179

வான்வெளி ★ ★ ★
★ ★ ★ ஆராய்ச்சி

D 58

அல்லிப் பதிப்பகம்

மேற்கோள் நூல் வரிசை : வெளியீடு 1.

வான்வெளி ★ ★ ★
★ ★ ★ ஆராய்ச்சி

(Space Research)

MADRAS RECORD OFFICE
MADRAS

ஆசிரியர் :
அரு. கிருட்டினமூர்த்தி, B. SC., B. T.,
தூய பேதுரு உயர்நிலைப்பள்ளி,
தஞ்சாவூர்.

அல்லிப் பதிப்பகம்

10, செங்கழுநீர்ப் பிள்ளையார் கோயில் தெரு,
சிதம்பரம்.

அல்லி : வெளியீடு 1
முதற்பதிப்பு : மே 1962.

100409

தலைமை நிலையம் :
10, செங்கழுநீர்ப் பிள்ளையார் கோயில் தெரு,
சிதம்பரம்.

D58
N62

கிளை நிலையம் :
2536, வேங்கடேசப்பெருமாள் கோயில் தெரு,
அய்யன்கடைத் தெரு,
தஞ்சாவூர்.

பதிப்புரிமை

விலை ரூ. 7—50

முதல் 9 பாரங்கள் சென்னை சாது அச்சுக்கூடத்திலும்,
எஞ்சியவை புதுக்கோட்டை மதராஸ் ரிப்பன் அச்சகத்திலும்
அச்சிடப்பட்டவை.

பாராட்டுரை

ப. துரைக்கண்ணு முதலியார், M. A., M. A., L. T., DIP., EC.,
(President, Faculty of Education, Member, Board of Studies (Teaching), Academic Council & Senate of Madras University, & Member, Faculty of Education, Annamalai University, & President, Ramanathapuram District Teachers' Guild.)

முதல்வர்,
அழகப்பா ஆசிரியப் பயிற்சிக் கல்லூரி,
காரைக்குடி.

விஞ்ஞானத்தின் ஆற்றல் மண்ணுலகினின்று விண்ணுலகை யன்றோ எய்தியுள்ளது. அண்டத்தை அண்ணுந்து அதன் அளப்பருந் தன்மையினையும், வளப் பெருங் காட்சியினையும் கண்டு இறும்பூதெய்திய காலம் உண்டு. ஆனுல், இன்று வான வெளியும் ஆங்குறையும் பல கோள்களும் எண்ணிறந்த மீன்களும் கட்புலக் காட்சிகளேயன்று. அவற்றினை ஒவ்வொன்ருக அறியவும் அடையவும் மனிதன் திறன் வளர்ச்சி பெற்று வருவது கண்கூடு. வெகு அண்மைக் காலத்திலேயே வான வெளியில் போக்கு வரத்து வெகு எளிதாகுமென்று எதிர்பார்க்கிருேம். சிறப்பாகப் பூமிக்கு அருகிலுள்ள செவ்வாய்க் கோளோடு மனிதன் உறவு கொள்வானென்றும், இரு கோள் களுடைய தொடர்பு மிக எளிதாகு மென்றும் கருதுவாருளர். இவ்வரிய வழிகளில், முன்னணியில் நின்று ஒன்றுக்கொன்று முனைந்து, தமது திறமையினை வெளிப்படுத்துபவை உருசியாவும் அமெரிக்காவுமாகும். இவற்றைத் தொடர்ந்து பிற ஐரோப்பிய நாடுகளும் வானவெளி ஆராய்ச்சியினை மேற் கொண்டுள்ளன. திங்களைச் சுற்றியதும் உலகத்தை வலம் வந்ததும், நில மக்களை வான மக்களாக்கி விட்டனவென்று கருதுவது மிகையன்று. வெந்தழலி னிரதம் வைத்து ஐந்து லோகத்தையும் வேதித்து விற்றுண்ணலாமென்பதும், வான வெளியினராகிய விண்ணவரை ஏவல் கொளலாமென்பதும் நந்தமிழ் நாட்டவருக்கு உண்மைக் காட்சிகளாகப் புலனுகின்றன.

அண்மையில் நடைபெற்ற வானவெளிச் செலவுகளைப் பற்றித் தமிழ் மக்கள் அப்போதைக்கப்போது பல செய்தி இதழ்களின் வழியாக அறிந்திருப்பார்கள். பெரும்பான்மை ஆங்கில இதழ்கள் மட்டுமே வானக் கலங்களைப் பற்றிய பல செய்திகளைத் தந்து வருகின்றன. தமிழ் இதழ்களில் வெளி வருபவற்றினை நம்மவர்கள் செய்திகளாக அறிந்து வருகிறார் களேயன்றி, அவற்றின் விஞ்ஞான நுணுக்கங்களை எளிதில் அறிந்துகொள்ளும் விளக்கங்களைப் பெற்றிலர். அவற்றை நம் தமிழ் மொழியில் எழுத இயலாதென்று கருதுபவர் பலர். ஆனால், இந்நூலினை என் ஆசிரியக் கல்லூரி முன்னாள் மாணவர் திரு. அரு. கிருட்டினமூர்த்தி எனது கையகத்தே வைத்தவுடன் ஒரு சில பகுதிகளைப் புரட்டிப் பார்த்ததும், என் உள்ளத்தெழுச்சியுற்ற உவகையும் மருட்கையும் அளவு கடந்தன. அறிவியல் நூல்கள் ஆங்கிலத்து வழியன்றி மாணவர்கள் தமிழில் கற்க இயலாதென்று கூறிவரும் இக் காலத்தில், வான் வெளி ஆராய்ச்சிக் கருத்துக்களைக் கைம் மாறு கருதாது, தமது ஆர்வத்தால் மட்டுமே உந்தப்பெற்றுத் தமிழில் ஈட்டி வழிகாட்டிய இந்நூலாசிரியரை என்னால் புகழ இயலாதாகையான், தமிழன்னையின் வாழ்த்துக்கே உரியவ ராக்குகின்றேன்.

வான்வெளி ஆராய்ச்சி யென்னும் இந்நூல் பல இதழ் களில் வெளியிடப்பெற்ற செய்திகளின் தொகுப்பேயன்று. நூலாசிரியரே விஞ்ஞானக் கலைஞராவார். அவருடைய பட் டறிவோடு வான்வெளி ஆராய்ச்சியின் பல அரிய செய்திகள் ஒட்டப்பெற்று, அவர் உணர்வோடு கலந்து கருத்துப் பொரு ளாகித் தமதகத்தெழுந்த தம் பொருளாகவும் தமிழ்ப்பொரு ளாகவும் நூல் வடிவம் பெற்றுள்ளன. அவர் ஓர்ந்த பல நூல் களின் பெயர்களைப் பின்னிணைப்பில் அகரவரிசையில் காண லாம். இந்நூலினை வரலாற்றியல், அறிவியல், தொழில் நுணுக்க இயல் என வகுத்தும், மேலும் இத்துறையின் பலப்பல ஆராய்ச்சிகளையும் செய்வினைகளையும், ஒரு புத்தம் புதிய முறையில் தொகுத்தும், கற்றோரேயன்றி மற்றோரும் எளிதில் படித்து அறிந்துகொள்ளக் கூடிய எளிய

நடையினை உருவாக்கியுள்ள பெருமை நூலாசிரியருடைய கருத்துத் தேற்றத்தின் தெளிவாகும். அல்லாக்கால், கருத்துக்களின் விளக்கங்களில் இடர்ப்பாடுகளன்றோ காணப்பெறும். எந்தப் பக்கத்தினைத் திருப்பிப் படித்தாலும் படிப்பவர்கள் படித்தவற்றை எளிதில் உணர்ந்து கொள்ள இயலுமென்று நம்புகிறேன். இத்தகைய எளிய நடையினையும் செந்தமிழ்ச் சொல்லாக்கத்தினையும் இந் நூலின்கண் யான் கண்டு மகிழ்வுறுகிறேன். பல கலைச்சொல் வரிசைகளில் பிழைச் சொற்களையும் திரிசொற்களையும் சுட்டிக் காட்டுவோர், இந் நூலாசிரியருடைய கலைச்சொற்களின் தமிழ்த் தூய்மையினைக் கண்ணுற்று அகமகிழ்வரென்பது திண்ணம்.

இந் நூலாசிரியருடைய அரிய முயற்சிக்கும், அவரது அறிவியல் திறனுக்கும், அதன் அரிய கருத்துக்களுக்குச் செந்தமிழின் தெளிவினை யூட்டியமைக்கும் எனது பாராட்டு என்றும் உரித்தாகும். இவர் இன்னும் இதுபோன்ற பல அரிய நூல்களை வெளியிட்டு அறிவியல் தொண்டேயன்றித் தமிழ்ப் பணியும் புரிவாராக!

காரைக்குடி,
5—5—'62.

ப. துரைக்கண்ணு முதலியார்.

முகவுரை

அமைப்பு

உலகச் சிந்தனை எல்லாம் விண்வெளியை நோக்கி இருக்கும் வான் வெளிக் காலத்தில் நாம் வாழ்கின்றோம். வான் வெளி ஆராய்ச்சியினால் உருவான இக்காலத்தின் அருஞ்செயல்களோ அளவிடற்கரியன!

வான் வெளி ஆராய்ச்சியோ இராக்கெட்டுகள், செயற்கை நிலாக்கள் முதலிய வான் வெளிக் கலங்களினால் நடைபெறுவது! ஆகவே, இக்கலங்களின் வரலாற்றுச் செய்திகள் இந் நூலின் முதற் பிரிவான வரலாற்றியலிலும், அறிவியற் செய்திகள் இரண்டாம் பிரிவான அறிவியலிலும், தொழில் நுணுக்கச் செய்திகள் மூன்றாம் பிரிவான தொழில் நுணுக்க இயலிலும் முறையாகக் கூறப்பட்டுள்ளன. இம்மூன்று பெரும் பிரிவுகளிலும் கூறப்பெறாத மிக நுணுக்கமான செய்திகள் நான்காம் பிரிவான அகரவரிசையில் சிறு சிறு தலைப்புக்களில் (இயல்கள் இல்லை) உரைக்கப் பெற்றுள்ளன. அவ்வாறு உரைக்கப்பெற்ற செய்திகளில் பெரும்பான்மை அட்டவணையாகும்; சிறுபான்மை செய்திச் சுருக்கங்கள், கலைச்சொல் விளக்கம் முதலியனவாகும். பொருள் தெளிவு, படிப்போர் வசதி, நூலின் ஓட்டம் முதலியவை கருதி இவ்வமைப்பு முறை மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

பண்டம் (material)

இந்நூலுக்குரிய பண்டம் பல தலைவாய்களிலிருந்து (Sources) திரட்டப்பட்டுள்ளது. 1957-ஆம் ஆண்டிலிருந்தும் அதற்கு முன்பும் தமிழ், ஆங்கில இதழ்களில் (நாளிதழ், கிழமையிதழ், திங்களிதழ்) இராக்கெட்டுகள் செயற்கை நிலாக்கள் முதலிய வான் வெளிக் கலங்கள் தொடர்பாக வெளியாகிய உண்மையான செய்திகளே இந்நூலுக்கு முதன்மையாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. மற்றும், பல பெரு நூல்களும், சிறு நூல்களும் அடிப்படைச் செய்திகளுக்கு மேற்கோள்களாகக் கொள்ளப்பட்டுள்ளன. விளக்கத்திற்காக

நூலில் உரிய இடங்களில் மொத்தம் 44-படங்கள் சேர்க்கப் பட்டுள்ளன. திரட்டப்பட்ட செய்திகளுக்குரிய (கலைச்சொற் கள் உட்பட) முதல்வாய்களை அகரவரிசையிலுள்ள நூல் வரிசையில் கண்டு தெளியலாம்.

