அடுப்புகளும் அலகு 6ல் ஆராயப்படுகின்றது.

அலகு 7ல் தூரமும் இடப் பெயர்ச்சியும் என்ற தலைப்பில் நியூற்றனின் முதலாம் விதி, இரண்டாம் விதி, முன்றாம் விதி என்பன எளிய பரிசோதனைகளுடன் விளக்கப்படுகின்றது.

ஆண்டு 9ல் 1ம் வகை நெம்பு, 2ம் வகை நெம்பு, 3ம் வகை நெம்பு எவ்வாறு பிரிக்கப்படுகிறது என்பதையும், நெம்பு ஒரு பொறியாகும் என்பதன், பொறியின் பொறி முறை நயம், வேக விகிதம், தீர்ண், நெம்பின் வேக விகிதம் என்பவற்றின் வரைவிலக்கன்மீ, அவற்றின் பெறுமதி, கானும் கோவைகள், சீல்லம் அச்சானியும் ஒரு பொறியாகும் எனவும், அதன் வேக விகிதத்தைக்குரிய கோவை எண்பனவும், கப்பி அதில் அந்தமில்லாத பட்டி மூலம் சக்தியை ஒடு கடத்தும் போது இயங்கும் பற் சீல்வின் கதி, இயக்கப்படும் பற் சீல்வின் கதி என்பவற்றின் விகிதத்தைக்குரிய அவற்றின் பற்களின் எண்ணிக்கைக்கஞ்சக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு என்பன விளக்கப்படுகின்றது.

அடுத்த அலகு 12ல் ஒவ்வு பற்றிய விளக்கம் இடம் பெறகின்றது. பதார்த்தம் ஒன்றில் ஏற்படும் அதிர்வு காரணமாக அலைகள் உண்டாகின்றன.

அலை செல்லும் ஆடகத்தினது துணிக்கைகளின் சலனம், அலை செல்லும் தீசைக்கு செங்குத்தாய் அமையுமாயின், அவில் லை குறகீக்க லை என வரைவிலக்கண்ம் கூறப்படுகிறது. குறகீக்க லையின் முடியும் தாழியும் உண்டு. இவிலாறு நெட்டாங்கு அலையின் அமைப்பும் வரைவிலக்கணமும் கூறப்படுகிறது. அடுத்து அதீர்வெண், அலை நீளம், ஒளியின் வெகும், என்பவற்றிற் கிடையேயுள்ள தொடரிபு, ஆடகத்திற்கு ஒவி செல்லும் போது ஒவியின் கதி மாறுபடும் தன்மை, மனிதச் செவியின் மீடிரன் வீச்சு, இசை ஒவிகள், இசைக் கருவிகளின் விசைகள் என்பன ஆராயப்படுகின்றன.

அலகு 14ல் யின் சக்தி வெப்ப சக்தியாக மாறும் விதம், அதை அளவிடுவதற்குரிய சமன்பாடு, கடத்தியின் வலு, யின் பகுப்பு, யின் மூலாயிடல், உலோகப் பிரித்தெடுப்பு, உலோகச் சுத்திகரிப்பு, யின்னேட்டத்தினுல் உண்டாகும் காந்தப் புலம், காந்தபாயம், மின்காந்தம், நிலையான காந்தம், பிளமின்சின் வலக்கை வீதி, யின்வியக்க விசைத் தூண்டல், யின்வியக்க விசை, யின் காந்தத் தூண்டல் தொடர்பான பரடே விதி, தென்மோ, யின்காந்தத் தூண்டல், ஆடலோட்டம், நேரி ஓட்டம், வீடுகளுக்கு வழங்கப்படும் மின்னின் இயல்பு, நிலை மாற்றி என்பன இவிலவசில் ஆராயப்படுகிறது.

அலகு 16ல் ஒருங்கு வில்லை, விரி வில்லை, வளைவு மையம், தலைமை அச்சு, தலைமைக் குவியம், அவற்றில் உண்டாகும் விமீமங்களின் இயல்பு, உண்மைவிமீபம், மாய விமீபம், ஒளியியற் கருவிகள், பாரிவைக் கோணம், நனுக்குக் காட்டி, பொருளி, பாரிவைத் தண்டு, உடுத் தொலை காட்டிகள், அதாவது தெறிப்புத் தொலை காட்டி, முறி தொலை காட்டி என்பன. முறி தொலை காட்டியின் இயல்புகள், தெறிப்புத் தொலை காட்டியின் இயல்புகள் என்பன ஆராயப்படுகின்றன. அரிய இரு விழி என்பதும் இங்கு இடம் பெறகின்றது.

அலகு 4ல் கடத்தி, காவலி, குறைகி கடத்தி என்பன, குறைகி கடத்தி மலகங்கள் ( யேமானியம், சிலிக்கன் ) தூ மினம் அந்த நிலை, தூ மினம் அந்த குறைகி கடத்திகள் இரு வகை எனவும், அவீவகைகளையும், சந்தி, குறைகி கடத்தி இரு வாயி, இரு வாயின் பயன்கள் பயன்பாடு, தீரான்கிறீர், இதன் தொழிற்பாடு, நனுக்குப் பன்னி, ஒவி பெருக்கி, ஒவி பன்னி, அவற்றின் தொழிற்பாடு, கொள்ளவி, வானைவி, வானைவி அதன் பயன்கள்.

அலகு 7ல் மின்கலம், ஒன்றில் நடைபெறும் இரசாயன மாற்றம், எனிய கலத்தின் தொழிற்பாடு, குறைபாடு, உலரி கலம், முதன்மைக் கலம், தூண் கிகலம் அல்லது சேமிப்புக் கலம், சுய அமிலக் கலம், திக்கல்-இரும்பு காரகி கலம். மின் கலத்தின் தொடர் நிலைத் தொடுப்பு, மின் கலத்தின் சமாந்தர நிலைத் தொடுப்பு, என்பவற்றின் மின் அமுத்தி வேயபாடு, பற்றறி, மின்கலத்தைப் பாதுகாத்தல், மின் கக்தியின் உற்பத்தி செய்யும் முறை, மின் சக்தி ஆடு கடத்தல், ஆடு கடத்தும் போது சக்தி இழப்பைக் குறைத்தல், படி கூட்டும் நிலை மாற்றி, படி குறைக்கும் நிலை மாற்றி, நெயியரி ஆடு கடத்தல் தொகுதி, இலங்கையின் வீட்டுத் தேவைகளுக்காக 230 வோல்ட்ரு ஆடலோட்டமே பயன்படுத்தப்படுவது. சூரியக் கலங்கள், சூரியப் படல், உளிர்க் கம்பி, நொதமற் கம்பி, உயிர்க்கம்பியும் நொதமற் கம்பியும், மின்மானி, தலைமை ஆளி, புவிப் பொசி வுக் தடக்கு ஆளி ஆகியவற்றின் ஊடாகப் பரப்பற் வெற்றிக்குச் செல்லும் விதம்.

அவை வீட்டில் இருக்கும் விளக்கப்படும் சுற்றுக்கள், குறைச் சுற்றுக்கள், அடுப்புச் சுற்றுக்கள் என்பவை இஜைக்கப்படும் மாதிரி வடிவம், உயிர்க் கம்பியினாடு செல்லும் பொதுவான மின்னேட்டம், உருகிக் குதையுடன் தொடுக்கப்படும் சாதனத்தின் உடலோக உறை, அதனாடாகப் புவியுடன் தொடுப்பதால் பெறப்படும் பாதகாப்பு. புவிப் பொசிவுத் தடக்கு ஆளி, அதன் பயன், இத்துடன் வீட்டு மின் சுற்று கணமாகப் பேணி நல்ல நிலையில் வைத்திருக்க வேண்டும் எனவும், இதனால் திடீரி

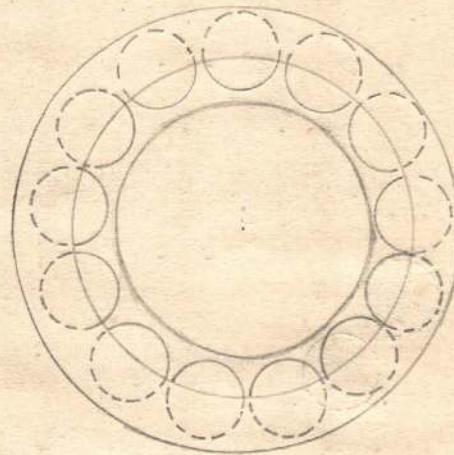
விபத்துக்கள் தவிரிப்பதற்கு உதவும் எனவும், விரிவாக ஆராயப்படுகின்றது.

அலகு 8ல் ஒவியில் பற்றியதாகும். இங்கு ஒவியின் முக்கிய அறப்பியலிபுகள், ஒரு சுரத்தின் சுருநி, உரப்பு, பண்டு என்பன, ஒவி அலையில் தங்கியிருக்கும் காரணிகள் முறையே மீடிறன் வீசிகம், அலை வடிவம் எனவும், ஒழுங் கான அதிர்வு, ஒழுங்கற்ற அதிர்வு, இசைச் சுரவாரி, ஒவித் தெறிப்பு, எதிரொலி, எதிரி ஒவி பயன்படும் சந்தர்ப்பங்கள், எதிரொலிக் ளைக் குறைக்க கூக்யாஞும் முறைகள், ஒவியை உண்டாக்கிய பினினர் மீண்டும் உண்டாக்கக் கூடியவாறு பதிவு செய்வதற்கு பேரி பெற்ற முன்ற வழிவகைகள், அதாவது நாடா ஒவிப்பதிவு, பனினல் வரையித் தட்டு, சினிமாப் படச் சுருளின் ஒவித் தடம் என்பன பற்றியும் இவ்வியலில் ஆராயப்படுகின்றது.

சிறு கைத்தொழில்களில் இடைநிலை பெளதீக விஞ்ஞானத்தின் பிரயோகம்.

பெளதீக விஞ்ஞானத்தின் பிரயோகம் அநேக பொருட்களில் இடம் பெற்றிருள்ளது. எனவே, பெளதீக விஞ்ஞானத்தின் பிரயோகம் என்றும் விடயம் சாரி பாகக் கைத்தொழில் பொருட்களை நாம் ஆராய்வோமாயின் கண்ணில் தென்படும் பொருட்கள் அனைத்தும் ஏதோ விதத்தில் பெளதீக விஞ்ஞானத்தைப் பிரதி பலிக்கக் கூடியும். அதாவது அப்பொருட்கள் உருவாக்குவதில் இடம் பெற்றிருக்கிறும் அல்லது அப்பொருள் உபயோகிப்பதில் இடம் பெற்றிருக்கிறும். எனவே பெளதீக விஞ்ஞானத்தில் கற்பிக்கப்படும் இடை நிலைக் கல்வியின் எல்லைக்கள் சில விடயங்களை மட்டும் நாம் இங்கு ஆராயப்போகின்றோம். அதாவது தற்போது கற்பிக்கும் முறையில் முன் இன்யத் தீர்மானம் பொரிய மாற்றங்கள் இடை நிலைப் பெளதீக விஞ்ஞானத்தில் காணப்படுகிறது. அதாவது ஒன்றினைத் தொடர்த்திட்டமே இப்பொழுது நடைமுறையிலுள்ளது. இது மாணவர்களை விரைவாகச் செய்தித் தத்துவங்கள், விதிகளிலிருந்து பெற வேண்டிய அறிவைப் பெறுவதற்கு உதவி பூரிகின்றது. உதாரணமாக மின்சியல் பற்றிய அறிவு கற்பிக்கப்படுகிறது. இதன் பின் இவற்றினால் பெறப்படும் பெறப்போது தென்மோ என தென்மொ வின் குறுகள் செயற்பாடுகள் பற்றி ஆராயப்படுகிறது. எனவே, மாணவர்கள் கற்றவை எங்கே? என்ன விதத்தில்? என்ன நோக்கத்திற்காக? எவ்வாறு பயனிப்படுத்தப்படுகிறது என்பதை பூரியக் கூடியதாக உள்ளது. நாம் இங்கு பாடப் பதில் அடக்கப்பட்டுள்ளவற்றை பற்றியே ஆராய இருக்கிறோம். இங்கு பாடத்திட்டத்தில் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட விதத்தில் ஆராயலில் இல்லை. எனினும் ஒவ்வொர் பெளதீக விஞ்ஞான விடயங்களில் ஓர் இரு பொருட்களில் எவ்வாறு பிரயோகிக்கப்படுகிறது என்பதையே ஆராயப்போகிறோம்.

உராயிலும் பயன்பாடும்.



அனிட வாழ்விலீ வேலைகளைச் செய்வதயினால் பயன்படுத்தப்படும் பல உபகரணங்களினதும் பொறிகளினதும் பல்வேறு பகுதிகள் ஒன்றக்கொன்று தொடுகையுறிரிஞக்கும். இந்த உபகரணங்களை அல்லது பொறிகளை தொழிற்படுத்தும் போது தொடுகையுறிறுள்ள மேற் பரப்புகளுக்கு இடையில் தொடரிபு இயக்கம் ஏற்படும். எனவே, அவற்றைக் கிடையில் உராயிலு விசை தொழிற்படுகின்றது. பொறிகளால் வேலை வெயியும் போது அவ்வுராயிலு விசைகளுக்கு எதிராக வேலை செய்ய வேண்டியிருப்பதால் அதற்காகவும் சக்தி செலவிடப்படுகின்றது. அது பயன் இன்றி விரயமாகும் சக்தியாகும். ஏதாவது விதத்தில் இவ்வுராயிலு விசையைக் குறைக்க முடியுமாயின், சக்தி வீண் விரயமாவதைக் குறைக்க முடியும். தொடுகையுறும் மேற் பரப்புகள் கரடு முரடாகி இருப்பதைக் குறைப்பது அல்லது அவற்றை அழுத்தமாக்குவது உராயிலைக் குறைக்க ஒரு முறையாகும். தொடுகை மேற்பரப்புக்களை தனித்தனியாக்கி தொடுகையுறக் கூடிய மேற் பரப்பை அளிக்கவல்ல பதாரித்தமொன்றை முன் கூறிய இரண்டு மேற் பரப்புக்களுக்கும் இடையே செலுத்துதல் இன்னேர் முறையாகும். காரீயம், மசகெண்டை, கிர்சு ஆகியவை அவ்வாறு செலுத்தப்படும் பதாரித்தங்களாகும். சில வேளைகளில் இந்நோகிகத்தை நிறைவேற்றுவதற்காக உலோகக் குண்டுகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சைக்கிள் ஒன்றின் மிதி பிடியில்