1962-ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் வரை வான் வெளி ஆராய்ச்சித் தொடர்பாகக் கிடைத்த செய்திகள் அனைத்தும் நூலில் இடம் பெறுகின்றன. கிடைத்த செய்திகளைக் கொண்டு பார்க்குமிடத்து, இதுவரை உருசியா, அமெரிக்கா ஆகிய இரு பெரும் நாடுகளும் மொத்தம் 94-செயற்கை நிலாக்களை ஏவி யுள்ளன என்று தெரிய வருகிறது. இவற்றில் 17-உருசிய நிலாக்கள்; 77-அமெரிக்க நிலாக்கள். இவை பற்றிய செய்தி கள் பல நிலைகளில் நூலில் மிகத் தெளிவாக விரித்துரைக்கப் பெற்றுள்ளன. இவை பற்றிய திருத்தமான அட்டவணையும் அகரவரிசையில் உரிய இடத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

கலைச்சொற்கள்

தமிழில் அறிவியல் நூல்கள் பெருகுவதற்கு எளிமையும், திட்பமும், நுட்பமும் பொருந்திய கலைச்சொற்கள் மிக இன்றி யமையாதன. இவ்வருமை உணர்ந்து பெரும்பாலும் செம்மை யான வழக்குச் சொற்களே (எ-டு. இறுக்கம், அழுத்தம், வாயு) நூலில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இலக்கியச் சொற்களும் (எ-டு. கலங்கரை விளக்கம், கோள், விண்மீன்) சில இடங் களில் கையாளப்பட்டுள்ளன; வேண்டிய இடத்துப் பொருத்த மான கருத்துச் செறிவுடைய புதுக் கலைச்சொற்களும் (எ-டு. விரைவாக்கம், உணர்வான், நிலைக்கோடு, முக்கோடு) உரு வாக்கப்பட்டுள்ளன; இயலாத இடத்து ஆங்கிலக் கலைச்சொற் கள் (எ-டு. இராக்கெட்டு, நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் அப்படியே தமிழ் மொழி மரபுக்கு ஏற்பப் பெயர்த்து எழுதப்பட்டுள்ளன; அலகைக் குறிக்கும் சொற்களும் (எ-டு. ஆம்பியர், மெகா சைக்கிள்), அனைத்துலகச் சொற்களும் (எ-டு. பூத்துனிக்கு, எக்ஸ்புளோரர், பயனியர்) பெயர்த்தே எழுதப்பட்டுள்ளன.

சிறப்புக்கள்

வான் வெளி ஆராய்ச்சிபற்றித் தமிழில் முறையாகவும் ஒப்பு நோக்கியும், வகைப்படுத்தியும் விரித்தும், சுருக்கமாக வும் விளக்கமாகவும் எழுதப்பட்ட முதல் நூல் இது. இந் நூலில் கூறப்பெற்ற செய்திகள் அனைத்தும் ஓரளவு கல்வி யறிவு உடையோரும் எளிதில் விளங்கிக் கொள்ளுமாறு அள வுடைய சொல் வளத்தோடு (Controlled vocabulary) எழு தப்பட்டுள்ளது. செயற்கை நிலாக்களின் இக்காலப் பயன் களும், எதிர்காலப் பயன்களும்; வான் வெளி ஆராய்ச்சி யாலும், நில இயல்பியல் ஆண்டாலும் எழுந்த கண்டுபிடிப்புக் களும், அக்கண்டுபிடிப்புக்களால் ஏற்பட்ட திருத்தங்களும்; வான் வெளிச் செலவில் உள்ள சிக்கல்களும், அச்சிக்கல்களுக் குரிய தீர்வுகளும்; வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் விளைவுகளும் முறையே 10, 11, 22, 25 ஆகிய இயல்களில் இனிதே இயம் பப் பெற்றுள்ளன. செயல் நிலையில் அறிவியல் நூல் எழுது வதில் பிற மொழிச் சொற்களை எந்த அளவுக்குக் கையாள வேண்டியுள்ளது என்பதற்கும்; மிக உயரிய அறிவியல் கருத் தையும் தமிழில் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்ளுமாறு எழுத இயலும் என்பதற்கும் இந்நூலை ஓர் எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம்.

அறிவியல் துறையில் இன்று அரிய அறிவியலாகக் கருதப் படுவது வான் வெளி அறிவியல். எனவேதான், இவ்வரிய அறிவியல் நூலைப்பற்றித் தமிழர் நன்கறிந்து கொள்ளவேண்டு மென இந்நூல் எழுதப்பட்டுள்ளது.

குறைகள்

இந்நூல் சிறந்த பதிப்பாகவே அமைய வேண்டுமென இயன்றவரை முயன்று அச்சிடப்பட்டுள்ளது. குறைகள், குற் றங்கள் இருப்பின், அவை அடுத்த பதிப்பில் களையப்படும்; படிப்போரும், மதிப்புரை எழுதுவோரும் பொறுத்தருள்வார் களாக!

நன்றி

இந்நூலுக்கு இன்றியமையா ஒளிப் படங்களையும், செய்திகளையும் விரைந்தனுப்பி உதவிய உருசிய, அமெரிக்கச் செய்தித் துறையினருக்கும்; கையெழுத்துப் படியையும், அச்சுப் படியையும் செப்பம் செய்வதற்கு உதவிய புலவர்கள் திரு. தி. பாலசுப்பிரமணியன், திரு. சி. நடேசன் ஆகியோருக்கும்; குறுகிய காலத்தில் படங்கள் வரைந்து உதவிய ஓவிய ஆசிரியர் திரு. ப. யாகோப்பு அவர்கட்கும்; இந்நூல் எழுதுவதற்குத் தூண்டுகோலாக இருந்த திரு. சுந்தர. வின்சென்ட், B. Sc. அவர்கட்கும்; படி எடுத்து உதவிய செல்வன் இரா. சிவசுப்பிரமணியனுக்கும்; பரிவுடன் சிறந்த பாராட்டுரை வழங்கிய கல்வி அறிஞர் ப. துரைக்கண்ணு முதலியார் அவர்கட்கும் என் உளங் கனிந்த நன்றியும் வணக்கமும் உரியனவாகுக! தமிழுலகு, இச்சிறு முயற்சிக்குப் பல் வகையாலும் ஆக்கமளித்து, எளியேனை அறிவியல் துறையில் ஆட்படுத்த வேண்டுகின்றேன்!

"மெய்ப்பொருள் காண்ப தறிவு."

— குறள்.

தொல்காப்பியரகம்,
42, கணேசர் கோட்டைச் சந்து,
தஞ்சாவூர்,
6—5—1962.

அரு. கிருட்டினமூர்த்தி.

பொருளடக்கம்

க. வரலாற்றியல்

பக்கம்

1. அறிமுகம் 3
2. வான் வெளிச் செலவின் வரலாறு 8
3. முதல் நிலை ஆராய்ச்சிக் கருவிகள் 11
4. துணை நிலை ஆராய்ச்சிக் கருவிகள் 15
5. கருத்தரங்குகளும் பேரவைகளும் 19

உ. அறிவியல்

6. உருசிய நில நிலாக்கள் 25
7. உருசிய கோள் நிலாக்கள் 58
8. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் 89
9. அமெரிக்கக் கோள் நிலாக்கள் 118
10. செயற்கை நிலாவின் பயன்கள் 124
11. கண்டுபிடிப்புக்களும் திருத்தங்களும் 129

ங. தொழில் நுணுக்க இயல்

12. வான் வெளிக் கலங்கள் 137
13. வான் வெளிக் கலங்களை ஏவுதல் 144
14. வான் வெளிக் கலங்களின் இயக்கம் 153
15. கலமும் காட்சியும் 159
16. வழியறி நிலையங்கள் 165
17. ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை ஆய்வுகள் 171
18. ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமை ஆய்வுகள் 176
19. ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமைகளில் சில மெய்ந்நிகழ்ச்சிகள் 183
20. கதிர்வீச்சு ஆய்வுகள் 189
21. உணவும் உடையும் 195
22. சிக்கல்களும் தீர்வுகளும் 200
23. வான் வெளிச் செலவு 230
24. வான் வெளிச் செலவு இயலுமா? 251
25. வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் விளைவுகள் 255

ச. அகரவரிசை

1.	வான் வெளிச் செலவுக் கதைகள்	269
2.	வான் வெளிச் செலவு	275
3.	இராக்கெட்டு வரலாறு	277
4.	அமெரிக்க இராக்கெட்டுகள்	281
5.	உருசிய இராக்கெட்டுகள்	283
6.	இயற்கை நிலாக்கள்	285
7.	அமெரிக்க விண் குமிழிகள்	286
8.	சரபோஜி கல்லூரிக் கருத்தரங்கு	287
9.	உருசிய நில நிலாக்கள் : பூத்துனிக்குகள்	288
10.	உருசிய கோள் நிலாக்கள் : உலூனிக்குகள்	291
11.	அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : எக்ஸ்புளோரரர்கள்	292
12.	அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : வேன்கார்டுகள்	294
13.	அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : டிஸ்கவரர்கள்	295
14.	அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : உதிரிகள்	298
15.	அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : மர்க்குரிகள்	302
16.	காகரின் × ஷெப்பர்டு	303
16.	அ. டிட்டோவ் × கிரிசம்	304
17.	அமெரிக்கக் கோள் நிலாக்கள்	305
17.	அ. ஏவிய வான் வெளிப் பொருள்கள்	306
18.	கப்பல் வேறுபாடு	307
19.	நிலா சுற்றுவழியை அடைதல்	308
20.	விண் வெளி விரைவுகள்	309
21.	நிலைமைகள் வேறுபாடு	310
22.	விரைவும் காலமும்	311
23.	வெளிக் கோள்களுக்குச் செல்வதற்குரிய காலம்	311
24.	புதிய அறிவியல்கள்	312
25.	நிலாக்கள்	314
26.	மேலும் சில நிலாக்கள்	315
27.	இயல்	321
28.	கலைச்சொற்கள்	324
	ஆங்கிலத் தமிழ்க் கலைச் சொற்கள்	341
	நூல் வரிசை	354
	பொருளடக்க அகரவரிசை	359