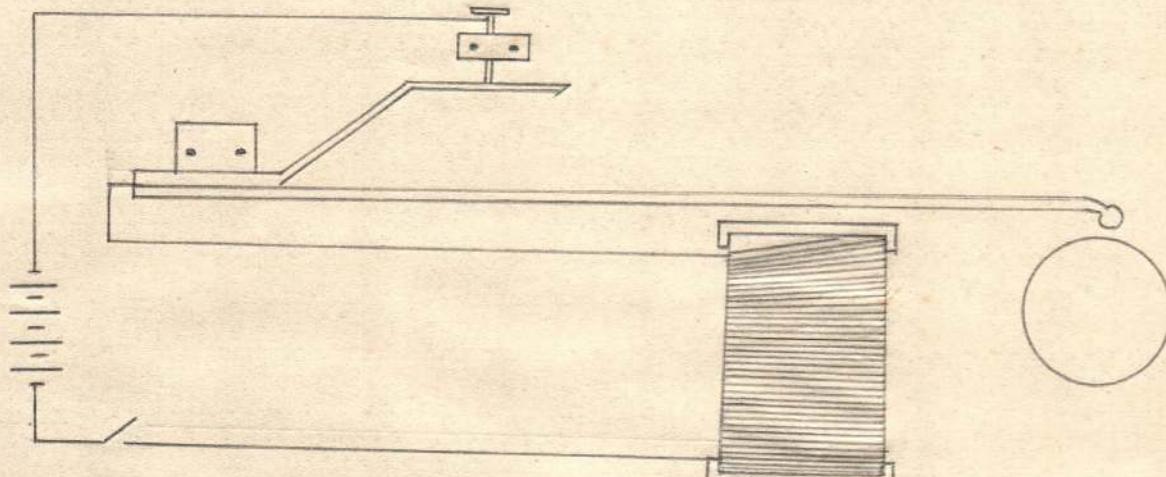
உள்ளேயும், கல்வின்னேயும் இவ்வாறு குண்டுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு அமைப்பை குண்டுப் பொதிகை எனப்படும். இதன் உருவம் மேலே காட்டப்பட்டுள்ளது. சைக்ஸிலிலும் பாரிக்க அதிக நிறை கொண்டவற்றிற்கு உருளைப் பொதிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் உருவமும் மேலே காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு குண்டுகளுக்குப் பதிலாக உருளிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

### குறிப்பு :-

மேலே குறிப்பிட்டவாறு சடந்தடாடப்படங்களில் உராயிவினால் ஏற்படும் தீவிகும் அவற்றை நீக்க ஏடுக்கும் நடவடிக்கைகளையும் பார்த்தோம். ஆனால் உராயிவினால் அதிக நள்மைகளும் உண்டு. நாம் வழக்கி விழுந்திடாமடல் நடப்பதற்கு காரணம் உராயிவு ஆகும். அதே மோட்டார் வண்டி ஒன்று பாதையில் செல்வதற்கு காரணம், பாதைக்கும் வண்டிச் செல்லக்கும் இடையில் உள்ள உராயிவு ஆகும். பாதைக்கும் ரயருக்கும் இடையில் போதிய உராயிவு விசையை ஏற்படுத்தி ரயரின் தொடுகை மேற்பறப்புப் பிளவுகள் உள்ளதாகச் செய்யப்பட்டுள்ளது. தெயிந்து போன ரயரிகளைக் கொண்டு மோட்டார் வண்டிகள் வழக்கில் விலக்கி செல்வதால் ஆபத்து ஏற்படுகின்றது. அடுத்துச் சென்ற கொண்டிருக்கும் வண்டியைத் தேவையான இடத்தில் நிறத்துவதற்கு தடுப்பு இடப்படுகிறது. தடுப்பு இலாடம், தடுப்புக் குடம் என்பவற்றிற்கு இடையிலான உராயிவினால் இது சாத்தியப்படுகின்றது. அடுத்த தமிழ் நார்கள் போன்ற ஒன்று சேர்த்து முறக்கப்படுவதனால் அதிக பருமனுள்ள கயிறு ஆக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு கயிறுடன்றினால் அதிக நிறையைத் தூக்க முடியும். கயிற்றின் முது அதிகளு விசை பிரயோகிக்கப்பட்ட போதிலும், அதிலுள்ள நார்கள் அறநிது போகாதிருப்பதற்கு காரணம் அவற்றக்கிடையில் காணப்படும் உராயிவாகும். இவ்வாறு உராயிவினால் உண்டாகும் பயன்கள் ஏராளம். அவற்றில் சில சந்தர்ப்பங்களை இங்கு ஆராய்ந்தோம்.

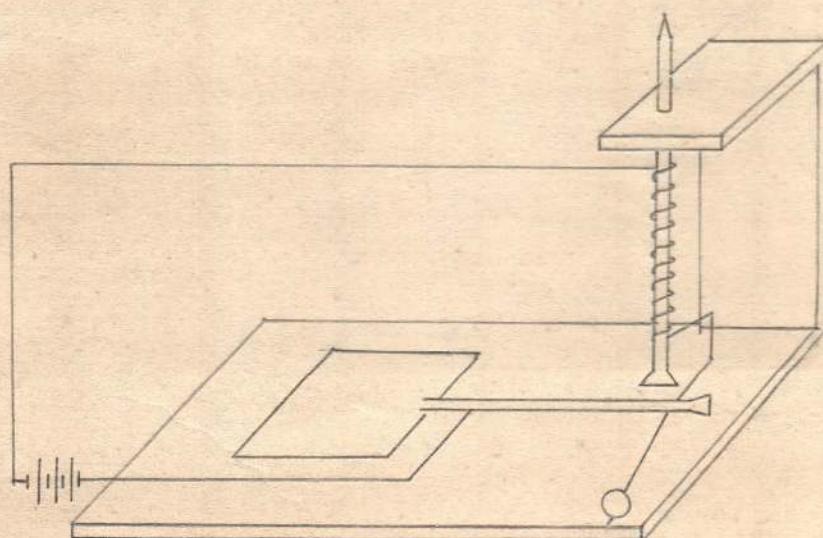
யின் காந்தமும் பயன்பாடும்.

மின் மனி.



மெல்லிரும்பு ஒன்றின் மீது சுற்றிப்பட்ட சுற்றிக்களைக் கொண்ட சுருளி ஒன்றினுடைய மின்னேட்டத்தைப் பாயச் செய்ததும், அமீயின் இரும்பு காந்த மாகின்றது. இது யின் காந்தம் எனப்படும். இவ்வாறு மின்காந்தத்தால் பெறப்படும் பாவணப் பொருட்கள் பற்றிப் பாரிப்போம். முதலில் யின் மனியை ஆராய்வோம். இங்கு இரு வித மின்மனிகள் உண்டு. அவற்றை மேலேயுள்ள படங்கள் காட்டுகின்றன. பெரிய இரும்பு மனி. எனுமல் கடவிலிடப்பட்ட செமிபுக் கம்பி. மனிக் கோபிபை ஒன்று மெல்லிய விலி காடாதி தண்டு, இரும்புக் கோலி, திருகாணி சில, பலகைத் தண்டுகள், என்பன பயன்படுத்தப்படுவதன் மூலம் தாயரிக்கக் கூடியதாயுள்ளது. படத்தில் (படம் 1.) உள்ளவாறு பெரிய ஆணியைப் பலகைத் தண்டில் அறைந்து, அவற்றை அவ்வாணியின் மீது பெருமளவு சுற்றிக்களைக் கொண்ட செமிபுக் கம்பிச் சுருளி ஒன்றை பலகைத் தண்டின் மீது இணைத்தக் கொள்ளப்படும். உருக்கினால் ஆள வில்நாடாவின் ஒரு ஒரு அந்தத்திடன் இரும்புக் கோலை இணைத்து அதன் மற்றைய அந்தத்திலே படத்தில் உள்ளது போல் செப்பு நாடாவுடன் ஒன்றாக அமையும் வண்ணம் வைத்து அதன் மற்றுமொரு பலகைத் தண்டிலே இணைக்கப்படும் சுருளுக்கும் இரும்புக் கோலுக்கும் இடையில் சிற இடைவெளி அமையும் வண்ணம் வைத்து

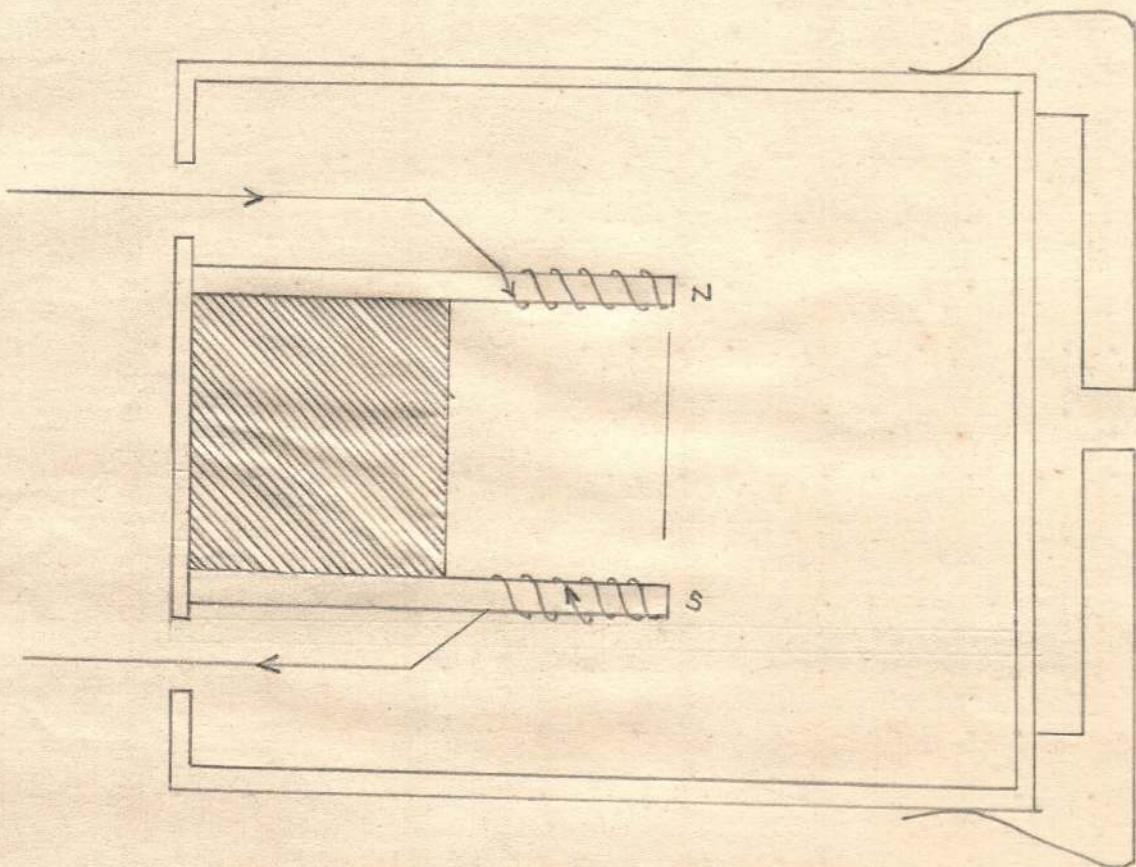
ஒழுங்குபடுத்தப்படும். தீருகாணி பலகைத் துண்டுடன் இணத்துப் பின் செம்புக் கம்பியைப் பயன்படுத்தி சுற்று அமைக்கப்படும். இரும்புக் கோவிள் சுயாதீன முனி மனிக் கோப்பையில் தொடுகையுறுமீ வண்ணமீ பலகையில் இணக்கப்படும். மின் சுற்றில் முன்ற உலர்க்கலமி, ஆளி எங்பவை இணக்கப்பட்டு ஆளி மூடப்படும். இவ்வேளையில் மனி அடிக்கத் தொடங்கும் வரை தீருகாணிக்கும் உருக்கு வில் நாடா வுக்கும் இடையிலான தூரம் செப்பம் செய்யப்படும். தின்காந்தத்தின் சுருளினாடாக மின்னேட்டம் பாயும் போது காந்தத் தன்மை ஏற்படுவதால் ஓட்டம் துணிக்கப் படும். இதனால் அகிகாந்தத் தன்மை அறியப் போகிறது. காந்தத் தன்மை அறியப் போனதும் கவர்ச்சி இல்லாமல் போய்விடும். எனவே மீண்டும் சுற்றிப் பரஷப் படுத்தப்படும். பின் தீண்டும் சுற்று ஏற்படும். சுற்றில் காணப்படும் மின்னேட்டத்தினால் சுருளில் காந்தத் தன்மை ஏற்படுகிறது. காந்தத் தன்மை ஏற்படும் போது இரும்புக் கோல் சுருளை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றது. இதனால் இரும்புக் கோவிள் அந்தம் மனிக் கோப்பையுடன் மோதகிறது. இரும்புக் கோல் சுருளை நோக்கி ஈர்க்கப்பட்டதும் தீருகாணியில் இருந்து அப்பால் செல்கின்றமையால் சுற்றில் மின்னேட்டம் துணிக்கப்படுகின்றது. எனவே சுருளின் காந்தமின்மை அறியப் போகிறது. இவ்வாறு காந்தத் தன்மை அறியப் போனதும் வில் நாடாவின் மீன் தன்மை காரணமாக அது மீண்டும் பின் நேரக்கிச் சென்று தீருகாணியுடன் தொடுகையுறுகின்றது. இவ்வாறு ஓட்டம் விட்டு விட்டுப் பாய்வதனால் இரும்புக் கோல் முன்னும் பின்னுமாக அசைகிறது. எனவே மின்மனி தொடர்ந்து ஒவிக்கின்றது.



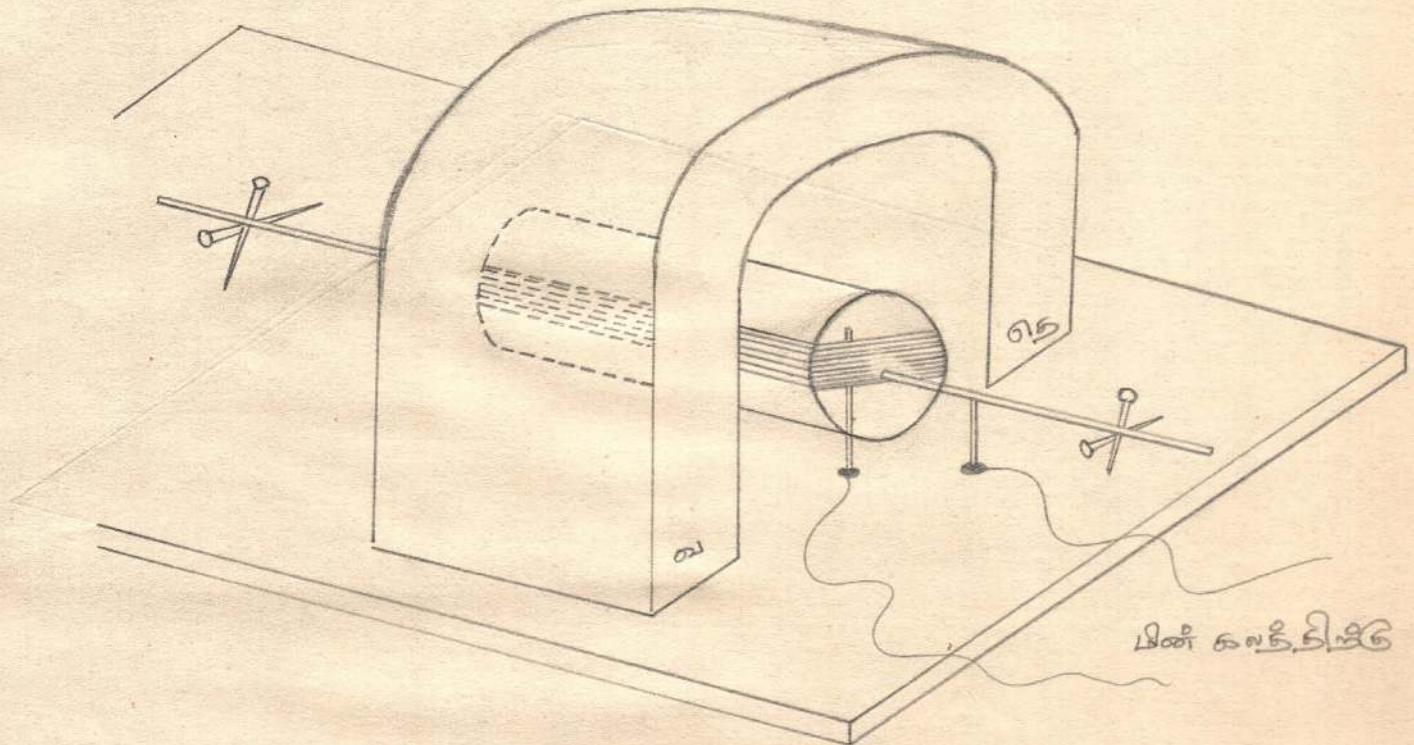
எளிதாக ஆகீக்கீ கூடிய ஒரு வகை பின் மனியின் மாதிரி உரு இதுவாகும். இமீயின்மலி இயிரி எனப்படும்.

செவி பன்னி.

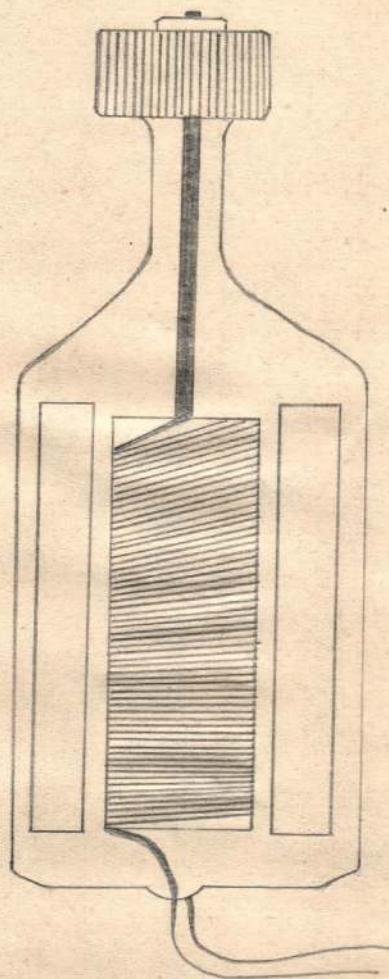
நிலையான காந்தமொன்றின் ஒரு அந்தங்களுடன் இரண்டு மெல்லிருமிபுத் துண்டுகள் இனைத்து அமைத்த வடிவக் காந்தமொன்ற செவி பன்னியிற் காணப் படுகின்றது. நிலையான காந்தத்தின் ஒரு அந்தங்களினதும் அமைவு காரணமாக மெல்லிருமிபுத் துண்டுகள் இரண்டும் காந்தங்களாக மாறியுள்ளன. அகீகாந்த முனைகள் இரண்டிற்கும் முன்னால் இனைக்கப்பட்டுள்ள யிக மெல்லிய இருமீட்டுத் தகடோன்று ( இது பிரிமென் தகடு எனப்படும் ) ஒரு காந்தங்களை நோக்கியும் வலவாகக் கவரப்பட்டு காணப்படும். மெல்லிருமிபுப் புயங்கள் இரண்டைச் சுற்றியும் எதிரித்திசைகளிற் சுற்றப்பட்ட இரண்டு வரிச் சுருள்கள் உள்ளன. வரிச் சுருள்களை இரண்டினதும் அந்தங்கள் நஞ்சுக்குப் பன்னியுடன் இனைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒருவர் நஞ்சுக்குப் பன்னியின் முன்னால் இருந்து பேசும் போது அவரது குரலுக்கு ஏற்ப மாறும் ஓட்டமொடற்ற அதில் பிறப்பிக்கப்படுகின்றது. அமீமாறும் ஓட்டத்தை செவி பன்னியின் வரிச்சுரள் ஊடாகச் செலுத்தியதும் அதற்கு ஏற்றவாறு மாறும் யின்காந்தத் தன்மை மெல்லிருமிபின் இரண்டு புயத்திலும் தோன்றகின்றது. இதன் காரணமாக நிலையான காந்தத்தின் வலிமையானது வரிச் சுருளின் ஊடாகப் பாடும் ஓட்டத்திற்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது. இதனால் மெல்லிருமிபுப் புயங்கள் இரண்டையும் நோக்கி இழக்கப் பட்டுக் காணப்பட்ட பிரிமென் தகடு மாறும் காந்தத் தன்மைக்கு ஏற்ப அதிர்வதால் நஞ்சுக்குப்ப பன்னியின் முன்னால் இருந்து பேசியவரின் குரல் ஒத்த குரல் ஒன்ற பிரி மென் தகட்டிலிருந்து பிறக்கின்றது.



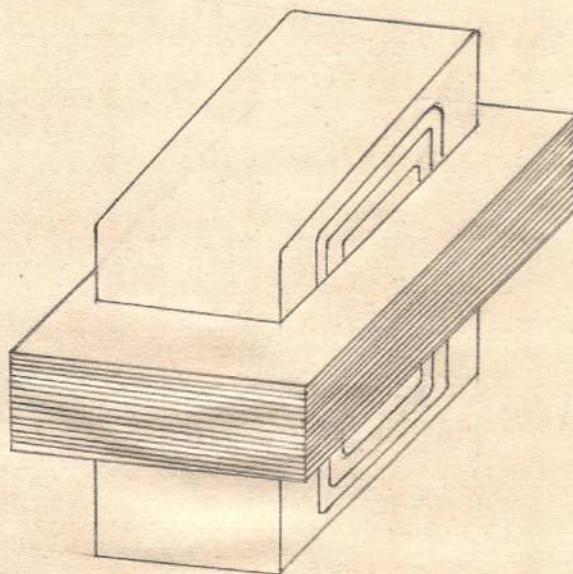
எனிய மோட்டர்.



ஓர் அளவு பெரிய தக்கை அடைப்பானுள்ளேப் பெற்று, அதன் வட்ட முகப்புகளின் சரி மத்தியினுடைக்கீசு சைக்கிள் ஸில்லுக் கம்பி ( ஸ்போக் கம்பி ) ஒன்றைச் செலுத்தி, நியமக் கம்பி ( ) எனுமல் பூசப்பட்ட செமிபுக் கம்பியின் 25 சுற்றுக்களைக் கொண்ட ஒரு சுருள் தனிப் படையாக அமையும் வண்ணமீ தக்கை அடைப்பானின் நீளப் பக்கத்தில் சுற்றிவப்படும். சுருள் நெகிழ்ச்சி அடையாது. தக்கையுடன் இறுக்கமாகக் காணப்படுவதற்காகத் தடித்த நா வினால் இரண்டு கட்டு இடப்படும். சிலக் கம்பியின் இரண்டு பக்கங்களிலும் ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து ஏறத்தான் 2 தா ரத்திலே சுருளின் தளத்திலே அமையும் வண்ணம் இரண்டுக்குள்ளுசிக் கீத்தித்தக்கை முடியின் ஒரு முகப்பில் இறுக்கமாகப் புகுத்திக் கொள்ள வேண்டும். சுருளின் இரண்டு அந்தங்களிலும் காவலிப் பூச்சைச் சுரண்டி அகற்றிய பின்னர் அவ்வந்தங்களின் இரண்டையும் குள்ளுசிகளுடன் சேர்த்துப் பற்றக் பிடித்து ஓட்டுங்கள். புள்ளடி வடிவில் அமையும் வண்ணமீ பிலிசைத் துண்டான்றில்



ஒட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் சுருள் காந்தப் புலத்துக்குச் செங்குத்தாக அமைந்திருப்பதனால், சுருளில் ஏற்படுத்தப்படும் விசையின் காரணமாக ஆமைசீசர் சுழல்கின்றது. அந்த விசை தொழிற்படும் விதத்தைக் கவனிப்போம். நீங்கள் அமைத்த மோட்டாரைப் போன்ற வகைக்கூரிய மோட்டாரொன்றினை சுழற்சி இயக்கம் ஆரம்பிக்கையில் மோட்டார் தொழிற்படும் விசைகளுக்கேற்ப வலம் சுழியாக அல்லது இடம் சுழியாக சுழற்சியை ஏற்படுத்தகின்றது. மோட்டார் வாகனத்தின் தொடக்க மோட்டார் ஓர் எனிய நேரோட்டம் கொண்ட மோட்டார் ஆகும். இது மோட்டார் வாகனத்தின் செயிப்புக் கலத்தில் இருந்து பெறப்படும் ஒட்ட மூலம் தொழிற்படுகின்றது.



வல ஆகூடத்தில் தொழிதீரிற் காணப்படும் அதிழயர் வோல்ற்றளவுகள் தேவைக்கு ஏற்ப குறைத்த நகர்வோருக்கு வழங்குவதற்காகப் படி குறை நிலை மாற்றிகளை பயன்படுத்தகின்றன. பின்னால் காய்ச்சியிலைத்தலைக்காக ஏறத்தாழ 50 அளவான குறைந்தளவு வோல்ற்றளவைக் கொண்டதும் வலிமை குடியுதமான ஒட்டமே பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவ்வாறு ஒட்டங்களைப் பெற்றுக் கொள்வதற்காகப் படி குறை நிலை மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆலோட்டங்களில் பின்னியக்க விசையை மாத்திரமே நிலை மாற்றிகளால் மாற்ற முடியும். ரேட்யோக்களில் படி குறை நிலை மாற்றியும் தொலைக் காட்சிக் கருவிகளில் படக் குழாயை இயக்கவதற்கு அவசியமான உயர் வோல்ற்றளவைப் பெற்றுக் கொள்வதற்காகப் படியுயர்ந்த தலை நிலை மாற்றி பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

அறையப்பட்ட இரும்பு ஆவிச் சோடிகள் இரண்டின் மீது சிலக் கம்பியை நிறத்திலே  
சுருஞ்சன் குடிய அடைப்பான் கிடையாகச் சுழலக் கூடியவாறுக அமைத்துக் கொள்ளுங்  
கள். காகிதக் கெளவிகள் இரண்டை விரித்து நீட்டிப் படத்தில் காட்டப்பட்டவாறு  
வ இளத்துத் தக்கை அடைப்பான் சுழலம் போது குண்டுசீகஞ்சன் இமைக்கிடை தொடு  
கையுறும் வண்ணம் அவற்றைப் பலகையில் இ இணத்துக் கொள்ளுங்கள். வலிமையான  
சட்டக் காந்தங்கள் இரண்டின் எதிரி முனைகள் இரண்டைப் படத்தில் காட்டப்பட்டவாறு  
தக்கை அடைப்பானின் இரு பக்கங்களிலும் வைத்திருக்க வேண்டும். தக்கையின் மட்டம்  
வரை உயர்த்தி வேண்டி ஏற்படின் அவற்றைத் தீப்பெட்டிகளின் மீது வைக்கலாம்.  
பின்னர் உலர் மின்கலங்கள் முன்றைச் சூசப்புக் கம்பிகளின் காகிதக் கெளவிக் கம்பி  
கஞ்சன் இ இணக்கவும். பின்னர் சிலக் கம்பியை விரல்களாற் சுற்றித் தக்கை  
அடைப்பான் சூழலுவதற்கான ஆரம்பச் சுழற்சியை வழங்கப்படுகிறது. இப்போது  
தக்கை அடைப்பான் தொடர்ந்து சுழலும். சுருஞ்சு ஓட்டத்தை வழங்கும் காகிதக்  
கெளவிகள் சுழலும் குண்டுசீகளில் தொடுகையடைந்து தூ ரிகை போன்ற தொழிற்படுகின்றன.  
இவ்வாறுக தூ ரிகைகஞ்சன் தொடுகையடைந்து ஒரு சுழற்சியின் போது இ  
ரண்டு தடவைகள் வீதிம் சுருளின் ஓட்டத் திசையைப் புறமாறச் செய்கின்றது. செ  
ய்முறை மோட்டாரிகளில் உள்ள இவ்வாறுன பகுதி திசை மாற்றி எனப்படும். இப்போது  
ஆக்கப்பட்ட மோட்டாரின் காணப்படும் குண்டுசீகஞ்சுப் பதிலாக செய்முறை  
மோட்டாரிகளில் உள்ள செப்புத் தகடுகள் நழுவு வா எயங்கள் எனப்படுகின்றன.  
சுருள் உட்பட சுழலும் பகுதியாகவும் ஆடுமசீசர் எனப்படும். இது வரையில் நாம்  
ஒர் எளிய மோட்டாரை ஆக்குவது, இயக்குவது பற்றிப் பார்த்தோம்.

எளிய பொறிகள்.

மரம் வெட்டுபவர்கள் பொய் மரக்கட்டைகளை உயர்த்துவதற்கு அலவாங்கை உபயோகினிகளிர்கள். அலவாங்கின் தட்டையான முனையை மரக்கட்டையின் கீழ் வைத்து மரக் கட்டைக்கு மிக அருகில் இருக்கிக்கக் கூடியதாக சிறிய மரக் கட்டை ஒன்றை அல்லது கல் ஒன்றை வைப்பர். பின் மேற் குறிப்பிட்ட மரக்கட்டையை இருவர் அல்லது மூவர் சேர்ந்து அலவாங்கின் மற்றைய முனையில் கீழ் நோக்கிய விசை ஒன்றைக் கொடுத்து பல்லாயிரம் கிலோ சிராம் நிறையுடைய மரக்கட்டையை இலகுவில் உயர்த்திவிடுவர். சுமை ஒரு முனையில் விசை மற்ற முனையிலும் சூழவிடம். இவை இரண்டிற்கும் இடையிலும் அமைந்துள்ளன.

அடுத்ததாக ஆயுர் வேத மருந்துக் கடைகளில் மருந்து முசிரியை அரிவதற்கு பயன்படுத்தப்படும் கருவி பாக்கு வெட்டியாகும். இதன் எழவிடம் ஒரு முனையிலும், விசை தொழிற்படும் மூளை இன்னேர் அந்தத்திலும் காணப்படுகின்றது. இப்பாக்கு வெட்டி வீடுகளில் பாக்கு வெட்டுவதற்குப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது பொதுவானப் பாக்குக்கச் சீவலாக வெட்டப் பயன்படுத்துவதனுல்ல பாக்குவெட்டி என அழைக்கப்படுகின்றது.

எமது நாட்டில் உள்ள மீனவர்கள் உபயோகிக்கின்ற தூண்டில் கோலை எடுப்போமாயின், தூண்டில் கோவின் ஒரு முனையை கையினாலும், தூண்டியில் கோவின் அடுத்த முனையில் தங்கசீ இணக்கப்பட்டிருக்கும். இரையை மீன் விழுங்கியதும் நடுவில் பிடிக்கும் கை ஒயிலில் இருக்க அடுத்த கையினால் ஒரே முறையில் உயர்த்தப்படுகின்றது. இங்கு சுமை தொழில்படும் இடம் தூண்டல் கோவின் மீன் பிடிக்கும் அந்தமாகவும், சுழலிடம் தூண்டல் கோவின் மற்றைய அந்தத்தைப் பிடிக்கும் அந்தமாகவும் எதிதளம் நடுவில் பிடிக்கும் கையாகவும் அமைகிறது.

விணீஞானக் கல்வி வளர்ச்சியில் சமுகச் செயற்பாடுகளின் செல்வாக்கு.