படங்கள்

வரிசை எண்		பக்க எண்
1.	பூத்துனிக்கு-1	26
2.	பூத்துனிக்கு-2	29
3.	பூத்துனிக்கு-3	32
4.	திரல்கா, பெல்கா	40
5.	கறுப்பன்	47
6.	ஸ்டார்லெட்	49
7.	வாஸ்தோக் கப்பல்	51
8.	காகரின்	54
9.	உலூனிக்கு-2	68
10.	உலூனிக்கு-3	73
11.	,,	77
12.	,,	79
13.	வெள்ளி நிலா	84
14.	எக்ஸ்புளோரர்-1	90
15.	டிஸ்கவரர்-13	99
16.	டிஸ்கவரர்-17	100
17.	டிராஸ்-2	103
18.	கொரியர்	107
19.	ஹாம்	112
20.	மர்க்குரி	113
21.	ஷெப்பர்டு	116
22.	பயனியர்-5	121
23.	வான் வெளி நிலையம்	139
24.	வான் வெளிக் கப்பல்	141
25.	இராக்கெட்டு செங்குத்தாக ஏவப்படுதல்	145
26.	இராக்கெட்டு கிடை மட்டமாக ஏவப்படுதல்	147
27.	சுற்று வழி	148
28.	வழியும் விரைவும்	150
29.	இராக்கெட்டு திரும்புதல்	151
30.	கலம் செல்லுதல்	152
31.	தொலை அளவு ஏற்பாடு	169
32.	சுனோயி	180
33.	எடை மாற்றம்	186
34.	கலத்தில் செயற்கை ஈர்ப்பு	188
35.	திங்கள் செலவு	236—239
36.	செவ்வாயை அடைதல்	241
37.	செவ்வாயை வலம் வருதல்	242
38.	வெள்ளியை அடைதல்	247
39.	வெள்ளியை அடைய நீண்ட காலமாதல்	248

சுருக்க விளக்கம்

இரே.	—	இரேஞ்சர்.
உ.	—	உலூானிக்கு.
எ.	—	எக்ஸ்புளோரர்.
எ-டு.	—	எடுத்துக்காட்டு.
ஓ.	—	ஓசோ.
கி. கி.	—	கிலோகிராம்.
கி. மீ.	—	கிலோமீட்டர்.
கி. மீ./வி.	—	ஒரு விநாடிக்கு இவ்வளவு கிலோமீட்டர்.
டி.	—	டிஸ்கவரர்.
டிடு.	—	டிரான்சிட்டு.
டிரா.	—	டிராஸ்.
ப.	—	பயனியர்.
பவு.	—	பவுண்டு.
பா.	—	பார்க்க.
பூ.	—	பூத்துனிக்கு.
ஒ. பா.	—	ஒப்பிட்டுப் பார்க்க.
ம.	—	மர்க்குரி.
மீ.	—	மீட்டர்.
மை.	—	மைடாஸ்.
வா.	—	வாஸ்தோக்கு.
வே.	—	வேன்கார்டு.
?	—	ஐயத்திற்குரியது.

படையல் :

தமிழ்க்கடல்

மறைமலையடிகளார்க்கு.

க. வரலாற்றியல் (History)

1. அறிமுகம்

வான் வெளியை ஆராய நடைபெறும் ஆராய்ச்சி வான் வெளி ஆராய்ச்சி (Space Research) ஆகும். மனிதன் வான்வெளிச் செலவை மேற்கொள்ள, எடையின்மை முதலிய வான் வெளி நிலைமைகளையும், உயிர் வாழ்வதற்கேற்ற கோள் நிலைமைகளையும் முதலில் ஆராய வேண்டும். ஆகவே, இவ்வாராய்ச்சியால் மேற்கூறிய நிலைமைகள் உற்று நோக்கலாலும், ஆய்வாலும் தீர ஆராயப்படுகின்றன. அவ்வாறு ஆராய்வதற்கு இராக்கெட்டுகள், செயற்கை நிலாக்கள் முதலிய வான் வெளிக் கலங்கள் (Space Vehicles) ஆராய்ச்சிக் கருவிகளாகப் பயன் படுகின்றன.

வரலாறு:

வான் வெளிச் செலவுத் தொடர்பாக நடைபெறும் திருந்திய வானியல் ஆராய்ச்சியே வான் வெளி ஆராய்ச்சியாகும். எனவே, வானியல் ஆராய்ச்சியின் வரலாற்றை வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் வரலாருகக் கொள்ளலாம். இருப்பினும், வான் வெளி ஆராய்ச்சி முறையாகத் தோன்றியது அண்மைக் காலத்தில்தான் ஆகும்.

1943-இல் V-1 இராக்கெட்டில் செர்மானியத் தொழில் நுணுக்க இயக்குநரான வில்லி பீட்லர் என்பார் 48,000′ உயரம் சென்று வெற்றியுடன் திரும்பினர். இதனல் இராக்கெட்டை ஏவுதல், வெற்றிட வெளியின் நிலைமைகளை மனிதன் தாக்குப் பிடித்தல், இராக்கெட்டு திரும்ப இறங்கும் பொழுதுள்ள நிலைமைகள் ஆகியவை பற்றிய

ஆராய்ச்சி முறையாக நடைபெறுதற்குரிய இன்றியமை யாமை ஏற்பட்டது. இதற்குப்பின், 1947-இல் காற்று மேல் வெளியை (Upper atmosphere) முறையாக ஆராயத் தனது முதல் இராக்கெட்டை உருசியா ஏவியது. இதைத் தொடர்ந்து அமெரிக்காவும் தனது இராக்கெட்டு களைக் காற்று மேல் வெளி ஆராய்ச்சிக்காக விடத்தொடங் கியது. ஆகவே, வான் வெளி ஆராய்ச்சி முறையாகத் தோன்றியது 1947-ஆம் ஆண்டில் எனலாம்.

ஆயினும், வான் வெளி ஆராய்ச்சி செம்மை பெறுவதற் குரிய வான் வெளித் திட்டம் (Space project) சில ஆண்டு கள் கழித்தே வகுக்கப்பட்டது. இத்திட்டத்தை 1954-இல் உருசியாவும், 1958-இல் அமெரிக்காவும் மேற்கொண்டன. முதல் பூத்துனிக்கு (Sputnik) 1957-இல் உருசியாவால் ஏவப்பட்டது. உடன் வான் வெளிக் காலமும் (Space age) தோன்றியது. முதல் எக்ஸ்புளோரர் (Explorer) 1958-இல் அமெரிக்காவால் விடப்பட்டது. உடன் வான் வெளி ஓட்டமும் (Space race) தொடங்கியது.

மேலும், வான் வெளி ஆராய்ச்சி உருப்பெற அடிப் படைக் காரணமாக இருந்தது அனைத்துலக நில இயல் பியல் ஆண்டே (International Geophysical year) ஆகும். இவ்வாண்டில்தான், காற்று மேல் வெளி ஆராய்ச்சிக்காக உருசியாவும், அமெரிக்காவும் ; இராக் கெட்டுகளையும், நிலாக்களையும் ஏவின. பின், அவை வான் வெளித் திட்டத்திலேயே இரு நாடுகளாலும் விடப் பட்டன ; இன்று விடப்படுகின்றன. வான் வெளியை வெல்லும் வரையிலும் அவை ஏவப்படும்.

வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் வரலாற்றில், பல திருப்பு மையச் செயல்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக 1957, 1959, 1961-ஆகிய ஆண்டுகளில் நிகழ்ந்தன. 1957-இல் முதல் பூத்துனிக்கும், 1959-இல் முதல் திங்கள் நிலாவும் வீசப்

பட்டன. 1961-இல் உருசிய முதல் வான் வெளி மனித ரான காகரின் வான் வெளிக்குச் சென்று வெற்றியுடன் திரும்பினர். இவற்றின் தொடர்ச்சியாக 1958-இல் முதல் எக்ஸ்புளோரர் ஏவப்பட்டது. 1961-இல் அமெரிக்க முதல் வான் வெளி வலவரான ஆலன் ஷெப்பர்டு வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பினர். உண்மை வான் வெளிச் செலவு நடைபெறும் வரை, இவைபோன்ற பல திருப்பு மையச் செயல்கள் அதன் வரலாற்றில் நிகழும்.

பல நாடுகளின் பங்கு

வான் வெளி ஆராய்ச்சியில் இறங்கிய நாடுகளில் உருசியாவும், அமெரிக்காவும் முன்னிலையில் உள்ளன. மற்ற நாடுகள் முயல்வு நிலையிலேயே இருக்கின்றன. பிரிட்டன் 1959—60-இல் காற்று வெளியை ஆராய 'ஸ்கைலார்க்' இராக்கெட்டுகளையும் (Skylark rockets), 'பிளாக் நைட்' இராக்கெட்டுகளையும் (Black Knight rockets) விட்டது. தற்பொழுது வான் வெளி ஆராய்ச்சித் திட்டத்தை உருவாக்கி, வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் உயிர்ப்பு நிலைகளை ஆராய முனைந்துள்ளது. ஐரோப்பிய வான் வெளித் திட்டத்தில் (European space project) பிரிட்டன் 'புளூ ஸ்டீக்' இராக்கெட்டுகள் (Blue Streak rockets) ஏவப்படலாம். இத்திட்டத்தில் பிரிட்டன், பிரான்சு, கிழக்குச் சொ்மனி ஆகிய நாடுகள் கலந்துகொள்கின்றன. இத்திட்டம் 1961 ஏப்ரலில் உருவாகியது.

வான் வெளி ஆராய்ச்சிக் குழு (Space Committee) ஒன்றை அமைத்து, வான் வெளி ஆராய்ச்சியில் பிரான்சு இறங்கியுள்ளது. 1960-மே 5-இல் 4-அடுக்கு இராக்கெட்டு ஒன்று ஏவப்பட்டது. 1961-பிப். 22-இல் கெக்டர் (Hector) என்னும் பெயருடைய வெள்ளை எலியை, வான் வெளி உடை (Space suit) அணிவித்து 93-மைல் உயரத்திற்கு அனுப்பித் திரும்பப் பெற்றது பிரான்சு. இதற்கு ஓரடுக்கு

இராக்கெட்டு பயன் பட்டது. விலங்கைக் கொண்டு பிரான்சு செய்த முதல் வான் வெளி ஆய்வு (Space experiment) இதுவே யாகும். (ஒ. பா. உருசிய, அமெரிக்க வான் வெளி ஆய்வுகள், இயல்கள் 6, 8).

பயிற்சி பெற்ற பெண் குரங்கு ஒன்றைத் தனது இலாம்டா இராக்கெட்டில் (Lambda rocket) வைத்து அனுப்ப ஜப்பான் திட்டமிட்டுள்ளது. ஜப்பானின் உற்று நோக்கு வான் வெளி இராக்கெட்டுகள் (Space observation rockets) மீட்கப்படாத ஒரு வழி இராக்கெட்டுகளே. சில அளவு கருவிகள் மட்டுமே கடலில் மீட்கப்பட்டுள்ளன. (ஒ. பா. உருசிய வான் வெளிக் கப்பல்கள், இயல் 6 ; அமெரிக்க டிஸ்கவரர்கள், இயல் 8).

உருசிய உதவியுடன் பெர்க்னிக்கு (Perknik) என்னும் பெயரில் செயற்கை நிலா ஒன்றை ஏவுவதாகச் சீனு திட்டமிட்டிருந்தது. அந்நிலா இன்று வரை ஏவப்பட்டதாகத் தெரியவில்லை.