மனிதன் தனிமுடைய கைகளை உபயோகித்து வேலை செய்யும் வசதியைப் பெற்றிருக்கிறேன். இதில் விலங்குகளை விட அவன் உயர்ந்தவன். கைகளுக்கும் மேலாக அவன் மகத்தான வலிமையுள்ள முளையைப் பெற்றிருக்கிறேன். அதனைப் பயன்படுத்தி அவன் தன் கைகளை மட்டுமே கொண்டு செய்யக்கூடிய வேலைகளைவிட அதிக வேலைகளை விட செய்வதற்கு உதவக் கூடிய கருவிகளையும் சாதனங்களையும் கண்டுபிடித்திருக்கின்றன. கட்டுவிகளின் துணையின்றி அவன் செய்யக்கூடிய வேலைகளை உடல் வலிமையால் முடிந்த அளவேயாகும். ஆனால் கருவிகளின் துணையின்றி உதவியிருந்தால் உலகில் அதனால் அடையமுடியாதது எதுவுமில்லை. "காரி லெல்" குறியது போல் மனிதன் கருவியைப் பயன்படுத்தும் விலங்கு. கருவியிலாமல் அவனை எங்கும் காணமுடியாது. அது இல்லாவிட்டால் அவன் ஒரு விலங்கு என்பதற்கு மேல் எதுவும் இல்லை. கருவி இருக்கும் போது அவன் எல்லாமாக இருக்கின்றன.

ஆரம்ப காலத்திலிருந்தே மனிதன் தனிமுடைய வேலைகளைச் செய்யக் கருவிகளுடைய முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்து வந்திருக்கின்றன. மனிதனுடை வணர்ச்சியை அவனுடைய கருவிகள் இயந்திரங்களுடைய அபிவிருத்திக் கட்டடங்களைக் கொண்டு அளவிட முடியும். இனிய நாம் உபயோகிக்கும் கருவிகள் நமது புராதன மனினார்களிடம் இருக்கவில்லை. அப்படியிருந்தும் அவர்களால் பிரமாணிடமான, எகிப்தின் பிரமிடூக லையும் பாபிலோனியாவிலுள்ள தொட்டங்களையும், கிரீஸ்ம், இந்தியாவிலும் உள்ள ஆலயங்களையும், ஸ்தா பிக லையும், குப்பினரிலுள்ள இரும்புத் தூணையும், இதர கட்டிடங்களையும் எவ்வாறு கட்ட முடிந்தது என்ற கேட்கலாம். வரையறையும் கவியும் இல்லாமல் மனித சக்தி சிடைத்தால் ஆற்றல் யிகை இயந்திரங்களுக்கு அவனையும் இல்லையென்பதே இதற்கான விடையாகும்.

ஆயினம், இயந்திரங்களின் உதவியால் வேலை நேரத்தை மிகச் சுமையாக்க கூடிய உண்டாக்கும் மனித முயற்சியை முடிந்த அளவு தவிர்ப்பாக பிரதான தீநாகீகமாகும். ஏராளமான ஆண்களும் பெண்களுமாக நீண்ட காலம் பாடுபட்டு

குயள் கால்வாயை வெட்டினார்கள். இதற்கு மாறுகூக்கி கால்வாய் வென் சிலரால் யிகக் குறைந்த காலத்தில் இயந்திரங்களின் உதவியுடன் வெட்டி முடிகூக்கப் பட்டது. இயந்திரங்கள் இல்லாவிட்டால் மனித நாகரீகம் பல நா நிறுண்டு காலம் பின் தங்கியிருக்கும். மனிதனுடைய உலகில் வளர்ச்சிக்கு இயந்திரங்கள் இன்றியமையாதனவாகிவிட்டன. தன் இனக் காத்தீக கொள்ளவும், எதிர் காலத்தில் திலைபெற்றிருக்கவும் கூட அவை அவசியமானவை. முன்னெப்போதையும் விட இப்போது மனிதன் அதிகளவு இயந்திரங்களை நம்பியிருக்கின்றன. இவற்றுள் சில பண்படாதவை. சில நுட்பமானவை. பல யிகவும் சிகிகலான அமைப்புக் கொண்டவை. அவை அவனுடைய விர்வாசமுள்ள பணியாட்களாக உள்ளன. ஆனால், எதிர் காலத்தில் அவை கட்டுப்படுத்தப்பட முடியாத எஜமானரிகளாகி விடவும் கூடும்.

பல நா நிறுண்டுகளில் பெற்ற அனுபவத்தை அழிப்படையாகக் கொண்டே நவீன பொறிகளின் அபிவிருத்தி பற்றிய வரலாறு படிப்பதற்கு ரசமான ஒன்றுக்கும். அவை வரலாற்றுக் காலத்திற்கு முற்பட்ட மனிதனுடைய கற்கருவிகளிலிருந்து தொடங்கி மத்திய காலத்தைச் சேர்ந்த செமீபு, பித்த லை, வெண்கலக்கருவிகள், 17ம், 18ம் நா நிறுண்டைச் சேர்ந்த மனிதரிகளினால் இயக்கப்பட்ட எஃகு இயந்திரங்கள் வரை பல சுவாரஸ்யமான கட்டங்களைக் கொண்டது. இந்தப் பொறிகளுடைய தீரமையும், அவற்றைக் கொண்டு செய்யக்கூடிய வேலைகளும் ஆரம்பக் கட்டத்தில் ஒரு வரையறைக்குடிப்பட்டதாக இருந்தன. அவற்றை இயக்குவதற்கு ஈடுபடுத்தக் கூடிய மனித சக்தி எவ்வளவோ, அவ்வளவு தான்.

மனிதன் தன்னுடைய ஆற்றல் மட்டுமன்றி இதர ஆற்றல்களைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கிய முதற் கட்டம் காலைகள், குதிரைகள், யானைகள், ஒட்டகங்கள் ஆகியவற்றை வேலை செய்ய உபயோகித்ததாகும். இந்தக் கருவிகளைக் கொண்டு இயக்குவதற்கு மனித இனவிட இவை அதிக ஆற்றல் பெற்றிருந்தன. இதைத் தான் விலங்குத் தீரன் அல்லது குதிரைத் தீரன் என்கிறோம். விலங்குத் தீரனைக் கொண்டு மனிதன் மேலும் கனமான பொறிகளை இயக்கி அதிகளவு வேலையைச் செய்ய முடியும். ஆனால் இதற்கும் ஓர் எல்லை இருந்தது. ஏனெனில் விலங்குகளும் மனித இனப் போலவே களைப்பு அடையக் கூடியவை. இது அவை உழைக்கக் கூடிய

நேரத்தைக் கட்டுப் படுத்தியது. அதைன் அவற்றின் தீரழுமி ஒரளவுக்குப்பட்டதல் வா?

இந்தக் கட்டத்தில் இயற்கைத் தீர்ன் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இந்த இயற்கைத் தீர்ன் மனிதர்கள், விலங்குகளுடைய தீர னை விடப் பல மடங்கு பெரியதாக இருந்தது. இயற்கைத் தீர்ன் எனப்படுவது வீசும் காற்றும், ஓடும் நீரும் ஆகும். இவை வறிருதலை மட்டுமல்ல, சோர்ந்து அடங்கிவிடாதலவும் கூட. இந்த இரு சக்திகளையும் கொண்டு காற்று, நீர் இயந்திரங்களை இயக்கலாம். ஆனால் காற்று ஒரே தீசையிலும், ஒரே வேகத்துடனும் எபிபோதும் வீசாததல்லவா? அதனால் காற்றிலிருந்து பெறக் கூடிய சக்தி இடைவிடாரத்தாகவும், நிலையானதாகவும் இருக்கவில்லை. பருவ நிலைக் கேற்ப சில காலங்களில் நீரின் ஓட்டம் மிகுந்தியாக இருக்கும். வேறு சில நேரங்களில் அளவு குறைந்த விடும். போதுமான அளவு இசீசு சக்திகள் விடைக்காத போது இயந்திரங்களை, மனித சக்தியைக் கொண்டிடா அல்லது விலங்குகளின் ஆற்றலைக் கொண்டோ தான் இயக்க வேண்டும். இதன் காரணமாக இயந்திரம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் தான் இருக்கும் படியாயிற்று. அதனால் அது செய்யும் வேலையும் ஒரளவுக்குப்பட்டதாயிற்று.

பொறி ஆற்றல் ஒன்றே இதற்கெல்லாம் பரிகாரமாகும். அதைகைய ஓர் ஆற்றல் 1744ல் ஜேமஸ் உவாட் என்பவரால் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. நீராவியின் அழுத்த சக்தியே அதுவாகும். நீராவியின் ஆற்றலைப் பயன்படுத்திப் பொய் பொறிகளை அமைக்க முடிந்தது. இடைவிடாமல் ஆண்டு முழுவதும் இவற்றை இயக்க முடிந்தது. இதனைக் கண்டு பிடித்தத்தின் மூலம் தொழில் துறையில் ஓர் புரட்சியே ஏற்பட்டது எனலாம். அதைன் இயந்திர யூகத்தின் தொடக்கக் கட்டம் என்றும் இதனைக் கூறலாம். நூராவிச் சக்தி கண்டு பிடிக்கப்பட்டு இரு தூர்ணங்கள் கடந்த விட்ட போதிலும் நவீன யூகத்தின் பெரும் பாலான இயந்திரங்களை இயக்கும் சாதனமாக அது தான் இருந்து வருகின்றது. அதனை உண்டாக்கத் தேவைப்படும் என்பொருள் தான் அவ்வப்போது மாறி வருகின்றது. ஆரம்ப காலத்தில் விறகும் கரி யும் பயன்படுத்தப்பட்டன. பின்னர் இயற்கை புமிக்கடியில் ஆயிரக் கணக்கான ஆண்டு

கனுக்குத் தேவையான அளவில் சேமித்து வைத்திருக்கும் நிலக்கரி பயன் படுகிறப்பட்டது. பின்னர் இயற்கை பூமிக்கடியில் ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு சேமித்து வைத்திருக்கும் மற்றொரு எரிபொருள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதாவது எண்ணெய் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. கட்டசியாக கண்டுபிடிக்கப்பட்டது அது சக்தி. இதன் அளவு எல் லையில் லாதது போல் தோன்றுகிறது. மனிதனுடைய அடிப்படைத் தேவைகள் உணவு, உடை, வீடு. ஆரம்ப காலத்தில் மனிதன் உணவுக்கு இயற்கையில் கிடைப்பதையே நம்பியிருந்தான். இயல்புக்கமாக உணர்களை உண்டு வாழும் கொடிய விலங்கு போல் அவன் இருந்தான். விலங்குகளைத் தரத்திப் பித்துக் கொள்ளு, அவற்றைத் தன் உணவாகக் கொள்ள வேண்டியிருந்தது. ஆ ரத்தில் பிடிப்பது கடினமான வேலை. எனவே, அவன் வில் லையும் அம்பையும் கண்டு பிடித்தான். அதிக சிரமமில்லாமல் தன் உணவை இதன் மூலம் பெற்றுப் பசியை ஆற்றிக் கொண்டான்.

மனிதனுடைய அடுத்த பிரச்சினை வெயில், காற்று, மழை, குளிர், கொடிய விலங்குகள் ஆகியவற்றின் தாக்குதலில் இருந்து தன்னைப் பாதுகாக்க ஒரீ வீட்டை அமைப்பதாகும். முதலில் அவன் சள்ளிகளையும், இலைகளையும் கொண்டு குடிசைகள் அமைத்தான். படிப்படியாக இதில் பல மாற்றங்கள் செய்து வசதியான வீட்டை அமைத்துக் கொண்டான். இதற்கு அவனுக்கு பெரும் மரத் துண்டுகள் தேவைப்பட்டன. தான் கண்டு பிடித்த கற்கருவிகளைக் கொண்டு இதனைத் தயாரி செய்தான். கற்கால மனிதன் நாளடைவில் தன் கருவிகளை அதிகம் கூரிமயாகவும், பல விதமான தேவைகளுக்குப் பயன்படக்கூடியதாகவும் அமைத்துக் கொண்டான். பின்னர் பூமியின் மேல் விளையும் பயிர்களை உணவாகக் கொண்டான். பின்னர் ஆனால் இயற்கையால் கிடைப்பது போதுமான தாக இல்லாததால், சந்தர்ப்பம் நிர்ப்பந்தம் காரணமாக அவனே பயிரிடத் தொடங்கினான். இது அவன் குடியிருப்பை நிலையானதாகச் செய்தது. ஒவ்வொரு இடமாக போய்க் கொண்டே இருந்தவனின் நிலை ஒரே இடத்தில் தங்கிவாழுத் தொடங்கினான். நிலத்தை உழுவதற்கு ஏரி கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. விலங்குகளையும் பயன்படுத்தி அரிசி, கோதுமை, பாரிலி போன்ற தானியங்களைப் பயிரிட ஆரம்பித்தான். இதற்கும் முன்பே நெருப்பையும், உணவைச் சமைக்க அது பயனிப்படுவதையும் அவன் அறிந்திருந்தான்.

ஆரம்பத்தில் குளிரிலிருந்த பாக்காத்துக் கொள்ள மட்டுமே அனித்த உடை விலங்குகளின் தொல்களாலானது. அவன் புதிதாக மேற்கொண்ட சமக வாழ்க்கைக்கு உடை அவசியமானதானதொன்றுக் கீட்டத. புதிய பொருட்களான பருத்தி யையும், உரோமத்தையும் கொண்டு நூல் நூற்று உடை செய்யக் கற்றன். வாழ்க்கை வசதிகள் அதிகரிக்கவே மகிகள் தொகையும் பெருகியது. கிராமங்கள் தொன்றலாயின. மனிதனுடைய தேவைகள் அதிகரித்தன. எனவே, அவற்றைச் செய்ய புதிய கருவிகளையும் சாதனங்களையும் கண்டு பிடிக்க வேண்டியிருந்தது. பெருமளவில் வேண்டிய பொருட்களைத் தயாரிக்கத் திறமையான கருவிகள் தேவைப்பட்டன. உணவுச் சமைக்கக் கற்றதும் அதற்கேற்ற கலங்கள் தேவைப்பட்டன. பின்னர் பானைகள் செய்யக் கற்றன். மன் பானைகள் ஆரம்ப நிலையில் கையினுலேயே செய்யப்பட்டன. பின்னர் தான் சக்கரத்தைக் கண்டு பிடித்தான். முதலில் உண்டாக்கப்பட்ட பொறிகளில் அதனும் ஒன்று.

தங்கம், செமிபு, வெள்ளியம் போன்ற உலோகங்களைக் கண்டறிந்து மனிதனுடைய உபயோகத்திலிருந்த கருவிகளில் பெறும் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி யது. தங்கம் ஆபரணங்களாகப் பயன்பட்டது. செமிபும் வெள்ளியமும் சேர்ந்த கலபிபு உலோகமான வெண்கலம், கடப்பாரை, கத்திகள், வாள் போன்றவை செய்யப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இருமிபும் எஃகும் அவர்கள் அறியாதது. இதற்கு உயர்ந்த அளவு வெப்பத்தில் தேவைப்படுவது ஒரு வேளை அதனை அவர்கள் பயன்படுத்தாததற்கீக் காரணமாக இருந்திருக்கலாம். ஆனால் தங்கம், செமிபு, வெள்ளியத்தை உருக்க குறைந்தளவு வெங்பத்தில் உருக்கலாம். ஆரம்ப காலப் போரிக் கருவிகளும் வெண்கலத்தினுலேயே செய்யப்பட்டிருந்தன.

மனிதன் குடியிருப்பதால் உள்ள கோடி நன்மைகளை அவன் உணர்ந்து அதன்படி வாழலானான். மனிதர்கள் பலர் ஒன்று சேர்க்கையில் ஒருவர் கருத்தை மற்றவர் அறியக் கூடிய மொழிகளும் உபயோகப்பட்டன. சற்றுத் தொலைவில் உள்ளவரிகளுக்கு அறிவிக்க நெருப்புப் புகை, ஜன்டக் கொட்டுக்கள் உபயோகப்பட்டன.

பட்டன. கண்ணுக் கெட்டிய தூரத்திற்கு விளக்குச் சினினங்கள், கொடிச் சினினங்கள் உபயோகப்பட்டன. ஒவிய லை வினாடிக்கு 1100 அடி வீதம் பரவுகிறது. ஆகையால் நீண்ட தூரம் செல்ல அதற்கு அதிக நேரமாகியது. மின்சாரம் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பின் இந்த வேகம் மிகக் குறைவாகத்தில் தெரிகிறது. மின்காந்த அலைக்கண்டு வினாடிக்கு 186,000 அமல் வீதம் பரவுகின்றன. ஆகையால் உலகத்தைச் சுற்றி வர மின் காந்த அலைக்கு 1/7 ஒரு வினாடியே ஆகிறது. ஆகையால் மின் காந்த அலைகள் மூலம் செய்தீப் போக்கு வரவு மிக விரைவில் நடைபெறகின்றது. இங்கிலாந்தின் சாமுவேல் மோரிஸ் பின் தந்தி முறையையும், மாரிக்கோன் கம்பியினல்லாத்தொடர்பு முறையையும், அமெரிக்காவின் அலக்சாண்டர் கிரகம் பெல் கம்பித் தொலைபேசிக் கருவிகளையும் தோற்றிவித்தாரிகள். ஆனால் இவை இயங்கும் முறையை அறிய மின் வலை வழி முறைகள் தெரிந்திருக்கின்றன. ஒருவர் ஓர் இடத்தில் இருந்து அனுப்பும் செய்தி பிறதோர் இடத்தில் ஒருவருக்கே சேர வேண்டியதாயிருக்கலாம். அப்பொழுது அது தொலைபேசி மூலமோ தந்தி முறையிலோ அனுப்பப்பட வேண்டும். பொதுவாக மகிகங்கு தெரிய வேண்டிய செய்திகள் தொலைக் காட்சி மூலமோ, வானுவீ மூலமோ அனுப்பப்படுகின்றன. ஒரு மாறு மின்சார அலையை அலைவுப் பதிப்பில் (ஆசிலோஸ்கோப்) பார்த்தால் அது ஓர் எளிய ஒழுங்கில்யக்கத்தில் தெரியும். அந்த அலை ஒரு பக்கம் ஒரு ஒழுங்காகச் சென்று அதிக வீச்சு ஆளபின் திருமிப் வந்து மற்றும் அதிக வீச்சு அடைந்து பழைய நிலையை அடைகிறது. இவ்வாறு தொடர்பு கொள்ளப் பயன்படும் சாதனங்களும், வெகு தொடர்பு சாதனங்களும் விரீஞான பரிமு வளர்ச்சியில் விருத்தி அடைந்திருக்கின்றது. உதாரணமாக முதல் தொலைக் காட்சி 1926ம் ஆண்டு ஜனவரி திங்கள் 27ம் நாள் ஜான் லோகி பியர்டு என்பவரால் காட்டப்பட்டது. ::பிரித் தெருவில் ரொயில் கழகத்தின் உறுப்பினர்களின் முன்னிலையில் தாம் அமைத்த தொலைக் காட்சிக் கருவியை அவர் விளக்கிக் காட்டினார். ஆனால் இந்த நிகழ்ச்சிக்கு 50 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே இப்படித் தொலைவில் உள்ள பொருட்களைப் பிடித்து அனுப்ப முடியும் என்ற எண்ணம் எம். சென்லாக் என்ற பிரஞ்சுக்காரர் ஒருவரின்

அந்த ஈயில் முசிமீந்தது. அதற்கென்ற அவர் ஒரு கருவியையும் அவர் அமைத்காரி. அந்தக் கருவி, தொலைப் பொருட்கேள் நேரடியாகக் காட்டாமல் ஒரு தாளில் வரைந்த காட்டியது. ஆனால் அவர் கையாண்ட வரிக்கீகன்னோட்ட முறை இன்றைய தொலைக்காட்சியில் வேறு வடிவில் யின்னூடு முறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. 1930ம் ஆண்டில் வெளிப்புறக் காட்சிகளைத் தொலைக் காட்சி மூலம் அனுப்புவது பற்றி பியரீடு ஆயிவு நடத்தினார். அந்த ஆயிவுக்குப் பின்னர் 1931, மே திங்களில் வெளிப்புறக் காட்சிகள் வெற்றிகரமாகப் படம் பிடித்து அனுப்புவதற்கான ஒளிப் படக் கருவிகளும் மற்றத் துணைக் கருவிகளும் பொருத்தப்பட்ட ஓர் வண்டி செய்தார். இந்தக் கருவியைக் கொண்டு முகம் பெற்ற டேரிபி குதிரைப் பந்தயத்தைத் தொலைக் காட்சி மூலம் காட்டப் போவதாக அறிவித்தார். இந்த முடிவு அவரது நண்பர்களுக்கு ஆச்சரியமாக இருந்தது. இவ்வாறு வளர்ந்த விளைஞர்ம் இன்ற வீட்டில் இருந்து ஒரு பொதிதானை அழுத்தி நிகழ்ச்சிகளைப் பார்க்கும் அளவுக்கு முன்னேறியிருள்ளது.

"நீர் இன்றி அமையாத உலகு", என்பது வள்ளவர் வாக்கு. நீர் முதன்மையாகக் குடி நீராகவும், குளி நீராகவும், மற்றும் வேளாண்மைத் தொழில் உற்பத்திக்கும், இன்னும் பல வழிகளிலும் பயன்படுகின்றது. நீர் இல் லையேல் நிலம் வரண்ட பாலையாகும். பாலை நிலத்தில் பயிர்கள் வளரா. பயிர்கள் இல் லையேல் மகிகளும், மாகிகளும் பசையாற்ற முடியாமல் பட்டினி கிடந்து மாள நேரிடும். ஆகவே, நீர் மகிகளுக்கு மிகவும் அதீதியாவசியமானது. அண்டத்திற்கே நீரிக் கண்டம், நிலத் துண்டை விட முன்ற பங்கு அதிகம். பூவியில் கிடைக்கும் தீரவப் பொருட்களிலே மிகுதியாகக் கிடைப்பது நீர். இது ஒன்று தான் உலகிலே திடம்; தீரவும், ஆவியெலும் முன்று நிலையேயும் வியாபித்தின்னது. அதன் மொத்த அளவு முப்பது இலட்சத்து நாற்பதாயிரம் கோடி கண மீட்டர் என உத்தேசமாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இது ஒர் நிலையான அளவு அதிகமும் ஆகாது. குறைந்தும் போகாது. இதில் 97 சதவீதம் தீர கடவில் உப்பாக உள்ளது. எந்தெந்த மீற விகிதம் தான் உலகில் உள்ள தலை நீராகும். இவ்வளவு குறைந்த அளவில் உள்ள நீரில் 77 சதவீதம் உள்ளது தூருவங்களிலும், உயர்ந்த மலைச் சிகரங்களிலும்

பனிக் கட்டிகளாகவும் 22 சத விகிதம் நிலத்திற்கடியில் நீராகவும் அடைபட்டுக் கிடக்கின்றது. என்சியுளின் ஒரு சத விகிதம் தான் ஆறுகளில், ஒடைகடிளங்குளம் குட்டைகளில், நீரிட் தேக்கங்களில் விண்ணில் தவழும் மேகங்களிலும் உள்ளது. இவ்வளவு மிகச் சிறிய நீரை நமீபித் தான் மக்கள் வாழ்கின்றனர். இரசாயனப் படி பிராண் வாயுவின் ஓர் அனுவும் நீர் வாயுவின் இரு அனுவும் சேர்ந்துள்ளது. எடைக் கணக்கில் நீரில் பிராண் வாயு, நீர் வாயுவை விட எட்டு மடங்கு அநிகம். இயற்கையில் பரிசுத்தமான நீர் கிடைப்பதில் லை. நீர் குளிர்வடைந்து பனிக் கட்டியாக மாயும் போது விரிவடைகின்றது. நீருக்கு மற்றப் பொருட்களைக் கரைக்கும் பேராற்றல் ஒன்று உண்டு. நீரில் உப்பு எளிதாகக் கரைந்து விடுகிறது. நீரோட்டத்தின் வெகுத்தைப் பெரும் பாலும் யின் ஒட்ட அளவு மானியால் கணக்கிடலாம். இவ்வாறு நீரின் தேவையால் நீரைப் பற்றிய ஆயிருகள் மேற் கொள்ளப் பட்டு தற்பொழுது நீரில் இருந்து யின் சக்தி பெறும் அளவுக்கு விஞ்ஞானக் கல்வி முன்னேறியுள்ளது.

பெளத்துக் கிழிஞானத்தின் வேறுபட்ட விஞ்ஞானப் பிரிவுகளில் விண்ணியல் அல்லது வான் சாஸ்திரம் என்பது மிகவும் தொன்மை வாய்ந்தது. இம்மியவும் நாகரீக வளர்ச்சி அடையாத பூராதன மக்கள் கட இரவு, பகல் மாறி மாறி வருவதையும், சூரியன், சந்திரன் உதித்தை மறைவதையும் நன்குணர்ந்தான். வீடுகள் கட்டியறியாத காலத்தில் தீரந்த வெளியில் இரவில் படுத்தறங்கிய ஆதி காலமனிதர் தீணும் நட்சத்திரங்களையும் ஏனைய கிள் பொருட்களையும் வாஸிந்து கண்டு வியந்தனர். மனிக் கடு இல்லாத அகி காலத்தில் பகலிற் சூரிய இனக் கொண்டும், இரவில் வின் மீனிக இனக் கொண்டும், திசைகளையும் நேரத்தையும் அறிந்தனர். எல்லா நட்சத்திரங்களும் சூரிய இனப் போலவே கிழக்கில் உதித்தை, மேற்கில் மறைகின்றன என்றம், இவைகள் பல கூட்டங்களாகக் காணப்படுகின்றன என்றம் நன்கூரிந்த இம் மக்கள் இக் கூட்டங்களின் உருவங்களைக் கொண்டு இவற்றிற்குப் பல் வேறு பெயர்களையும் குட்டி இருந்தனர். இப் பெயர்களே இப்பொழுதும் வழக்கில் இருப்பதை நாமறிவோம். கிரகணம், வாஸ் வெள்ளி முதலியலை தொன்றினல், இவ்வுலகில்

ஏதோ கெடுதி விளையுமென என்னி மிகவும் பயந்தனர். நட்சத்திரங்கள், கிரகங் கள் முதலாய விண்பொருட்களின் அளவுப் போதைய நிலைகள் மக்களின் வாழ்க்கையை மிகவும் பாதிக்கின்றனவென்றும் அக்காலத்து மக்கள் நம்பியிருந்தனர். பண்டைய பூராதனக் கதைகளிலும் பல்வேற சமய நூல்களிலும் இவ்விளைப்பொருட்கள் இடம் பெற்றிருப்பதையும் நாம் காண்கிறோம்.

இவந்திக்கெனக் கோவில்களும் கட்டி, இவற்றைத் தெயிவமாக வணங்கியும் வந்தனர். இப்போதும் வணங்கி வருகின்றனர். இவ்வாறு பழம் பெரும் தன்மை வாய்ந்த விண்ணிய லை "விஞ்ஞானக் கலைகளின் இராணி" (

என அழைப்பார். பண்டைக் காலத்துக்கு கிரேக்கரிகள், எகிப்தியர், பபிலோனியர், இந்தியர், சீனர், ஆசியோர் இத்துறையில் மிகவும் ஈடுபட்டிருந்தனர். விண்ணில் நாம் காந்தும் நட்சத்திரங்கள், கிரகங்கள் முதலியன பொருட்களின் அசைவு, அமைப்பு, தன்மை ஆகியவற்றின் அறிவே விண்ணியலாகும். இதனை வானியல், வான் சாஸ்திரம் என்றும் கறுவர். நாம் வசீக்கம் பூமியும் இக்கிரகங்களுள் ஒன்றாகவின், இப்பூமியைப் பற்றிய விடயங்களும் விண்ணியலின் அடங்கும். நாம் சாதாரணமாகப் பாரிக்கூடிய போத எங்கூட்கூடத் தொரிவது போல் ஆதி கால மக்களும் பூமி தட்டையானதென்றும், பூமியை அகிலாண்டத்தின் மத்தியில் இருந்ததென்றும், நட்சத்திரங்களும் ஏனைய விண் பொருட்களும் இருபத்தின் நாளில் மனித்தியாலங்களுக்கொரு முறை பூமியை வலம் வருகின்றனவென்றும் நம்பியிருந்தத்தில் ஓர் ஆசிசாரிய முமில் லை. பின்னர் கிரேக்க நாட்டு ஞானிகளான கிரீஸ்தவுக்கு முன் 4ம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த அரிஸ்டோட்டில், கிறீஸ்தவுக்குப் பின் 2ம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த தொல்லி ஆசியேர் பூமி தட்டையல்ல, உருண்டை வடிவானது என்ற ஆராய்ச்சி மூலம் கண்டறிந்தனர்.. ஆனால் பூமி அண்டத்தின் மத்தியிலே அசையாமலிருந்ததென்றே அவர்களுமென்னினர். கத்தோலிக்க திருச்சபையும் இம்முடிவே தங்கள் சமய நூலுக்கு அமைவானதாகயால் இதுவே சரியான முடிவு எனக் கொண்டனர். பதினாற்கு நூற்றுகளாக இந்தக் கொள்கை நிலவி வந்தது.