இந்திய—அமெரிக்கக் கூட்டுத்திட்டத்தில், அடுக்கு வெளி ஆராய்ச்சிக்காக (Stratosphere research) விண் குமிழிகளை (Balloons) விடும் தொடர் வரிசையை 1961 மார்ச்சில் இந்தியா தொடங்கிற்று ; முதல் விண் குமிழியை மார்ச் 13-இல் ஏவியது. அடுத்த நிலையாக, இதைத் தொடர்ந்து இன்னும் ஓரிரு ஆண்டுகளில் வானிலை இயல் இராக்கெட்டுகளை (Meteorological rockets) இந்தியா ஏவும்.

சிறப்புக்கள்*

வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் சிறப்புக்களாவன :—

1. இவ் வாராய்ச்சி மனித வரலாற்றில் முதன் முதலாக வான் வெளிக் காலத்தையும், வான் வெளி ஓட்டத்தையும் தோற்றுவித்தது.

*பா. இயல் 25.

2. இவ் வாராய்ச்சி* புதுமைகளையும், புத்தம் புதுக் கண்டுபிடிப்புக்களையும், அரிய திருத்தங்களையும் உருவாக்கிற்று.

3. இவ் வாராய்ச்சி செறிந்த நுணுக்கங்களையும், முறைகளையும் எழச் செய்தது.

4. இவ் வாராய்ச்சி எல்லா வகைச் சிக்கல்களுக்கும் தீர்வு காணும் விடிவெள்ளியாக உள்ளது.

5. இவ் வாராய்ச்சி இயற்கையை வெல்லவும், விண்ணகத் தோற்றத்தை (Origin of the universe) உறுதி செய்யவும், வான் வெளிச் செலவு நிறைவு பெறவும் வழி வகை செய்யும்.

6. இவ் வாராய்ச்சி, பொதுவாக, எல்லா அறிவியல்களும் (Sciences) ; சிறப்பாக, வான் வெளி அறிவியல் (Space science), வானியல், நில இயல்பியல்(Geophysics) முதலிய அறிவியல்களும் வளர வாய்ப்பளித்துள்ளது.

7. இவ் வாராய்ச்சி ஒப்பு நோக்கு ஆராய்ச்சி (Comparative research) ஆகும். அன்றியும், இது ஆராய்ச்சிகளில் தலையாயது. பல ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக—வானியல், வானிலை இயல், நில இயல்பியல் ஆராய்ச்சிகள்—உருவானது. ஆகவே, இது 20-ஆம் நூற்றுண்டின் இணையற்ற ஆராய்ச்சியாகும். இது மனித அறிவின் வெற்றிக்கும், சமுதாய வளர்ச்சிக்கும் கலங்கரை விளக்கமாகத் திகழ்வது. இவ்வரிய ஆராய்ச்சி பற்றிய பல செய்திகளை முறையாகவும், விளக்கமாகவும் இனி வரும் இயல்களில் காண்போம்.

*பா. இயல் 11.

2. வான் வெளிச் செலவின் வரலாறு

வான் வெளி ஆராய்ச்சியால் நிறைவு பெற இருப்பது வான் வெளிச் செலவு (Space travel) ஆகும். ஆகவே, அச்செலவின் வரலாற்றை இவ்வியலில் காண்போம்.

மூன்று நிலைகள்

வான் வெளிச் செலவின் வரலாறு கற்பனை நிலை, கொள்கை நிலை, கருவி நிலை என மூவகை நிலையினைக் கொண்டதாகும். கற்பனை நிலையில் கட்டுக் கதைகள், இலக்கியச் செய்திகள், வரலாற்றுக் குறிப்புக்கள் முதலியனவும்; கொள்கை நிலையில் அறிவியல் விதிகளும்; கருவி நிலையில் ஆராய்ச்சிக் கருவிகளும் இடம் பெறுகின்றன.

கற்பனை நிலை

கற்பனை இல்லையேல் கருத்தில்லை. கனவில்லையேல் நனவில்லை. எனவே, வான் வெளிச் செலவு பண்டைக் காலத்திலும், இடைக் காலத்திலும்; கதைகள், பாடல்கள் முதலியவற்றில் கற்பனையாய்ப் புதைந்து; தற்காலத்தில் கருத்தாய், நனவாய் மாறியுள்ளது. சுருங்கச் சொல்லின், வான் வெளிச் செலவு இன்று அறிவியலாகியுள்ளது. வான் வெளிச் செலவு பற்றிய மனிதனின் பன்னெடுங் காலக் கற்பனைக்கும், கனவிற்கும்; தமிழ், வடமொழி இலக்கியங்களிலும்; கிரேக்க, சீனக் கட்டுக் கதைகளிலும் சான்றுகள் நிரம்ப உள்ளன. கதைகள் என்னும் வகையில் பொதுக் கதைகளும், அறிவியல் கதைகளும் குறிப்பிடத் தக்கவை.*

---

*பா. 1. வான் வெளிச் செலவுக் கதைகள், அகரவரிசை.
பா. 2. வான் வெளிச் செலவு, அகரவரிசை.

கொள்கை நிலை

மனிதன் தன்னைச் சூழ்ந்துள்ள இயற்கையை மிகுதியாக அறிய அறியக் கதைகளும் கற்பனைகளும், அறிவியல் தற்கோள்களுக்கு (Scientific hypotheses) இடமளித்தன. இத் தற்கோள்கள் அறிவியல் கொள்கைகளும், விதிகளும் உருவாக வாய்ப்பளித்தன. இக் கொள்கைகளும், விதிகளும் வான் வெளிச் செலவிற்கு ஆக்கம் தருவனவாய் அமைந்தன.

கோபர்னிகஸ் கோள்கள் கதிரவனைச் சுற்றி வலம் வருகின்றன என்பதைச் செயல் விளக்க முறையில் காட்டினார். கெப்ளர் கோள்களின் இயக்க விதிகளைக் கண்டறிந்தார். நியூட்டன் விண் பொறிநுட்ப இயல் (Celestial mechanics) விதிகளைத் தெளிவாக்கினார். வான் வெளி நாவாய் இயலின் (Astronautics) தந்தையான சியால்கோவிசுகி இராக்கெட்டுப் பறத்தல் கொள்கையை (Theory of rocket flight) உருவாக்கினார். ஓபர்த், சியால்கோவிசுகியின் கொள்கைகளைப் பின்பற்றி, வான் வெளிச் செலவுத் தொடர்பான சிக்கல்களைத் தீர்க்கும் வகையில் சில கொள்கைகளை வகுத்தார்.

இவை எல்லாம் வான் வெளிச் செலவு அறிவியலான வான் வெளி நாவாய் இயல் தோன்ற வழி செய்தன. வான் வெளி நாவாய்கள் நிலவுலகு (Earth) முதலிய விண் பொருள்கள் போன்று குறிப்பிட்ட விதிகளைப் பின்பற்றி வான் வெளியில் வலம் வருவதால், கோபர்னிகசின் விதிகளும், நியூட்டன் விதிகளும் வான் வெளி நாவாய் இயலில் மிகச் சிறப்பு வாய்ந்தவை ஆகும். மற்றும் வானியல், இராக்கெட்டு இயல் முதலிய அறிவியல்களும் வான் வெளி நாவாய் இயல் வேரூன்றத் துணையாய் அமைந்தன. இதனால், வான் வெளி நாவாய் இயல், வான்

வெளிச் செலவிற்கு மிக இன்றியமையாதது என்பது புலனுகின்றது.

கருவி நிலை

கற்பனைகள், கொள்கைகள் வான் வெளிச் செலவிற்கு ஆக்கமளித்தாலும், அதைச் செயல் படுத்துவன கருவிகளே. எனவே, கருவிகள் என்னும் வகையில் இராக்கெட்டுகள், செயற்கை நிலாக்கள் முதலிய முதல் நிலை ஆராய்ச்சிக் கருவிகளும்; விண் குமிழிகள், விண் குடைகள் (Parachutes), விண் ஊர்திகள், வானெலி, இரேடார், தொலைக்காட்சி, தொலை நோக்கிகள், மின் அணு மூளைகள் முதலிய துணை நிலை ஆராய்ச்சிக் கருவிகளும் குறிப்பிட்டுக் கூறத்தக்கவை ஆகும்.

3. முதல்நிலை ஆராய்ச்சிக் கருவிகள்

இராக்கெட்டுகள்

இவை பீறிடு விசையால் இயங்குபவை; உருளை வடிவம் உள்ளவை. இவற்றிலுள்ள நெறிமுறை எதிர்த் தாக்கல் நெறிமுறை (Principle of recoil) ஆகும். பண்டைக்காலத்தில் அலெக்சாண்டிரியாவில் வாழ்ந்த ஈரோ (Hero) முதல் இராக்கெட்டுகளை அமைத்தார். ஆனால், 18-ஆம் நூற்றாண்டிற்குப் பின்தான் இவற்றின் *வளர்ச்சி செம்மையுற்றது. இன்று இவை வான் வெளிச் செலவிற்குத் திறவுகோலாக அமைந்து, வான் வெளியைச் சுருங்கவைக்கும் நிலையிலுள்ளன. இவற்றில் அடுக்கு இராக்கெட்டுகளே வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

விட்ட நிலைகள்

பொதுவாக இராக்கெட்டுகள் இரு நிலைகளில் விடப்பட்டன. ஒரு நிலையில், வான் வெளியை ஆராய, சிறப்பான அறிவியற் கருவிகள் மட்டும் இராக்கெட்டுகளில் வைத்து விடப்பட்டன. இக் கருவிகளிலிருந்து கிடைத்த செய்திகள் பல சிக்கல்களைத் தீர்த்தது மட்டுமன்றி அறிவியல் வளர்ச்சிக்கும் ஆக்கமளித்தன. கருவிகளைச் சுமந்து சென்ற இராக்கெட்டுகள் வான் வெளிச் செலவிற்கு முதற்படியாக அமைந்தன. மற்றொரு நிலையில், உயிர்களும், உயிர்களோடு பொருத்தப்பட்ட சிறப்புக் கருவிகளும் இராக்கெட்டுகளில் வைத்து அனுப்பப்பட்டன. உயிர்களின் உடலியல் மாற்றங்களை (Physiological changes) ஆராய்வதின் வாயிலாக, மனிதன் எந்த அளவுக்கு வான் வெளி நிலைமைகளைத் தாக்குப் பிடிக்க முடியும் என்பதைத்

---

*பா. 3. இராக்கெட்டு வரலாறு, அகரவரிசை.

தெரிந்து கொள்ள உயிர்களுள்ள இராக்கெட்டுகள் ஏவப்பட்டன. அவ்வாறு பயன் படுத்தப்பட்ட உயிர்கள் நாய், குரங்கு முதலிய விலங்குகளாகும்.