பதினாறும் நூற்றுண்டின் இடைப் பகுதியில் போலந்து நாட்டு விஞ்ஞானியான நிகிகலஸ் கோப்பேனிக்கஸ் என்பவர், "பூமி அண்டத்தின் மத்தியிலில் லை, சூரியன் மையமாகக் கொண்டே எல்லாக் கிரகங்களும் இயந்த்ரங்கள்றன" என்ற கூறு னரி. என்றும் அகிகாலத்து மகிகன் இக்கற்றை எள்ளவும் நம்பவில் லை. பின்பு இத்தாலி நாட்டிலுத்தித் தகவிலியோ கலிலி என்ற விஞ்ஞானி இவர் முடிவை ஏற்றுக் கொண்டு மேலும் பல ஆராய்ச்சிகளை நடத்தி வியப்பரிய பல உண்மைகளைக் கண்டறி நீதாரி. இவரே உதவில் தொலை நோக்கியையும் கண்டு பிடித்தார். இது தொலை நோக்கி மூலம் "பூமி மத்திக்" கொள்ளலையை பல ஆதாரங்களுடன் சிதற இத்தாரி. ஆயிரும் கத்தோலிக்க தீருச்சபை இவரைச் சீமிமா விடவில் லை. இவர் கூறியது பிழையென்றும் கத்தோலிக்க நூலுக்கு, நூல்களின் குற்றுக்கு முரணுதென்றும் தீர்த்து இவரைச் சிறைக்குறப்பினர். இதன் பின் தோன்றிய ரைக்கோ பிராடூட் கெப்ளர் போன்ற விஞ்ஞானிகள் மேலும் பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்த கோப்பேனிக்கஸ், கலிலியோ ஆகியோளின் முடிவை நன்றாக வலியுறுத்தினர். மேலும் சூரிய இனப் பூமி சுற்றி வரும் பாதை இதுவரை எட்டுயிருக்குத்து போல வட்ட வடிவமானதலீல வென்றும், அது ஒர் நீள் வட்ட வடிவமானதனுமே, இந் நீள் வட்டத்தின் இரு குவியங்களில் ஒன்றிலேயே சூரியன் இருக்கின்றதென்றும் கெப்ளர் துணிது கூறினார். இது போலவே ஏனைய கிரகங்களின் பாதைகளும் நீள் வட்ட வடிவமானவையென்றும் கண்டறிந்தார். 1642ல் பிறந்த ஜசாக் நியட்டன் தீவிவு குறைவாயுள்ள பொருட்கள், பெரிய தீவிவு கூடிய பொருட்களை ஏன் சுற்றி வருகின்றது என விளக்கினார். இவரே உதவில் தெறித் தொலை நோக்கியையும் ஆக்கினார். இவரை இறக்கும் போது (1727) பழைய பிழையான நம்பிக்கைகளைலாம் கைவிடப் பட்டு, புதிய கொள்கைகள் யாவும் நன்கு வலுப்பெற்றிருந்தன. வில்லியம் ஹேராட்டல் (1738-1822) என்றும், பிரித்தானிய விஞ்ஞானி செய்த ஆராய்ச்சியின் விளைவாக மேலும் பல உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார். இது வரை காலமும் எண்ணியிருந்த படி சூரியன் அண்டத்தின் மத்தியில் இல்லை என்றும் பல்லாயிரக் கணக்கான நட்சத்திரங்களைப் போலவே சூரியனும் ஒன்ற என்றும் அவர் கூறினார். தான் செய்த ஒரு தொலை நோக்கியின் உதவியால் 1781ம் ஆண்டில் யூரேனஸ் என்ற கிரிகதையும் கண்டு

பிடித்தார். மேலும் பல நட்சத்திரங்களையும் அவற்றின் நூரங்களையும் அறிந்த அவர் " சில நட்சத்திரங்களிலிருந்து ஒளியானது பூயியை வந்தடைய இருபது கோடி வருடங்கள் செல்கின்றன" என்றும் கூறியிருந்தார்.

ஒரு ஒளிக்கத்திர ஓர் அரியத்தினுடைக் கொடு செலுத்தினால் அவ்வொளியா எது வான் வில்லில் தொண்றும் பல நிறங்களாகப் பிரியுமென்றும் ஜசாக் நியப்பட்டு தனது ஆராய்ச்சியின் மூலம் கண்டு பிடித்தார். அதன் பின் இந்த நிறமாலையைப் பற்றி விண்ணாவிகள் பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தனர். சோடியம், மக்கள்கியம், கல்கியம், அமோனியா போன்ற இரசாயனப் பொருட்களுக்கும் இந்திய மாலைக் கல்கியம் தொடர்பு இருப்பதை அறிந்தனர். இதன் விளைவாக மற்றைய கிரகங்கள், நட்சத்திரங்கள் முதலியவற்றிலிருந்து வருகின்ற ஒளியின் தன்மையிலிருந்து எட்டுக்கொடுக்க என்னளை இரசாயனப் பொருட்கள் இருக்கின்றன என்றும் ஆசித்தார். மேலும் டொபிளர் எனும் ஜேரிமானியப் பெளத்தை நிபுணரும், பின் வேற விண்ணாவிக்கும் நடத்திய சோதனைகளிலிருந்து ஒரு விண்மீனிலிருந்து அல்லது ஒரு உடுத் தொகுதியிலிருந்து வருகின்ற ஒளியின் நிறமாலையை ஆராய்ந்தால் அவ்வின் மீன் அல்லது உடுத்தொகுதி என்ன வேகத்தோடு எழிமை நோக்கி வருகின்றது அல்லது எழிமை விழுச் செல்கின்றது என அறிய முடியுமெனக் கண்டனர். இவ்வாறு தொலை நோக்கிக்கு அடுத்ததாக நிறமாலை விண்ணியலைப் பற்றிய வளர்ச்சிக்கு மிகவும் உதவியாக இருந்தது.

அடுத்ததாகப் புகைப் படக் கருவி கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பின் இக்குலை மேலும் வளர்ச்சியடைந்தது. புகைப் படக் கருவியைத் தொலை நோக்கி யூடன் இருக்க அதனத்தியாற் கண்ணுக்கெட்டாத தாரத்திற்கு புகுந்து பல அரிய நெமிபுலங்களைக் கண்டு பிடித்தனர். இந்த நூற்றின்பத்து கட்டுச்சீப் பகுதியில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட ரேடியோத் தொலை நோக்கிகளின் உதவியால் வான் சால்திரம் மேலும் முன்னேறியிருக்கிறது. தற்காலத்தில் விண்ணிற் செலுத்தப்படும் செயற்கைக் கிரகங்களைக் கண்டு பிடிப்பதற்கும் இவை மிகவும் பயன்படுகின்றன. எல்லாவற்றிற் கும் சிகரமாகக் கடந்த இருபத்தைந்து ஆண்டுகளில் சோவியத் யூனியன், அமெரிக்கா ஆசிய வல்லரசுகள் விண்வெளியிலே ஆனப்பிய செயற்கைக் கிரகங்களும், ரொக்கட்டு

குமி மனிதர்களைக் கொண்டும், மனிதர் இல்லாமலும் பல மைல்களுக்கப்பாது சென்ற பூரியைப் பல முறை வலம் வந்து பின் பூரியிலிருங்கியதும், சந்திரனுக்குச் சென்ற அதன் தரையில் இறங்கி ஆராய்ச்சிகள் செய்து பின்னர் பூரியை மீண்டும் வந்தடைந்த துமிழ் மேலும் சுக்கிரன், செவ்வாயி, வியாழன், சனி போன்ற கிரகங்களுக்கு அண்மை யிற் சென்ற அங்குள்ள நிலைமையை ஆராய்ந்தறிந்ததும் அருமீ பெரும் சாதனைகள் ஆகும்.

சில துறைகளில் விண்ணாளிகள் தக்தம் ஆயிழு கூடங்களில் இருந்து கொண்டு தங்களுக்குத் தேவையான பொருட்களை வைத்துக் கொண்டு மிகவும் சாவகாசமாகத் தங்கள் ஆயிழுகளை மேற் கொள்வர். ஆனால் விண்ணியலாளர்களுக்கு அண்ட சராசரம் முறுவதுமே ஆயிழு கூடமாகும். வாளில் எதிர் வரும் நிகழ்வுகளுக்கும் ஏற்படும் சூழ்நிலைக்கும் ஏற்றவாறு தமிழ்மையே அவர்கள் ஆயத்தப்படுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இது வரை பூரியில் இருந்து கொண்டு ஆயிழு செய்து வந்த மனிதன் இப்போது பூரியில் இருந்து கொண்டு ஆயிழு செய்து வந்த மனிதன் இப்போது பூரியை விட்டுக் கீளமீபி விண்ணிலே சென்ற ஆரய்யத் தொடங்கும் வரை விண்ணாளிக் கல்வி வளர்ச்சியைப் பார்த்தோம்.

இன்றைய நவீன விண்ணான உலகில் மனிதனின் அன்ட வாழ்விலும் அவனது முன்னேற்றத்திலும் பெரும் பங்கினைக் கண்ணி கொண்டுள்ளது. கடந்த இரு சாப்தகாலங்களிலிருந்து இதன் தொழில் நுட்ப வளர்ச்சியானது வியக்கத்தக்கதாக இருந்தாலும், இதன் தோற்றப்பாடு கி.மு. 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன் பயன்படுத்தப்பட்ட மனிச் சட்டத்திலிருந்து ஆரம்பித்தது எனலாம். சீனர்கள் இம் மனிச் சட்டத்தினைப் பயன்படுத்தி 5000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே கணக்குகளைச் செய்தனர். 1642ல் பாளிகள் என்ற கனித மேதையின் மனிச் சட்டத்தின் சட்டங்களையும், பற் சக்கரங்களையும் கொண்டு ஏற்படுத்தப்பட்ட அபைபே, கண்ணியின் வளர்ச்சிக்கு மூலகாரணமாக அமைந்தது. அவரின் பின் விப்ஸிற்ஸ் என்பவர் இதனைப் புதப்பித்துக் கணிதம், பெளத்தைக் கடல் பிரயாணங்கள் போன்றவற்றிற்குப் பயன்படுத்தினார். 1820ல் "நவீன கண்ணியின் தந்தை" என அழைக்கப்படும் பாபிபேஜ் என்ற கனித மேதையினால்

"வேற பாட்டுப் பொறி", பாகுபாய்வுப் பொறி" ஆகிய இரு பொறிகள் அமைக்கப்பட்டன. இவை மிகவும் பாராட்டத்தக்க கண்டு பிடிப்புக்களாக அக் காலத்தில் இருந்ததுடன் எதிரி காலக் கண்டு பிடிப்புக்குக்கூடும் வழி வகுத்தன.

1882ல் கொலரி என்பவர் கணவி அட்டையைப் பயன்படுத்தி மகிழ்ச்சி தொகை மதிப்பினை மேற் கொண்டார். 1925ல் மசாரிட் தெட்டில் தொழில் நுட்ப நிலவுத்தைச் சேர்ந்த வனிவரிபுள் என்பவர் ஏராளமான பற்சக்கரங்களைக் கொண்டு இயங்கும் வேற பாட்டுக் கருவியைக் கொண்டே கணவியைச் செய்து முடித்தார். 1944ல் உறவாரிட் பல்கலைக் கழகப் பேராசிரியர் டாக்டர் ஜாக்கஸ், ஐ.பி.எம். நிலவுத்தீவிற்கு உதவியுடன் "மாரிகி 1" என்றும் தனியக்கூக்கு கணவியை உருவாக்கினார். இக் கணவியின் பொறி முகம் 51 அடி நீளமும், 8 அடி உயரமும் கொண்டதாலும், என் வடிவ விபரங்கள் அதன் நிலைவகுத்தீவிற்கு இருத்தி வைக்க வசதி இருந்தது. 1947ல் மினியக்கூக்கு சாதனங்களைக் கொண்டு இயங்கும் முதலாவது பொறி இனியாகி டாக்டர் ஜோன் மாசிலே என்பவரினால் கட்டமைக்கப்பட்டது. இதுவே மினியக்கூக் பாகங்களைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட முதல் கணவியாகும். இது ஒரு நொடியில் 5000 சதுரபுக்கூக்களுக்கும் செய்யும் கூடிய 6000 விசைகளையும் 5000 மிள் முளைகளையும், 50,000 மிள் இணப்புக்கூகளையும் உள்ளடக்கி இருந்தது. மின் துடிப்புக்கூகளைக் கொண்டு கணக்கும் முறை இதன் மூலம் கையாளப்பட்டது. 1949ல் எட்சாகி என சுருக்கமாக அமைக்கப்பட்ட கணவி கேம்பிரிஜ் பலைக் கழகத்தீவிற்கு செயியப்பட்டது. கணவியின் வடிவ அமைப்பில் அமெரிக்கா அதீக ஈடுபாடு கொண்டிருந்தாலும், வழி முறைகளை நிலைவகுத்தீவின் செலுத்தீசீ செயற்படும் கணவியை இங்கிலாந்தே முதன் முதலில் வடிவமைத்தது. கணவிகளின் தொழில் தட்டும் முன்னேற்றங்களின் தோற்று வளர்ச்சி கால கட்டங்களாகப் பிரித்து நோக்கப்படுகின்றது. 1950 ஆம் ஆண்டுக்கு முற்பட்ட முதலாம் கால கட்டத்தைச் சேர்ந்த கணவிகள், இன்றைய இயந்திரங்களின் தரத்தீடுகள் ஒப்பிடும் போது மிகவும் சிறிய நிலை வகும் அதீக சக்தி நுகர்வு என்பவற்றினைப் பன்புகளாகக் கொண்டிருந்தது. 1950க் காலத்தில் பத்தியிலிருந்து 2ம் கால கட்டத்தைச் சேர்ந்த கணவிகள் தோற்றும் பெற்று

நன். - இலை-பகுதி-யின் கடத்திக் ளைக் கொண்டு ( Semi Conductor Transistors ) உருவாக்கப்பட்டன. இக்கணிகளின் செயற்பாட்டிற்கு வழி முறைகள் உதவியாக இருந்ததுடன் அதன் இயக்கமானது குறியீடுகள் மூலம் அமைந்திருந்தது. நினைவுக்கூசி சேமிப்புக்கள், "இரு நிலை எண்கள்" மூலம் வேறுபடுத்தப்பட்டன. இத்தகைய இரு நிலை எண்களின் கோரிவையானது பொறி குறியீடு என்பதும்.

1955 - 60 காலத்தில் "ஒன்றிய யின் வழிகள்" கொண்ட கணிகள் உருவாக்கப்பட்டன. 1960ல் ஐ.பி.எம். 7090 கணிகளில் விருத்தி செயியப்பட்டதுடன், அதன் நினைவுக்கூசி கொள்ளவு 32,768 சொற்கள், தலா 36 அலுக்குக்கு என்ற முறையில் அமைந்திருந்தது. 1965 ஸ் பின் 3ம் கால கட்டக் கணிகள் விண்ணான், வரித்தக, கைத்தொழில் துறையில் பெருமளவு பாவ இங்கிகு வந்தன. இலை செயற்திறன் யிக்கவையாக இருந்தன. 1966ல் வடிவமைக்கப்பட்ட சி.டி.சி 6800 கணியானது முன்னேற்றகரமான ஒன்றிய வழிகளையும், சிறிய அளவான காந்த அக சேமிப்பையும் கொண்டிருந்தது. 1970 - 80 காலத்தில் 44ம் கால கட்ட கணிகளின் தொழில் சுட்பத்தில் பாரிய மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன. இவற்றில் தோன்றிய யின்வழிகள் பெருமளவு பயன்பாட்டைக் கொண்டிருந்தன. பிரதான நினைவுக்கைத்தயும், உயர் இயல் அளவு கொண்ட காந்த தட்டுக்கூடுதல் கொண்டிருந்தது. தனிப்பட்ட ஒவ்வொருவரும் ஒரே நேரத்தில் பயன்படுத்தக்கூடிய முறையில் நேரப் பதில் சாத்தியமானது. துளையிடப்பட்ட அட்டைகளுக்குக் கதிலாக, "வரி அசீப் பொறி" பயன்படுத்தப்பட்டன. வழி முறைகளைக் கணிக்குள் செலுத்ததல் நினைவில் வைத்திருத்தல், இயக்கதல் ஆகியவை தட்டுப் பலகை மூலமாக வழி முறைகளில் ஏற்பட்ட விரிவான முன்னேற்றங்களினால் இலகுவாக இருந்தது. கோவைகளில் இருந்த பெருமளவான தகவல்களைத் தட்டுப் பலகையினாடாகச் செலுத்தி காந்தத் தட்டில் இருத்தி வைத்தல், பின்பு அதனை வாசித்து செய் முறைக்கப் பயன்படுத்தல் போன்றவற்றை மீண்டியக்க வேகத்தில் செயிய முடிந்தது. இக்காலத்தில் " வழி யமைப்பு " மொழிகளில் ஏற்பட்ட பாரிய முன்னேற்றங்கள் இல்லான பிரயோகத்திற்கு ஈசி வசதியாக இருந்தது.

ஜந்தாம் கால கட்டத்தைச் சேர்ந்த உயரி நிலைக் ருட்பக் கணவிகள் தற்போது பயன்பாட்டுக்கு வந்துள்ளன. மிக உயர்ந்த செயிப்புத் தரத்தையும் அதி வேக செயல் திற இனத்து கொண்ட இக் கணவிகளை உற்பத்தி செய்யும் நாடுகள், அவற்றின் விற்பனை செய்யத் தயக்கம் காட்டி வருகின்றன. கால நிலைப் பற்றிய தரவுகள் செய் முறைப்படுத்தவும், மிகுந்த அபாயம் விளைக்கும் குறவறிகளைக் கூட்டியே எதிர்வு கூறுவதற்கும் பயன்படுத்துவதற்கான உயரி நிலைத் தொழில் ருட்பக் கணவியை அமெரிக்காவிடம் இருந்து இந்தியா பெற்றினது. இக் கணவியின் உயரி நிலை ருட்பங்களை மற்றைய நாடுகளும் பிரதி செய்துவிடும் என்ற சந்தேகமும் இராணுவ நடவடிக்கைகளுக்கு பயன்படுத்தலாமென்ற அச்சமும் இதன் விற்பனைக்குத் தடையாக இருப்பதுடன் சில உறுதிப்பாகங்களின் அடிப்படையிலேயே இவற்றின் வழங்க முன் வந்திருக்கின்றது.

நாலாம் கால கட்ட கணவிகளின் தோற்றுத்தீல் 1970ம் ஆண்டின் பின் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட சிற கணவிகளின் ( Mini - Computer ) வளர்ச்சி அபரியிதமானது. தனிப்பட்டவரிகளின் தேவைகளின் பிரயோகங்களுக்காக இத்தகைய கணவிகள் உருவாக்கப்பட்டன. அதிகமான பொருது போகிக்காக விளையாட்டுத் துறையும் இதனுள்ள அடக்கப்பட்டன. இவ்வாறு காலத்திற்குக் காலம் கணவிகள் பல் வேறு வடிவமைப்புக்கூட்டுப்பட்டு வந்துள்ளதுடன், தொழில் ருட்ப ரீதியாக வியத்தக நிலையையும் அடைந்துள்ளன. இவை அனைத்தும் விண்ணானக் கல்கி வளர்ச்சியில் சமூக செல்வாக்கின் பிரதிபலிக்கின்றது.

நாளாந்த வாழ்க்கையில் பெளதீக விஞ்ஞானத்தின் பயனிபாடு.

விஞ்ஞான ரீதியிலான பிரசிச ஜெகஞ்சுகுதி தீர்வு காலும் போத விஞ்ஞானிகள் பின்பற்றிம் முறைக் ளையும் செயற்பாடுக் ளையும் உணர்ந்து கொண்டு உரிய சந்தர்ப்பங்களில் அவற்றை விஞ்ஞான அனுகு முறையுடையோர் பயனிபடுத்துவர். அதைப் பயனிப்படுத்தி அன்றட வாழ்வகையிலம் பிரயோசிக்க முற்படுவர். விஞ்ஞானிகளின் விஞ்ஞான செயற்பாடுக் ளை ஏற்றவகையில் தேவைக்கீரிய நிரம்ப லைக் கொடுக்கும் வகையில் நிறுவனங்களுக் கூடாக அல்லது தொழிற்சாலைகளுக் கூடாக உபகரண வடிவம் பெற்ற சந்தைப்படுத்தும் நிலையங்கள் கூடாக கடைகளில் நுகர்வோருக்கு ஏற்ற முறையில் விணியோசிக்கப்படும். அன்றட வாழ்க்கையில் இவற்றை உபயோகிக்கத் தேவையான விஞ்ஞான அறிவு திறன், மனப்பாங்குகள் ஆசியவற்றை மக்கள் விருத்தி செய்து கொள்வர். அதே நேரத்தில் தேசீய வளங்களை இனம் கண்டு அவற்றை பயன்றுதியுள்ள முறையில் பயனிப்படுத்துவதற்காக விஞ்ஞான அறிவையும் திற ளையும் தொழில் நுட்பங்களையும் ஆரசாங்கம் தொழில் நுட்பக் கல்லூரிகளினாடாக விருத்தி செய்யும். அதிகான தேசீய முன்னேற்றத்துக்கு விஞ்ஞான நிறுவனங்களினால் அகற்றப்படும் சேவையை மதித்து அவற்றிற்கு உதவியும் ஒத்துழைப்பும் வழங்குவதற்கு அரசாங்கம் விரும்பியிருக்கும். உரிய சந்தர்ப்பத்தில் அவற்றின் உதவியைப் பெறப் பொது மக்கள் முன்வந்து பயன் பெறுகின்றனர். பல்வேறு பொது சங்கதொடர்புசாதனங்கள் மூலம் வெளியிடப்படும் விஞ்ஞான ரீதியிலான தகவல்களை உள்ள வாங்கும் நிலையிலும் பகுத்தாய்வு மூலம் மதிப்பீடு செய்யும் திற ளையும் மக்கள் இயல்பாகவே விருத்தி செய்கின்றனர். ஆகீகர் தொழிற்பாடுகள் வழிவகுக்கும் விதத்திலான நிர்மான சக்திகளை விருத்தி செய்ய தொழில் நுக்கவியலாளர் முயல்வர். விளையாட்டுத் துறையில் உள்ளவர்கள் பொழுது போக்கு நடவடிக்கைகளின் போத விஞ்ஞானத்தினாடாகப் பயனுள்ள விதத்தில் நேரத்தைச் செலவிடுவர். கல்வி நிறுவனங்களில் மேலதிகக் கல்வி நடவடிக்கைகளுக்குத் தேவையான அடிப்படைகளை ஒரு ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட பாடத்திட்ட மூலம் கட்டி எழுப்பப்படுகிறது. இதுவரை விஞ்ஞானம்

மக்களிடையே ஆடுரவிச் செல்லும் விதத்தைப் பாரித்தோம்.

சமுகம் தனது தேவையை நிறைவு படுத்துவதற்கு நாளாந்த வாழ்க்கையில் ஈடுபடுகின்றது. இது போது பொதீக விண்ணானத்தின் பயன் பாட்டினால்

- 1). நேரத்தை மீதப்படுத்துகின்றது.
- 2). பொருளாதாரத்தை மீதப்படுத்துகின்றது.
- 3). பொழுதை பயன்னின் வகையில் செலவிடுகின்றது.
- 4). திருத்தமான பெறப்பேறுகளைப் பெற உதவுகின்றது.

தேவையான நேரத்தில் தேவையான இடத்தில் எடுத்துச் சென்ற ஒளியைப் பெறக் கூடியவாறு மின்சூழ் அமைந்துள்ளது. இதன்லி மின்கலங்கள் மின் இன வழங்குகின்றது. இம் மின்சக்தி இரசாயன சக்தியில் இருந்து பெறப்படுகின்றது. பெறப்பட்ட மின்சக்தி ஒளி சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. ஒளியானது பரவ இளப் பான கோப்பையினால் தெறிப்படைந்து குவிக்கப்படுகின்றது. விளக்குகள் போல் மழுயாலோ அல்லது காற்றிலோ அணியாது உபயோகிக்கக் கூடியதாக உள்ளது. இது மக்களின் வாழ்க்கையில் அவசர வேளைகளில் நேரத்தை மீதப்படுத்தி ஒளியைப் பெற உதவுகின்றது. தற்போது மீள ஏற்றம் பெறக் கூடிய மின்கலங்களைக் கொண்ட மின் சூல்களும் பாவ இனயில் உண்டு. நிலையாக ஓர் இடத்தில் ஒளியைப் பெற மின்னால் ஒளி பெறக் கூடிய மின் சூழ்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவை விளக்குகளுடன் ஒப்படும் போது ஒரு ஆளியை அமுத்துவதன் மூலம் ஒளியைப் பெறக் கூடியதாக உள்ளது. தீப்பெப்பட்டி எழுத்து, மண்ணெண் ஜை எடுத்து விளக்கை ஏற்றுவதற்குத் தேவையான நேரத்திலே மிகக் குறைந்த அளவு நேரமே தேவைப்படுகின்றது. தொடர்ச்சியாக ஒளியைப் பெற மின் சூழ்வும் விளக்ககள் சீக்கனமானவை. ஆனால் விளக்கை விட மின்னில் இருந்து மின் சூழ்வால் பெறும் ( பொறி முறை சக்தி, மின்சக்தியாக மாற்றப்பட்டு இமீமின் சக்தி ஒளி சக்தியாகப் பெறதல் ) ஒளி சீக்கனமானது. சீரான மின்னேட்டம் பேணப்படுவதனால் சீரான ஒளியை வழங்குகின்றது. அத்தட்டி விளக்கால் சூழல் மாசடைகின்றது. ஆனால் மின் ஒளியால் சூழல் மாசடைவதில் லை.

மிகவும் குறகிய நேரத்திற் பெருந்திரளான மக்களுடன் தொடர்பு ஏற்படுத்தும் சாதனமாக வானைவி விளங்குகின்றது. வானைவி இன்றைய உலகிற் பெரும் சக்தி வாய்ந்த கல்விச் சாதனமாகவும், பொழுது போக்குச் சாதனமாக, வும் விளங்குகின்றது. நடை முறையைவள்ளு அன்றை நிகழ்ச்சிக இன்டும், விண்ணானப் பண்பாட்டு உண்மைக இன்டும் அறியத்தரும் சாதனமாக வானைவி விளங்குகின்றது. உதாரணமாக ஆசிரியர் பற்றுக் குறை நிலவும் ஒரு பாடத்தை மிக இல்லாகப் பிரின் இளக்குக்கு கற்பிக்கலாம். மக்கள் சமூக உணர்வைத் தூண்டுவதற்கும், சமூக நிகழ்ச்சிக இள மையமாக வைத்துக் கல்வியைப் போதிக்கவும் வானைவி பெருந் து ஜெபூரிகின்றது. ஆனால் வானைவி மூலம் கருத்துக்க இள விளக்கப்பண்ணும் போது அவை உயிரற்ற, சக்தியற்ற கருத்துக்களாக விளக்கலாம். மாணவர்கள், மக்கள் அவரீகளுக்கு ஏற்படும் ஐயப்பாடுகளை உடறுகிக்குடன் தீர்க்க முடியாமல் இருக்கலாம். ஆனால் இக்கிறையைத் தீர்ப்பதற்குப் பாடங்களைக் கேள்வி, பதில் வழிபற்றி அல்லது நாடக வழிபற்றித் தயாரித்து அளிக்கலாம். அளிக்கப்படும் கருத்துக்கள் திறனுடைய மனப்பான்மையை அடிப்படையாக வைத்து அளிக்கப்படலாம். மாணவர்களைக் கொண்டே, நமது மக்களைக் கொண்டே பாடங்களை ஆயத்தப்படுத்தி, வானைவி மூலம் பரப்பலாம். வானைவி மாணவர்களுக்கு, ஆசிரியர்களுக்கு ஒரு தனிக்கருவி. அரசாங்கம் இதன் மூலம் மிக விரைவில் தொடர்பு கொண்டு தனது அறிக்கைகளை மக்கள் முன் சமர்ப்பிக்கின்றது. வானைவியில் ஒவ்வொரு சக்தி, மின்காந்தி அலையாக மாற்றப்பட்ட சக்தி ஒவ்வொரு சக்தியாகப் பெறப்படுகின்றது.

திரைப்படங்கள் சமூகத்தில் நல்ல மாற்றங்களை கலாச்சார முறையில் ஏற்படுத்துகின்றது. அதைகள் சிறந்த கல்விச் சாதனம். இது மாணவர்களை மிகவும் கவர்ந்துள்ள சாதனமாகும். செவிப்புலன், கட்டுலன் இரண்டையும் உபயோகித்து திரைப்படங்கள் கல்வியைப் புகட்டுகின்றன. எனவே மாணவர்கள் மனதைத் திரைப்படங்கள் கவருகின்றன. மாணவர்கள் விரும்புவது போல் வளர்ந்தவர்களும் திரைப்படங்களை விரும்புகிறார்கள். கற்பனை நயத்துடன் நல் உணர்வைத் தூண்டும் வாழ்க்கைச் சமீபவத்தைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படும் திரைப்படங்கள் மக்களின் உள்ளதைக் கவர்வதில் வியப்பில் லை. இது போன்ற திரைப்படங்கள் சிறந்த விழுமியங்களை மக்களுக்குப் படைத்தளிப்பதன் நீண்ட காலத்துக்கு அவற்றை திலையாகவும் விளக்கவும்

செயிய வேண்டும்.

நல்ல விழுமியங்கள் அளிக்கும் திரைப்படங்கள் அதே வேளை ஊறவி னவிக்கும் தீய விளைவையும் தூண்ட இடமுண்டு. சபுகம், குடும்பம், பள்ளிக் கூடங்கள் வளர்க்க விரும்பும் மனப்பாங்குகளுக்கு எதிராகச் செயற்படும் திரைப்படங்கள் கேடுக இள விளைகின்றன. கல்வி போதிக்கும் விழுமியங்களுக்கு மாருன விழுமியங்கள் திரைப்படங்களில் போற்றப் படும் போத காலும் போத மாணவர் மனதீர் பொறுதல் ஏற்படுகின்றது. எனிலும், நல்ல நோக்குடனு திரைப்படங்களை தற்காலத்தில் பெருக்கியிருக்கிறது. வளர்வு பெறும் நாடுகளிலும், முதியோர் கல்வி அளிக்கத் திரைப்படங்கள் சிறந்த சாதனமாக விளங்கின்றன.

தற்போத இலங்கையிலும், பிற நாடுகளிலும் தொலைக் காட்சிப் பள்பு விரைவாக வளர்ந்து வருகின்றது. சமூக, கலாச்சார, பொருளாதார சீரித்திருத்தங்களை எந்த மட்டத்தில்லை மகிக்கணும் இலகுவில் புரிந்து கொள்ளக் கூடிய வகையில் கட்புலனுக் கூடாகவும், செவிப் புலனுக் கூடாகவும் புகட்டப்படுகின்றது. சுகாதாரம் மகிக்கள் பேற்றுவதற்கு ஏற்ற வகையில் இலாவில் புரியக் கூடியவாறு புகட்டுகின்றது. அதிகடன் மாணவர்களுக்கு செயி முறைகளை அவதானிக்கக் கூடிய வாறும், பிரச்ச னைகளைத் தீர்வு காண்பதற்கும் ஏற்றவாறு கல்விச் சேவை நடத்தப் படுகின்றது. எப்பாகத்தில் நிகழும் முக்கிய நிகழ்ச்சிகளையும் அதே நேரத்தில் நாடு முழுவதும் ஒளிபரப்பப்படுகின்றது. இவ்வேலையில் வீட்டில் இருந்தபடியே நிகழ்ச்சியைத் தெளிவாகக் காணக்கூடியதாக உள்ளது. ஒளிப்பதில் நாடாக்களின் உதவியால் முன் நடந்தவற்றை மீண்பி பார்ப்பதற்குத் தீண்புரிகிறது. தொலைக் காட்சிப் பெட்டியானது மிகச் சிறந்த பொழுது போக்கக் கூடிய சாதனமாகும்.