அமெரிக்க இராக்கெட்டுகள்*

அமெரிக்கா ஏவிய இராக்கெட்டுகளில் குறிப்பிடத் தக்கவை :—

1. மேல் உயரங்களில் காற்ருேட்டங்களை அறிய விடுத்த சோடிய ஆவி இராக்கெட்டு,

2. விண் மீன்களிலிருந்து வெளி வரும் வானொலிக் குறிபாடுகளைப் (Radio signals) பதிவு செய்து நில வுலகிற்கு அனுப்புமாறு விடுத்த இராக்கெட்டு,

3. முதல் தடவையாகக் கதிரவனின் விளக்கமான படத்தை எடுத்த ஏரோபி ஆராய்ச்சி இராக்கெட்டு,

4. வான் வெளியில் மனிதனுக்கு முன்னோடியாக இருக்குமாறு திருமதி சாம் என்னும் பெயருடைய குரங்கைச் சுமந்து சென்ற ஜோ இராக்கெட்டு,

5. விண் மீன்களிலிருந்து வரும் புற ஊதாக் கதிர்களின் (Ultraviolet rays) கதிர் வீச்சுக்களை அளக்க அனுப்பிய ஏரோபி-சீ இராக்கெட்டு,

6. செயற்கை அலுமினிய விண் கொள்ளிகளை (Meteors) நில ஈர்ப்பைத் தாண்டி வான் வெளியில் ஏவிய ஏரோபி இராக்கெட்டு முதலியவை ஆகும்.

உருசிய இராக்கெட்டுகள்†

காற்று மேல் வெளியிலும், வான் வெளியிலும் நிலவும் நிலைமைகளை அறியவும் ; அங்குள்ள நிலைமைகளை எந்த அளவுக்கு உயிர்கள் தாக்குப் பிடிக்க முடியும் என்பதை

---

*பா. 4. அமெரிக்க இராக்கெட்டுகள், அகரவரிசை.

† ,, 5. உருசிய ,, ,,

அறியவும் சிறப்புக் கருவிகள் பலவற்றை நாய்களுடன் வைத்து விடுத்த உருசிய இராக்கெட்டுகள் குறிப்பிடத் தக்கவை. சென்ற நாய்களில் 'வான் வெளிச் செலவில்' பட்டறிவு மிக்க நாய்கள் கரேஜியஸ், சுனேயி ஆகும். மற்றும், ஆல்பினே, டாம்கா முதலிய நாய்களும் வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பின.

நிலாக்கள் (Satellites)

இவை இயற்கை நிலாக்கள், செயற்கை நிலாக்கள் என இரு வகைப்படும். திங்கள் முதலிய நிலாக்கள் இயற்கை நிலாக்களுக்கும், பூத்துனிக்கு முதலிய நிலாக்கள் செயற்கை நிலாக்களுக்கும் எடுத்துக்காட்டுகள். புதன், வெள்ளி, புளூடோ நீங்கலாக மற்ற எல்லாக் கோள்களுக்கும் இயற்கை நிலாக்கள்* உண்டு. தவிர, செயற்கை நிலாக்களும் நில நிலாக்கள் (Earth satellites), கோள் நிலாக்கள் (Planetary satellites) என இரு வகைப்படும். பூத்துனிக்கு முதலியவை நில நிலாக்களுக்கும், உலூனிக்கு முதலியவை கோள் நிலாக்களுக்கும் எடுத்துக்காட்டுகள்.

அண்மைக்காலம் வரையில் செயற்கை நிலாக்கள் கற்பனை வடிவத்திலேயே இருந்தன. 1957-ஆம் ஆண்டி லிருந்து உருசியாவும், 1958-ஆம் ஆண்டிலிருந்து அமெரிக்காவும் முதன் முதலாகச் செயற்கை நிலாக்களை விடத் தொடங்கியவுடன் அவை உண்மை வடிவத்தைப் பெற்றன; ஐந்தாண்டு வளர்ச்சியை அடைந்துள்ளன. இவ் வைந்தாண்டுகளில் அவற்றின் எடை, நுட்பம், செய்தி அளிப்பு முதலியவற்றில் வியத்தகு முன்னேற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. உருளை, கூம்பு, உருண்டை முதலிய வடிவங்களிலும் அவை அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

---

*பா. 6. இயற்கை நிலாக்கள், அகரவரிசை.

கருவி நிலை ஆய்வு முடிந்து, உயிர்நிலை ஆய்வு தொடங்கியுள்ளது; வெற்றியும் கிட்டியுள்ளது. உருசியா, நாய்கள் சென்ற 3-பொதிகைகளை (Capsules) வெற்றியுடன் மீட்டுள்ளது; காகரின் வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பியுள்ளார். அமெரிக்கா, கருவிகளுள்ள 5-பொதிகைகளைத் திரும்ப நிலத்திற்குக் கொண்டு வந்துள்ளது. ஹாம் என்னும் குரங்கும், ஷெப்பர்டும் வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பியுள்ளனர். ஆக, வான் வெளியை வெல்லுமளவுக்குச் செயற்கை நிலாக்களின் வளர்ச்சி விரைந்து முன்னேறிக் கொண்டுள்ளது.

செயற்கை நிலாக்களின் சிறப்புக்களாவன :—

1. வான் வெளியில் குறிப்பிட்ட உயரத்தில் எரிபொருள் செலவின்றி இவை வலம் வந்து, கோள்களைப் பற்றிப் பல சுவையான செய்திகளைத் தெரிவிக்கும்; வான் வெளி ஆராய்ச்சியும், அதனால் வான் வெளிச் செலவும் நிறைவு பெற வழி செய்யும்.
2. வான் வெளிச் செலவிற்குத் தங்குமிடமாக வான் வெளி நிலையத்தை அமைக்க இவை உதவி செய்யும்.
3. இவை தரும் செய்திகளினால் வான் வெளி நிலைமைகளை அறிந்து, அவற்றிற்குத் தகுந்தவாறு வான் வெளிக் கலங்களை அமைக்கலாம்.

வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்காக உருசியாவும், அமெரிக்காவும் பல இராக்கெட்டுகளையும், நிலாக்களையும் விட்டுள்ளன. இவை எல்லாம் நில இயல்பியல் ஆண்டில் விடப்பட்டன. அலுவலக முறையில் நில இயல்பியல் ஆண்டு முடிந்தும், இன்னும் அவை விடப்படுகின்றன. இனியும், வான் வெளியை வெல்லும் வரை தொடர்ச்சியாக அவை ஏவப்படும். (பா. இயல் 12).

4. துணை நிலை ஆராய்ச்சிக் கருவிகள்

விண் குமிழிகள்

காற்றில் மிதந்து செல்லப் பயன்படும் உருண்டை வடிவமுள்ள அமைப்புக்கள் இவை; வான் கப்பல்களுக்கும் (Airships), வான் ஊர்திகளுக்கும் முன்னோடிகள். 13-ஆம் நூற்றாண்டில் கொள்கை அளவில் தொடங்கி, 18-ஆம் நூற்றாண்டில் செயல் நிலையைப் பெற்று, 19, 20-ஆம் நூற்றாண்டுகளில் செம்மையாக வளர்ந்தன. இவை காற்று வெளியில் நடைபெறும் மெய்ந்நிகழ்ச்சிகளை (Phenomena) ஆராயப் பயன்படுவன. முதன் முதலில் ஜோசப் சகோதரர்களும், சார்லசும் காற்று வெளி ஆராய்ச்சிக்காக ஏற்றங்கள் செய்தனர். சார்லஸ் தம்முடைய முதல் செலவுகளின் பொழுது உற்று நோக்கல்கள் செய்தார். 1784-இல் ஜெபரிஸ் (Jeffries) அறிவியல் ஊக்கத்தோடு முதல் ஏற்றத்தைச் செய்தார்.

19-ஆம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் பல ஏற்றங்கள் நிகழ்ந்தன. இவற்றில் கிளேஷர் (Glaisher) என்பவருடைய ஏற்றங்கள் சிறப்பானவை; காற்று வெளி ஆராய்ச்சித்திட்டம் உடையவை. பின், கருவிகளுடன் ஏற்றங்கள் நடைபெற்றுத் திருத்தமான செய்திகள் பெறப்பட்டன. செய்திகள் வானிலை இயல் தொடர்பானவை. கிளேஷர் ஆய்வுகளைப் பல நாடுகளிலுமுள்ள சிறந்த அறிவியலார் செய்தனர். இவற்றின் விளைவாக வானிலை இயலுக்கு வேண்டிய திருத்தமான செய்திகள் கிடைத்தன. தவிர, வடமுனையை அறியவும் குமிழிகள் பயன்பட்டன.

1935-இல் குமிழி எக்ஸ்புளோரர்-2 அடுக்கு வெளி ஆராய்ச்சிக்கு விடப்பட்டது. விட்ட நாடு அமெரிக்கா. தற்பொழுது வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்குக் குமிழிகள்

பயன் படுகின்றன. அமெரிக்கா பல *குமிழிகளையும் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் விட்டுள்ளது. குமிழிகள், குமிழிவகை நிலாக்களுக்கு (Balloon type satellites) முன்னோடிகளாகும் (பா. எதிரொலி—1, இயல் 8).

விண் குடைகள்

குறிப்பிட்ட உயரத்திலிருந்து பாதுகாப்பாக இறங்கப் பயன்படும் குடைபோன்ற அமைப்புக்கள் இவை. 15-ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த வின்சி என்பார் இவற்றைப் பற்றிக் கொள்கை அளவில் அறிந்திருந்தார். 18-ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து இவற்றின் வளர்ச்சி தொடங்கியது. ஏறிச் செல்லும் விண் குமிழிகள், வான் ஊர்திகள் முதலியவை நேர்ச்சிக்கு(Accident) உட்படுமானால், இவற்றின் வாயிலாக உயிர் தப்பலாம். செயற்கை நிலாக்களிலிருந்து பொதிகைகளைப் பிரித்துப் பாதுகாப்பாக நிலத்திற்குக் கொண்டு வரவும் (இந் நுணுக்கமே, தற்பொழுது, பெரிதும் பயன்படுகிறது.); விலங்குகளைக் குறிப்பிட்ட உயரத்தில் 'வான் வெளியில்' விடுத்து, இராக்கெட்டு முகப்புடன் அவைகளை மீட்கவும் இவை பயன்படுகின்றன. இவற்றைக் காற்று வெளியில் குறிப்பிட்ட உயரத்தில் மட்டுமே பயன் படுத்த இயலும்; காற்று இல்லாததால் வான் வெளியில் பயன் படுத்த இயலாது (பா. நுட்ப ஏற்பாடுகள், இயல் 22).

வான் ஊர்திகள்

இவை நீண்ட வரலாறு உடையவை. இவைகளுக்கு முன்னோடிகள் வான் கப்பல்கள். 19-ஆம் நூற்றாண்டில் இவற்றின் வளர்ச்சி தொடங்கியது. ரைட் சகோதரர்கள் அமைத்த வான் ஊர்தி தற்கால வான் ஊர்திகளுக்கு முன் மாதிரி. இந் நூற்றாண்டில்தான் இவை செம்மையாக

பா. 7. அமெரிக்க விண் குமிழிகள், அகரவரிசை.

வளர்ந்துள்ளன. செயற்கை நிலாக்களிலிருந்து பிரிந்து வரும் பொதிகைகளைப் பிடிக்கவும், அல்லது நீரில் விழுந்தால் அவற்றைத் 'தூக்கி' வரவும், ஆர்ட்டிக் பகுதிகளுக்குச் செல்லவும், அங்குள்ள நிலைமைகளை அறியவும், வெள்ளத்தில் அலைக்கழியும் மக்களுக்கு உணவுப் பண்டங்கள் வழங்கவும் இவை பயன் படுகின்றன. வான் ஊர்தி, பீறிடு ஊர்தி (Jet-Plane) ஆகியவற்றின் முதிர்ந்த நிலையே இராக்கெட்டுகளாகும் (பா. இயல்கள் 6, 8).

வானொலி முதலியவை

19-ஆம் நூற்றாண்டில் முகிழ்த்த மின் காலத்தின் (Electric age) வியப்புக்களின் சிறந்த கலங்கரை விளக்கங்களாக இருப்பவை வானொலி, இரேடார், தொலைக்காட்சி, மின்னணு மூளைகள் முதலியவை ஆகும். இவற்றில் முதல் இரண்டும் வானொலிக் குறிபாடுகளைக் கோள்களுக்கு அனுப்பித் திரும்ப நிலத்திற்குப் பெறுவதின் வாயிலாகக் கோள்களின் நிலைமைகளை அறியவும், செயற்கை நிலாக்களின் வழிகளை அறியவும் பயன் படுகின்றன. கோள்களுக்கு வானொலிக் குறிபாடுகளை அனுப்பி மீண்டும் பெறுவதினால், எதிர்காலத்தில் கோள்களுக்கு அனுப்பப் படும் நிலாக்களைக் கடைசி வரையிலும் வழியறிய இயலும் (பா. இயல் 16).

வான் வெளியில் விலங்குகளின் நடத்தையைக் கண்டு அறியவும், கண்டறிந்ததைப் படம் பிடிக்கவும், திங்களின் மறைந்த பகுதியைப் படம் பிடிக்கவும்(உ—3), படம் பிடித்ததை நிலத்திற்கு விடுக்கவும், எதிர்காலத்தில் நிலவுலகிலிருந்து கொண்டே கோள்களின் காட்சியைக் கண்டு களிக்கவும் தொலைக்காட்சி பெரிதும் பயன்படும் (பா. உலூனிக்கு—3, இயல் 7).

மின்னணு மூளைகள் என்பவை கணக்கிடும் எந்திரங்களாகும்; தாமியங்கு அடிப்படையில் இயங்குபவை.

மனித மூளையால் போட முடியாத சிக்கல் வாய்ந்த கணக்குகளுக்கு நொடிப்பொழுதில் விடைகள் தருபவை. செயற்கை நிலாக்கள் அனுப்பும் செய்திகளைத் தொகைப்படுத்தி, அவை மேற்கொண்ட செலவின் தொடக்க நிலைமைகளையும், சார்பு நிலைகளையும், அடைய வேண்டிய இடத்தையும் உறுதி செய்பவை. வானொலித் தொடர்பினால் செயற்கை நிலாக்களிலிருந்து இவைகளுக்குச் செய்திகள் வரும். இவை கணக்கிடு மையங்களில் பயன்படுபவை. எதிர்காலத்தில், கோள்களுக்குச் செல்லும் செயற்கை நிலாக்களில் ஓயாமல் ஒழியாமல் கணக்குகள் போட இவை பெரிதும் பயன்படும் (பா. இயல் 16).

தொலை நோக்கிகள்

முதல் வானியல் தொலை நோக்கியைக் கலீலியோ அமைத்ததிலிருந்து இவற்றின் வளர்ச்சி தொடங்கிற்று. இவை 400-ஆண்டுகளில் பல நிலைகளை அடைந்து, இன்றுள்ள நிலையைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றிற்கு மணி முடியாக வானொலித் தொலை நோக்கி (Radio Telescope) விளங்குகிறது. இத்தொலை நோக்கி, வானியலில், ஒரு பெரும் ஊழியையே உருவாக்கியுள்ளது. விண்ணக அமைப்பு, தோற்றம் பற்றிய முடிவுகளை உறுதி செய்ய இது பெருந்துணை செய்யும்.

தவிர, தொலை நோக்கிகள் கோள்களின் நிலைமைகளை நிலவுலகிலிருந்து ஆராயவும்; குமிழிகள், செயற்கை நிலாக்கள் முதலியவற்றிலிருந்து ஆராயவும் பயன் படுகின்றன. இவையன்றி நிலையங்கள் என்னும் வகையில் வழியறி நிலையங்களும் (Tracking stations) வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்குக் கருவாக அமைந்துள்ளன.

5. கருத்தரங்குகளும் பேரவைகளும்

வான் வெளி ஆராய்ச்சித் தொடர்பாகச் சில கருத்தரங்குகளும்(Symposiums), பேரவைகளும் (Congresses) நடைபெற்றன. அவை பற்றி இவ்வியலில் காண்போம்.

உருசியா முதல் பூத்துனிக்கை விட்டு அறிவியல் வரலாற்றில் ஒரு திருப்பத்தை உண்டாக்கிற்று. அத் திருப்பத்தினுல், கருத்துக் கிளர்ச்சி உலகெங்கும் பரவியது. நிலாக்கள் பற்றியும், நிலாக்களை ஏவிய இராக்கெட்டுகள் பற்றியும் அறிவியலார் தங்களுடைய கருத்துக்களைக் கருத்தரங்குகள் நடத்தித் தெரிவித்தனர். கல்வி நிலையங்களும் கருத்தரங்கில் ஈடுபட்டன. வான் வெளி நாவாய் இயல் வளர்ச்சிக்காக ஆண்டுக்கு ஒரு தடவை கூடும் அனைத்துலக வான் வெளி நாவாய் இயல் பேரவையும் (International astronautical congress) நல்ல பல கருத்துக்களை வெளியிட்டது.

இலண்டன் கல்லூரிக் கருத்தரங்கு*

1957-ஆம் ஆண்டு ஜுலைத் திங்களில் இலண்டனிலுள்ள வான் வெளி நாவாய் இயல் கல்லூரியில் கருத்தரங்கு ஒன்று நடந்தது. கருத்தரங்கின் தலைப்பு "மேல் உயரமும் நிலாக்களும்" (High altitude and satellites) என்பதாகும். இவ்வரங்கில் உருசிய அறிவியல் கழக உறுப்பினரான திரு. பி. எம். பெட்ரோவ் (P. M. Petrov) கலந்து கொண்டு உரையாற்றினுர். நில இயல்பியல் ஆண்டில் உருசியாவின் பங்கைப் பற்றி விரித்துப் பேசினுர்.

அமெரிக்க வான் ஆராய்ச்சி வளர்ச்சித் துறையைச் சார்ந்த போர்ப்படைத் தலைவர் ஜே. பி. ஹென்றி என்பார் கருத்தரங்கில் கூறியதாவது :—

---

*முதல் பூத்துனிக்கை விடுவதற்குமுன் நடந்தது.

" ஆளுள்ள வான் வெளிக் கலத்தில் இருட்டு, ஈர்ப்பின்மை, வெளிப்புறச் செய்தியின்மை முதலியவை சில மணி நேரத்தில் உளமுறிவை உண்டாக்கும். இம்முறிவை எவ்வாறு தடுப்பது என்பதே வான் வெளிச் செலவிலுள்ள சிக்கல்களில் ஒன்ருகும். இதற்குரிய காரணங்களையும், போக்கும் முறைகளையும் அறிவியலார் ஆராய்ந்து கொண்டிருக்கின்றனர்.''

சரபோஜி கல்லூரிக் கருத்தரங்கு

1957-ஆம் ஆண்டு நவம்பர்த் திங்களில், தஞ்சைச் சரபோஜி கல்லூரியில், அறிவியல் கழகத்தின் சார்பில் " இராக்கெட்டுகளையும் நிலாக்களையும் ஏவுதல் '' என்னும் தலைப்பில் கருத்தரங்கு ஒன்று நடந்தது. அரங்கிற்கு அப்பொழுது மாவட்ட ஆட்சித் தலைவராக இருந்த திரு. வி. கார்த்திகேயன் தலைமை தாங்கினர். செயற்கை நிலா ஒன்றை ஏவியதோடு அரங்கு தொடங்கிற்று. அரங்கில், பல தலைப்புக்களில் பல பேராசிரியர்கள் *உரையாற்றினர்கள். அரங்கு மிகச் சிறப்பான முறையில் நடைபெற்று இனிது முடிந்தது.

காமன்வெல்த் கருத்தரங்கு

1959-ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் திங்களில் காமன்வெல்த் சார்பில் இலண்டனில் வான் வெளிச் செலவுக் கருத்தரங்கு (Space flight symposium) ஒன்று நடந்தது. அரங்கில் 200-காமன்வெல்த் அறிவியலார் கலந்து கொண்டனர். கனடாவின் வடக்குப் பகுதிகளிலுள்ள ஓரிடத்திலிருந்து, வான் வெளிக் கப்பல்களை ஏவுவது பற்றிய கருத்தைத் தீர ஆராயவேண்டும் என்று கருத்தரங்கில் வலியுறுத்தப்பட்டது.

---

*பா. 7. சரபோஜி கல்லூரிக் கருத்தரங்கு, அகரவரிசை.

வான் வெளி அறிவியல் கருத்தரங்கு

1961-ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்களில் பிளாரன்சில் அனைத்துலக வான் வெளி அறிவியல் கருத்தரங்கு நடைபெற்றது. பல நாட்டு (வான் வெளி) அறிவியலாரும் அரங்கில் கலந்து கொண்டு தங்களுடைய கருத்துக்களைத் தெரிவித்தனர்.

பார்சிலோனுவில் கூடிய பேரவை

1957-ஆம் ஆண்டு பார்சிலோனுவில் (Barcelona) அனைத்துலக வான் வெளி நாவாய் இயல் பேரவை (International astronautical congress) கூடியது. பேரவைக்கு 24-நாடுகளிலிருந்து 230-வான் வெளி நாவாய் இயல் வல்லுநர்கள் (Astronautic experts) வந்திருந்தனர். அவை கூடுவதற்கு முன் சோவியத் நாடு முதல் பூத்துனிக்கை விட்டது. இச்செயல் அவைக்கு வந்திருந்த பேராளர்களுக்கு (Delegates) ஊக்கமும் மகிழ்ச்சியும் அளித்தது.

அடுத்த பத்தாண்டுகளில் மனிதன் திங்களை அடைவான் என்றனர் சிலர் ; மற்றும் சிலர் நீண்ட காலமாகும் என்று கூறினர். வான் வெளிச் செலவு இயலும்* என்பதில் ஒருவருக்கும் கருத்து வேறுபாடு இல்லை. "இராக்கெட்டுகளை இயக்குவதற்குச் சிறந்த வழிவகைகளைக் காண முயற்சி செய்ய வேண்டும்" என்று அமெரிக்கப் பேராளர் டேவிஸ் கூறினர்.

"வான் வெளி எங்குத் தொடங்குகிறது என்பது பற்றி அனைத்துலக உடன்பாடு இல்லை. முதல் பூத்துனிக்கை விட்டதிலிருந்து சட்டச் சிக்கல்களும், அரசியல் சிக்கல்களும்† உருவாகியுள்ளன. இச்சிக்கல்கள் வான் வெளிக் கலங்களைப் பயன் படுத்துவதிலும், வான் வெளியை வெல்லுவதிலும் குறுக்கிடும். வான் வெளிக்

*பா. இயல் 24. †பா. இயல் 25.