இவ்வாறு அனுகு ஸ்ரையிலி பாபார்க்டும் போத அனேகமாக எல்லாப் பொருட்களிலும் விண்ணான முறையிலான பயண்பாடு காணப்படுகின்றது. அதிலும் தற்போத நவீன மயப்படுத்த மூலமாகவும், சீக்கனமாகவும், ஆளனியைக் குறைக்கும் வகையிலும் பயண்பாடுகள் காணப்படுகின்றன. விவசாயத்திலையில் விளைவு

அதிகரிக்கும் முகமாகப் பென்தீக விழிராணமும் பொறியியலும் இன்று தொழில் படுவதை அவதாளிக்கக் கூடியதாக உள்ளது.

இக்காலக் குழந்தைகள் விண்ணான அறிவு வளர்ச்சியால் முனினேற்ற மடைந்த சமூகத்தில் வாழ்கின்றனர். இவ்விண்ணான வளர்ச்சி நகர் புறங்களில் வாழும் குழந்தைகளின் சூழ்நிலையின் மட்டுமன்றிச் சிற்றார்களில் பிறந்து வளரும் குழந்தையினின் சூழ்நிலையையும் பெருமளவு பாதித்துள்ளது. வீட்டிலும் சுற்றிப் புறத்திலும் விண்ணான அறிவு வளர்ச்சியால் ஏற்பட்ட வாழ்க்கை வசதிகளை இவர்கள் நாள்தோடும் காண்கின்றனர். சில இடங்களில் மின்சார வசதி இல்லாத சிராமங்களுமின்டு. கிராமத்தில் வளரும் குழந்தைகளும் யின் விளக்கு, மின்சார சக்தியால் இயங்கும் தண்ணீர் இறைக்கும் கருவி, வானைலி முதலியவற்றைப் பார்த்திருக்கக் கூடும். மேலும் கிராமங்களில் உள்ள இயற்கைச் சூழ்நிலையில் அவர்கள் பிராணிகளைப் பற்றிய அறிவில் நகரத்தில் வாழும் குழந்தைகளை விடச் சிறந்தவர்களாய் இருப்பார். ஆனால் நகரில் வாழும் குழந்தைகள் அறிவியல் வளர்ச்சியால் மகிகள் பெற்றின் மின்சார வசதிகள், இயந்திரங்கள் பற்றிய அறிவில் கிராமத்துக் குழந்தைகளைக் காட்டிலும் ஓரளவு சிந்தவராய் இருப்பார். நல்ல முறையில் விண்ணான பாடத் திட்டம் வகுக்கப்படுமானால் அது வெவ்வேறு சூழ்நிலையில் வாழும் குழந்தைகளுக்கும் தனித் தனிப் பாடத் திட்டம் என்றுக்க வேண்டும். இத்தகைய தனிப்பட்ட பாடத்திட்டங்கள் இல்லாவிட்டும், திறன் மிக்க ஆசிரியரால் பள்ளிச் சூழ்நிலைக் கேற்ப பாடப் பொருட்களில் தேவையான மாதுதல்களைச் செய்யவியலும்.

ஜந்து வயது முதல் ஏறு வயது வரையுள்ள குழந்தைகள் முதல், இரண்டாம், மூன்றாம், வகுப்புகளில் படிப்பார்கள். அக்குழந்தைகளின் தன்மையாதெனில் இவ்வயத்துக் குழந்தைகள் எதையும் கூர்ந்து கவனிக்கும் இயல்புடையவர்கள். சிறப்பாகச் சுற்றிப் புறத்தில் கானும் இயற்கைப் பொருட்களில் ஆரீவும் கொள்வார்கள். ஆராயிஷுக்கம் இவ்வயதினரிடம் மிக அதிகமாகச் செயல்படும். இப் பறவத்திலும் அவர்களின் கேள்விக் கெல்லாம் தகுந்த விடைகள் அளிக்கப்பட வேண்டும். குழந்தைகள் தாங்கள் கானும் பிராணிகளைப் படங்களாக வரைய விரும்புவார்கள்.

பலவித மெழுகு வண்ணங்கள், வண்ணச் சுமீமுபுக் கட்டிகள் ஆகியவற்றைக் கொடுத்துக் காகிதங்களில் காகம், கிளி, பூனை, மலர்கள் முதலியவற்றை வரைந்து வண்ணம் தீட்டச் சொல்ல வேண்டும். இவ்வயதைக் குழந்தைகள் ஓர் இடத்திலேயே நிலைத்து நிற்கும் தாவரங்களைவிட இடத்தக்கிடம் நகர்ந்து செல்லும் பிராணிகளில் அதிக ஆரிவும் கொள்வார். மேலும் ஒரும் இரயில் வண்டி, சைக்கிள், மோட்டார் முதலியவைகளைப் பெற்றியும் அறிய அதிக ஆவல் கொள்வார். எனவே முதல் ஐந்து வகுப்புகளுக்கு அமைந்த அறிவியற் பாடத்திட்டத்தில் இயற்கைப் பாடமும், தோட்ட வேலையும் சிறப்பிடம் பெற வேண்டும்.

முதலாம் வகுப்பு விஞ்ஞான அனுகு முறையில் சுற்றுப் புறத்தில் காணப்படும் தாவரங்கள், பிராணிகள் முதலியவைகளை மாணவர்கள் கூர்ந்து நோக்கி அவற்றைப் பற்றி மேலும் கேட்டறிய ஆவலைத் தூண்டுமாறு அமைய வேண்டும். இரண்டாம் வகுப்பு விஞ்ஞான அனுகு முறையில் முதல் வகுப்புப் பாடத்திட்டத்தைத் தொடர்ந்திருக்க வேண்டும். இதிலும் தாவரங்கள், பிராணிகளுக்குச் சிறப்பிடம் அவிகிகப்பெட வேண்டும். அவைகளைக் கூர்ந்து கவனித்ததுடன், பெயர்களை அறிதல், குறிப்பிட்ட செடி என்னவென்று கண்டு கொள்ளல் முதலியவை சேர்க்கப்படுமாயின் சிறப்பாயிருக்கும். மாணவராக இயற்கைச் சூழ் நிலையில் பொதுவாகக் காணப்படும் மரங்களைக் கண்டறிதல், அவைகளின் பெயர்களை எறுதித தெரிந்து கொண்டு பள்ளிக்கூடத் தோட்டத்தைக் கூர்ந்து கவனித்தல், மற்றத் தோட்டங்களைப் பார்வையிடுதல், மரம், செடி கொடிகள் எப்படி வளருகின்றனவென்று கவனித்தல், மரங்களின் தோற்றம், வேர், அடிமரம், கிளைகள், இலைகள், பழங்கள் முதலியவைகளைக் கூர்ந்து கவனித்தல் தோட்டத்திலீள செடிகளின்ப்பற்றித் தெரிந்து கொள்ளல், குறிப்பிட்ட மரங்களின் மலர்களைக் கூர்ந்து கவனித்தல், வயல்கள், வெறுந்தரை இவற்றின் வெளித் தோற்றத்தை நான்கு ஆராய்தல், வீட்டில் விருப்பத்தோடு வளர்க்கப்படும் நாய், பூனை, பசு, ஆடு, கோழி, முதலியவைகளையும், அவற்றின் பழக்க வழக்கங்களையும் அறிதல் இரண்டாம் வகுப்பில் இடம் பெறல் வேண்டும். செய்முறை வேலையில், பள்ளித் தோட்ட வேலையில் ஈடுபடுதல் செடிகளுக்குத் தண்ணீர் விடுதல் வெளி நிலங்களுக்குச் சென்ற பார்வையிடல், விதைகள், இலைகள், பறவைக் குடுகள்

ஆகியவற்றைச் சேகாரித்தல், சூழி நிலையில் உள்ள தாவரங்கள், விலங்குகள், பறவைகள் முதலியவற்றின் படங்களை வரைதல், கூர்ந்து கவனித்தல், பொருளின் தன்மையை வெளித் தோற்றுத்தை, அதன் செயலைக் கருத்தில் கொள்ளல், படம் வரைதல், பீபின் அபி பொருளைக் காணும் பொழுத அது என்ன என்று கண்டறிதல், முதலிய பழக்கங்கள் மாணவரது அறிவு வளர்ச்சிக்கு இந்திலையில் உதவுகின்றன.

பல்வேறு மாங்கிகரது தனிப்பட்ட நாட்டங்களில் கவர்ச்சிகளில்லை கருத்தில் கொள்ளாமல், அவர்கள் யாவருக்கும் பயனளிக்கும் வகையில் அறிவியற் கல்விபுக்ட்ட உதவும் பாடப் பொருளையே நாம் விண்ணானம் என்கிறோம். இன்றைய வாழ்க்கையின் ஒவ்வொரு துறையிலும் விண்ணானக் கருத்துரைகளும், விண்ணானக் கண்டுபிடிப்புகளும் பரவி, இவை ஒவ்வொன்றிலும் பெரிய மாற்றங்களைத் தோற்றுவதைப் பல்வேறு நற்பயன்களையும் அளித்துள்ளன என்பதை நாம் அறிவோம். இதனால் இன்றைய சமுதாயத்தில் திறஞ்சன் செயலாற்றி நல்வாழ்வை வாழ்வதற்கு விண்ணான அறிவு ஒவ்வொருவருக்கும் இன்றியமையாததாகும். அன்றைம் வாழ்க்கைக்குப் பயனளிக்கக் கூடிய விண்ணான உண்மைகளை ஒவ்வொருவருக்கும் அளிக்கும் பாடப் பிரிவே பொது விண்ணானம் ஆகும்.

விண்ணானம் கற்பித்தவின் அடிப்படை நோக்கங்கள் பின்வருமாறு கருதலாம்.

- 1). சமுதாயத்தில் வாழ்த் தேவைப்படும் விண்ணானக் கருத்துக்கள், செயற்திறன்கள், விண்ணானத் தொடர்புடைய நற்பண்புகள் ஆகியவற்றின் விண்ணான பாடத்தில் கற்பதன் மூலம் ஒவ்வொர் மாணவும் பெறுதல் வேண்டும்.
- 2). இப்பயனை விண்ணான பாடம் மாங்கிகருக்கு அளிக்க வேண்டுமாயின், அப்பாடத்தின் பல்வேறு பாடப் பிரிவுகளும், பாடப் பொருள்களும், அவர்களது இயற்கைச் சூழ்நிலை, சமூகச் சூழ்நிலை ஆகியவற்றைச் சொன்னுடைய தொடர்பு கொண்டு அவற்றினின்றும் எழுவளவாய் அமைதல் வேண்டும்.

- 3). பொது விஞ்ஞானத்தில் கற்பிக்கப்படும் பாடப் பொருள்கள் யாவும் மானுக்கரது அன்றை வாழ்க்கையில் எதிரிப்படும் நிகழ்ச்சிகள், பிரச்சனைகள் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும். இந் நிகழ்ச்சிகள், பிரச்சனைகள் ஆகியவற்றை இனக்கே பல்வேறு விஞ்ஞானக் கருத்துக்களையும், கோட்பாடுகளையும் மாண்கரக்கு ஆசிரியர் கற்பித்தல் வேண்டும். எ<sup>ட</sup>த்துக் காட்டாக, "ஒளி", "ஒலி", "மின் சக்தி" போன்ற தலைப்புகள் விஞ்ஞானத்தைப் பிரித்துக் கற்பித்தவிலும், பாடப் பொருளை வாழ்க்கைப் பிரச்சனைகளுடன் இனக்கே, "குடி தண்ணீர்" எவ்வாறு நமக்குக் கிடைக்கின்றது ?, "தொலைபேசி" எவ்வாறு இயங்கின்றது? நமக்குத் தேவைப்படும் உணவை உற்பத்தி செய்யும் செடிகள் எவ ? போன்ற பாட அலகுகளாய் பிரித்துக் கற்பித்தல் சிறப்பான பயனை அளிக்கும். இவ்வாறு அமைதல் சிறப்பாகச் சிறு குழந்தைகள்க்கு விஞ்ஞானக் கலர்ச்சி தோன்றப் பெறும் உதவுவதாகும். இதுவே உளவியலின் அடிப்படையாக அமைந்ததாகும். இக்காலத்தில் எழுதப் பெற்ற இளம் மானுக்கருக்காக வெளியிடப்படும் விஞ்ஞான பாடம் புத்தகங்களில் இம்முறையிலேயே பாடப் பொருள்கள் அமைக்கப்பட்டிருத்த லைக் காணலாம்.
- 4). விஞ்ஞான பாடத்தின் மானுக்காக்கு கற்பித்தவின் சிறப்பு நோக்கம் நடை முறைப் பயனேயாகும். இப் பாடத்தின் மூலம் அவர்கள் பெறும் அறிவும், ஆற்றலும் அவர்களது அன்றை வாழ்க்கையில் பயனளித்தல் வேண்டும். விஞ்ஞானத் தொடர்பு முறை பயன்கள் அறிவியலேயாகும். ஆதலால் விஞ்ஞானப் பாடத்திட்டம் இறுகீய, மாறுபடாத தன்மை பெற்றதாக இருக்கலாகாது.

த ஈ ன ந ா ஸ் ப ட ட ய ஸ் .

- |    |                     |  |
|----|---------------------|--|
| 1. | வே. யுகபாலசிங்கம்.  | விஞ்ஞானமும், விஞ்ஞான முறையும்.<br>யாழ்ப்பாணம். 1989. |
| 2. | ப. சந்திரசேகரம்.    | கல்வித் தத்துவம்.<br>யாழ்ப்பாணம். 1975.              |
| 3. | ஐ. ராமசிருத் னராவி. | மனிதனம், இயந்திரம்.<br>சென் னை. 1967.                |
| 4. | மு. துரைராசன்.      | நீரளவைகள்.<br>சென் னை. 1976.                         |
| 5. | மு. கவியப்பெருமான். | தொ லைகிகாட்சி.<br>சென் னை. 1977.                     |
| 6. | சி. இராசகோபான்.     | உயிரிக் னைக் கற்பித்தல்.<br>சென் னை. 1978.           |
| 7. | செந்தில்நாதன்.      | ஏரம்ப விண்ணியல்.<br>யாழ்ப்பாணம். 1986.               |

பாட நூல்கள்.

1. புதிய விஞ்ஞானம். ஆண்டு 6. கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம், கொழும்பு. 1987.
2. புதிய விஞ்ஞானம். ஆண்டு 7. கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம், கொழும்பு. 1986.
3. புதிய விஞ்ஞானம். ஆண்டு 8. கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம், கொழும்பு. 1986.
4. புதிய விஞ்ஞானம். ஆண்டு 9. கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம், கொழும்பு. 1987.
5. புதிய விஞ்ஞானம். ஆண்டு 10. கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம், கொழும்பு. 1987.
6. புதிய விஞ்ஞானம். ஆண்டு 11. கல்வி வெளியீட்டுத் திணைக்களம், கொழும்பு. 1987.
7. விஞ்ஞானம் கற்பித்தலுக்கான அரசு கரும மொழித் திணைக்கள யூனிகேஷன் ஆதார நூல். வெளியீட்டுப் பிரசரம். 1962.