கலப்பணி (Space vehicle service) உலகைச் சுற்றித் தொடங்குமானால், மேலும் பல சிக்கல்கள் எழலாம்" என்னும் கருத்துக்கள் அவையில் கூறப்பட்டன. இச் சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு காண ஒரு தனிச் சட்டக் குழுவை (Legal committee) அவை அமர்த்திற்று. இக்குழுவிற்கு அமெரிக்காவைச் சார்ந்த ஜான் காஃப் கூப்பர் (John Cobb Cooper) தலைமை ஏற்றார். அவையில் பல நுணுக்கச் சிக்கல்கள் குறித்துச் சொல்லாடல்கள் நிகழ்ந்தன. வான் வெளியிலும், நிலவுலகிலும் காலம் *ஒன்றுதானா? என்பது போன்ற பல கடினமான தலைப்புக்கள் பற்றி உணவு விடுதிகளிலும், படுக்கை அறைகளிலும் உலகப் புகழ் பெற்ற அறிவியலார் கருத்தாடினர்.

ஆம்ஸ்டர்டாமில் கூடிய பேரவை

1958-ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் திங்களில் அனைத்துலக வான் வெளி நாவாய் இயல் பேரவை ஆம்ஸ்டர்டாமில் (Amsterdam) கூடியது. நில நிலாக்களின் வாயிலாக ஆராய்ச்சி ஆய்வுகளைத் (Research experiments) தேர்ந்தெடுத்து, உலக அளவில் நிறைவேற்றலாம் என்னும் கொள்கையை அவை தீர்மானித்தது. வான் வெளிக் கலங்களுக்கும் இக்கொள்கை பொருந்தும் என்று அவை கூறியது. நான்கு குறிப்புத் திட்டம் (Four point programme) ஒன்றை உருவாக்கி, அதன் வாயிலாக வான் வெளிக் கலங்களை அமைதிக்குப் பயன்படுத்தவும், ஒரு மையத்தின் வழியாக வான் வெளிச் செய்திகள் (Space information) அனைத்தையும் திரட்டித் தெரியப் படுத்தவும் அனைத்துலக மாநாடு† தேவை என்று அவை வற்புறுத்திற்று.

வரலாற்றியல் முற்றும்.

* †பா. இயல் 25.

உ. அறிவியல் (Science)

6. உருசிய நில நிலாக்கள்*

உருசியா பூத்துனிக்கு என்னும் பெயரில் 10-நில நிலாக்களை இதுவரை விட்டுள்ளது. அவை பற்றிய செய்திகளை இவ்வியலில் விரிவாகக் காண்போம்.

பூத்துனிக்கு–1

பெயர் : பொதுப் பெயர் பூ–1. சிறப்புப் பெயர் ஆல்பா-1957.

விட்ட நாள் : அக். 4, 1957.

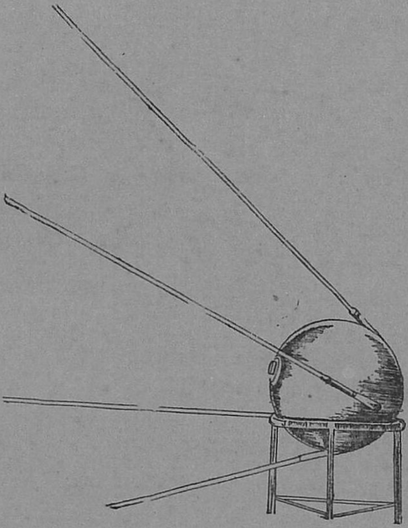
நோக்கம் : காற்று மேல் வெளியை ஆராய விடப் பட்டது.

அமைப்பு

நிலாவின் வடிவம் உருண்டை. குறுக்களவு 58-செ. மீ. உடல் அலுமினிய உலோகக் கலவைகளாலானது. பார்ப்பதற்கு எளிதாக இருக்குமாறு, மேற்பரப்பு பளபளப் பாக்கப் பட்டிருந்தது. நிலாவின் வெளிப்பக்கத்தில் 4-கோல் உணர்விகள் (Rod antennas) இருந்தன. நிலா இறுக மூடப்பட்டு நைட்ரஜன் நிரப்பப் பட்டிருந்தது. நிலையான வலிந்த ஓட்டத்தினால், பல கருவிகளுக்கிடையே வெப்ப மாற்றத்தை நைட்ரஜன் சீராக்கியது. நிலாவின் எடை 83·6-கி. கி.

---

*பா. 9. உருசிய நில நிலாக்கள், அகரவரிசை.



படம் 1. தாங்கியில் பூத்துனிக்கு-1

வெப்ப நிலையை உள்ளே சீராக்கவும்; வெப்ப நிலை மாற்றத்தைப் பதிவு செய்யவும்; 200-கி. மீ. உயரத்தில் பொருளின் அடர்த்தியை அளக்கவும்; காற்று வெளிக்கு அப்பாலுள்ள விண் கதிர்களின் தன்மையை அறியவும்; நிலவுலகின் ஒவ்வொரு இடத்திலும் காந்தக் களத்தை அளக்கவும்; காந்தக் களங்களின் பண்புகளையும், காந்தக் களத்தின் அச்சிலுள்ள மாறுதல்களையும் அறியவும்; நிலவுலகின் பொருள் திணிவுப் பரவலை (Distribution of mass) அறியவும்; ஒளி, விரைவு முதலியவற்றைப் பதிவு செய்யவும் நிலாவில் கருவிகளிருந்தன. தவிர, குறிபாடுகளைத் தெரிவிக்க எஃகு வானொலிச் செலுத்திகளும் இருந்தன.

செய்திகள்

1. நிலவுலகில் வலுவான காந்தக்களம் உள்ளது.

2. நிலாவின் சுற்றுவழிச் சிறப்பியல்புகளைப் பெராமீட்டர் (Parameter) நுட்பமாகக் கணக்கிட்டது. கிடைத்த அளவுகளின்படி நிலாவின் சுற்றுகாலம் இரு நாட்கள் வரை மாறவில்லை.

3. காற்று வெளியின் அடர்த்தி, ஈரநிலை, வெப்பநிலை, அழுத்தம் பற்றிச் செய்திகள் அளித்துள்ளது.

4. வானொலிச் செலுத்திகள் 20·005, 40·002-மெகா சைக்கிள்களில் இயங்கின.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

நிலா வெற்றியுடன் ஏவப்பட்டுச் சுற்று வழியை அடைந்தது. சுற்று வழியின் வடிவம் கோழி முட்டை போன்றது. சுற்றுவழி நில நடுக்கோட்டின் சமதளத்திற்கு 65^0 12′ சாய்ந்திருந்தது. 560-மைல் உயரத்தில், ஒவ்வொரு 96·17-நிமிக்கும் ஒருதடவை நிலவுலகை வலம் வந்தது. சென்ற விரைவு 1-மணிக்கு 18,000-மைல். அண்மைத் தொலைவு (Perigee) 227-கி. மீ. சேய்மைத் தொலைவு (Apogee) 947-கி. மீ. சுமப்பு இராக்கெட்டு (Carrier rocket) நிலா சுற்று வழியை அடைதற்கு வேண்டிய விரைவைக் கொடுத்தது. அவ்விரைவு 1-விநாடிக்கு 8,000-மீ.

செலவு

நிலா இலட்சக்கணக்கான மைல்களைக் கடந்து சென்றது. காற்று உராய்வினால், நாளுக்கு நாள் அதன் உயரமும், விரைவும் குறையத் தொடங்கின; சுற்றுவழி மாறியது; விண்மீன் போல் தெரிந்தது ; 1-விநாடிக்கு $\frac{1}{4}^0$ நகர்ந்தது. நிலாவின் விரைவைவிட இராக்கெட்டின் (ஏவிய) விரைவு

மிகுதியாய் இருந்தது. இராக்கெட்டு நிலாவிற்கு முன் 1,560-மைல் தொலைவில் சென்றது. ஒழுங்கான குறிபாடு கள் வந்தன. அக்டோபர்த் திங்கள் 8-ஆம் நாளிலிருந்து குறிபாடுகள் நலியத் தொடங்கின. இறுதியாகப் 'பீப்' ஒலி சீழ்க்கை ஒலியாக மாறியது. 91-நாட்கள் நிலவுலகைச் சுற்றிக் கடைசியாகக் காற்று வெளிக்கு வந்து அழிந்தது.

சிறப்பு

நிலா சுற்றுவழி விரைவைப் (Orbital speed) பெற்றது. அறிவியல் வரலாற்றில் முதல் தடவையாக ஏவப்பட்டது; வான் வெளிக் காலத்தைத் தொடக்கி வைத்தது ; செயற் கை நிலாக்களுக்கு முன்னோடி; வழிகாட்டி. இதை ஏவியது அறிவியல் நோக்கில் ஓர் அருஞ்செயலாகும்.

விளைவு

பளுவான நிலாக்களைவிட இது வாய்ப்பளித்தது. நிலாக்களின் எடை மிகமிக ஆராய்ச்சிக் கருவிகளின் எடையும் மிகும். எதிர்காலத்தில் விடப்படும் நிலாக்களை, வேறுபட்ட உயரங்களில் ஏவ வழிவகை செய்தது ; வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்குத் திண்ணிய முறையில் வழி கோலியது.

பூத்துனிக்கு–2

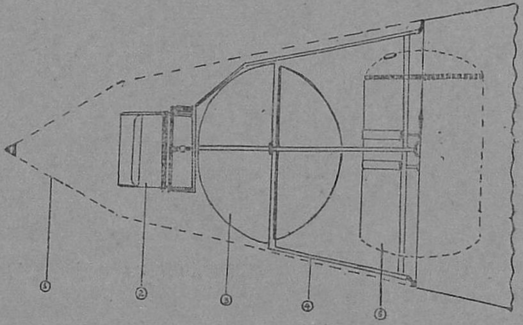
பெயர் : பொதுப் பெயர் பூ–2. சிறப்புப் பெயர் பீட்டா-1957.

விட்ட நாள் : நவ. 3, 1957.

நோக்கம் : காற்று மேல் வெளியை ஆராய விடப் பட்டது.

அமைப்பு

நிலா கோழிமுட்டை வடிவமுடையது. நாய் இலய்க்கா சென்ற காற்று இறுக்கமுள்ள கொள்கலம், காற்று மட்டுப்படுத்து ஏற்பாடு, உணவு, அளவு கருவிகள், கம்பி இல்லா இரு வானொலிச் செலுத்திகள், ஆற்றல் ஊற்றுக் கள் (Power sources) முதலியன நிலாவிலிருந்தன. நிலாவின் மொத்த எடை 508·3-கி. கி.



படம் 2. பூத்துனிக்கு–2

1. பாதுகாப்புக் கூப்பு. நிலா சுற்றுவழியை அடைந் ததும் பிரிக்கப்பட்டது.
2. கதிரவன் நிறமாலையிலுள்ள X-கதிர்களையும், புற ஊதாக் கதிர்களையும் ஆராய்ந்த கருவி.
3. வானொலிச் செலுத்திகளும், கருவிகளுமுள்ள கொள்கலம்.
4. கருவியைத் தாங்கும் சட்டம்.
5. இலய்க்கா சென்ற காற்று இறுக்கமுள்ள கொள் கலம்.

கதிரவன் நிறமாலையிலுள்ள X-கதிர்களையும், புற ஊதாக்கதிர்களையும் ஆராயவும்; அழுத்தம், வெப்ப நிலை, விண் கதிர்கள் முதலியவற்றை ஆராயவும்; வான் வெளி நிலைமைகளில் உயிர்ச் செயல் முறைகளை (Life processes) ஆராயவும்; நிலாவினுள் நிலவும் நிலைமை களை ஆராயவும்; நாயின் மூச்சுவிடல், இதயத்துடிப்பு, குருதி அழுத்தம் ஆகியவற்றைப் பதிவு செய்யவும் நிலா வில் கருவிகள் இருந்தன.

செய்திகள்

1. முதன் முதலாக இலய்க்கா என்னும் நாய் வான் வெளிக்கு அனுப்பப்பட்டது.

2. இராக்கெட்டு புறப்பட்டவுடன் நாயின் இதயத் துடிப்பு மூன்று மடங்காயிற்று; பின், கொஞ்சங் கொஞ்ச மாகக் குறைந்தது.

3. எடை மிகுதியினுல் நாய் பன்மடங்கு கூடுதலாக மூச்சுவிட்டது.

4. நாயின் உணர்வுத்திறனும், குருதி ஓட்டமும் சிறிது தடைப்பட்டன.

5. சுற்று வழியை அடைந்தவுடன் நாயின் மூச்சு விடுதலின் அளவு குறைந்தது. மற்றும், கதிர் வீச்சு, வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகியவை பற்றியும் அரிய செய்தி கள் கிடைத்தன.

6. வானெலிச் செலுத்திகள் 40·002, 20·005-மெகா சைக்கிளில் இயங்கின.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

முதல் பூத்துனிக்கைப் போலவே இதுவும் விடப் பட்டது. சுற்றுவழி நீள்சுற்றுவழி (Linear orbit) ஆகும். நடுக்கோட்டுச் சமதளத்திற்கு 65° 17′ சாய்ந்திருந்தது. நிலவுலகிற்கு மேல் 930-மைல் உயரத்தில் சென்றது. ஒவ்வொரு 103·74-நிமிக்கும் ஒருதடவை நிலவுலகை.

வலம் வந்தது. சென்ற விரைவு 1-மணிக்கு 18,000-மைல். சுற்றுவழி விரைவு 1-வினாடிக்கு 8,000-மீ. அண்மைத் தொலைவு 225-கி. மீ. சேய்மைத் தொலைவு 1,671-கி. மீ.

செலவு

பூ–1-ஐ விட பூ–2 மிக்க தொலைவு சென்றது. 'பீப்' ஒலியுடனே சென்றது. 131-நாட்கள் முடியும் வரையில், 890-தடவைகள் நிலவுலகைச் சுற்றியது. இதற்குள் கடந்த தொலைவு 51,700,000 (5 கோடி) மைல். கடைசியாக 161-நாட்கள் வலம் வந்தபின் அழிந்தது.

சிறப்பு

நிலா சுற்றுவழி விரைவைப் பெற்றது. இவ்விரைவு செவ்வாய்க்குச் சென்று திரும்பும் அளவிலிருந்தது. கிளம்புவதற்கு முன் பல மில்லியன் கிலோவாட்டுள்ள ஆற்றலை உண்டாக்கிற்று. இவ்வாற்றல் 3,20,000-டன் எடையுள்ள புகை வண்டி 1-மணிக்கு 21-மைல் விரைவில் செல்லும் ஆற்றலை ஒத்தது. நிலா சுமப்பு இராக்கெட்டின் கடைசி அடுக்காகும். உயிர் நிலைமைகள் வான் வெளியில் ஆராயப் பெற்றன (ஒ. பா. பூ–5, பூ–6, பூ–8, பூ–9, பூ–10). அரிய செய்திகளை வழங்கியபின் நாய் இறந்தது. நாயின் குரைப்பொலி பதிவு செய்யப்பெற்றது. இலய்க்கா முதல் வான் வெளிப் பய்ணியாகும்.

விளைவு

அறிவியல் ஆய்வகத்தைத் திங்களுக்கு விடுக்கலாம் என்பதை இது காட்டிற்று. நாய் சென்றது திங்களுக்கு மனிதன் செல்லத் துணை செய்யும்; மைய நீங்கு விசையைப் பயன்படுத்திச் செயற்கை ஈர்ப்பை உண்டாக்க வழிசெய்யும். எரிபொருள், விரைவு, வழிப்படுத்து ஏற்பாடு முதலியவற்றில் இராக்கெட்டு அடைந்துள்ள வளர்ச்சியைக் காட்டிற்று இது.

பூத்துனிக்கு–3

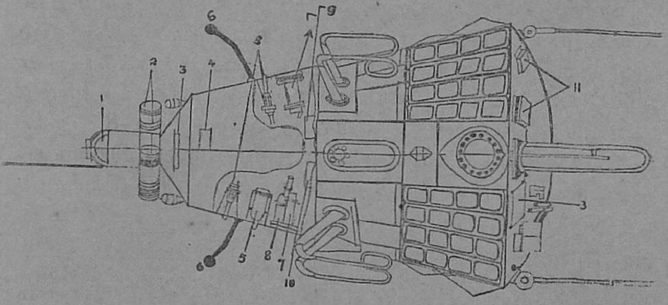
பெயர் : பூ–3—பொதுப் பெயர். சிறப்புப் பெயர் டெல்டா-1958.

விட்ட நாள் : மே 15, 1958.

நோக்கம் : காற்று மேல் வெளியை ஆராய விடப் பட்டது.

அமைப்பு

நிலா கூம்பு வடிவமுடையது. எடை 1,327-கி. கி. அறிவியல் கருவிகள், அளவு கருவிகள், ஆற்றல் ஊற்றுக் கள் ஆகியவற்றின் எடை மட்டும் 968-கி. கி ; நீளம் 3·57-மீ; உயர்வரைக் குறுக்களவு 1·73-மீ.



படம் 3. பூத்துனிக்கு–3

1. காந்தமானி.
2. கதிரவனின் அணுக்கதிர் வீச்சைப் பதிவு செய்யும் ஒளிப்பெருக்கிகள்.
3. கதிரவன் மின்கல அடுக்குகள்.

4. விண் கதிர்களிலுள்ள ஒளி அணுக்களைப் பதிவு செய்யும் கருவி.
5. காந்த, அயன அழுத்தமானிகள்.
6. அயனிக் கண்ணிகள்.
7. நிலை மின் அழுத்தமானிகள்.
8. பொருண்மை—நிறமாலைக் குழாய்.
9. விண் கதிர்களிலுள்ள பளுவான அணுக்கருக்களைப் பதிவு செய்யும் கருவி.
10. முதல்நிலை விண் கதிர்வீச்சின் செறிவை அளக்கும் கருவி.
11. நுண் விண் கற்களைப் பதிவு செய்யும் முதல் நிலைப் பொருள்கள்.

மின்னணுச் சுற்றுக்கள், வானொலி அளவு ஏற்பாடுகள், தானியங்கு காலமாக்கி, இயைபு மின் ஆற்றல் ஊற்றுக்கள் ஆகியவை நிலாவினுள் இருந்தன.

முழுச் சுற்றுவழியை ஆராயவும் ; காற்று வெளியின் மேல் அடுக்குகளின் இயைபு, அழுத்தம் முதலியவற்றை ஆராயவும்; நேர் அயனிகளின் (Positive ions) செறிவை ஆராயவும் ; நிலாவின் மின் ஏற்றத்தின் (Electric charge) அளவை (Magnitude) ஆராயவும் ; நிலை மின் களத்தின் செறிவை ஆராயவும் ; நிலவுலகின் காந்தக் களத்தின் செறிவை ஆராயவும் ; கதிரவன் அணுக்கதிர் வீச்சின் செறிவை ஆராயவும் ; முதல் நிலை விண் கதிர் வீச்சின் மாற்றங்கள், இயைபு முதலியவற்றை ஆராயவும் ; விண் கதிர்களிலுள்ள பளுவான அணுக்கருக்கள் (Heavy nuclei), ஒளி அணுக்கள் (Photons) முதலியவற்றின் பரவலை ஆராயவும் ; நுண் விண் கற்களைப்பற்றி ஆராயவும் ; நிலாவினுள்ளும், நிலா உறையின் மேலும் வெப்ப நிலைகளை அளந்தறியவும் நிலாவில் கருவிகளிருந்தன.

மற்றும், நிலாவின் சுற்றுவழி இயக்கத்தைப் பற்றித் திருத்தமான அளவுகளை (Measurements) எடுக்க மின்னணுக் கருவி அமைப்புக்களும்; அளவுகளின் முடிவுகளைத் தொடர்ந்து பதிவு செய்ய வானொலித் தொலை அளவு கருவியும் (Radio-telemetering apparatus); அறிவியல் கருவிகளையும் அளவு கருவிகளையும் தாமாக இயங்கச் செய்ய அரைக் கடத்தித் திட்டக் கருவி அமைப்பும் (Semi-conductor programme device) நிலாவிலிருந்தன.

செய்திகள்

நிலாவிலுள்ள பல கருவி அமைப்புக்களும், ஏற்பாடுகளும் காற்று மேல் வெளியில் நிகழும் மெய்ந்நிகழ்ச்சிகளையும்; காற்று மேல் வெளியில் நடைபெறும் செயல் முறைகளில் (Processes) விண் மெய்க் கூறுகளின் (Cosmic factors) விளைவுகளையும் குறித்து அரிய செய்திகள் அளித்தன.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

நிலாவின் சுற்று (வழிக்) காலம் (Orbital period) 105·95-நிமி. சுற்றுவழி நடுக்கோட்டுச் சமதளத்திற்கு 65° சாய்ந்திருந்தது. சேய்மைத் தொலைவு 1,880-கி. மீ. சென்ற விரைவு 1-மணிக்கு 18,000-மைல்.

செலவு

691-நாட்கள் செலவை மேற்கொண்டு, கடைசியாக 6–4–60-அன்று அழிந்தது.

சிறப்பு

மற்ற இரு நிலாக்களின் எடையைக் காட்டிலும் இதன் எடை மிகுதி. அரிய செய்திகளை அறிய, அரிய கருவி

அமைப்புக்களும், ஏற்பாடுகளும் நிலாவில் இருந்தன. ஆற்றல் வழங்குதலுக்குக் கதிரவன் மின் கல அடுக்குகள் பயன்பட்டன.

விளைவு

இதன் எடை மிகுதி நிலாக்களின் வளர்ச்சியையும், எடையுள்ள நிலாக்களை ஏவும் வலுவான இராக்கெட்டு களின் வளர்ச்சியையும் காட்டிற்று.

பூத்துனிக்கு-4

பெயர் : பூ-4; வான் வெளிக் கப்பல்-1.

விட்ட நாள் : மே 15, 1960.

நோக்கம் : நிலாக் கப்பல் ஏற்பாட்டை (Satellite ship's system) நிறைவு செய்யவும், வான் வெளிக்குப் பாதுகாப்பாகச் சென்று மீண்டும் நிலவுலகிற்கு வரவும் விடப்பட்டது.

அமைப்பு

கருவிகள் உட்பட நிலாவின் எடை 4,540-கி. கி. நிலாவினுள் அழுத்தமாக்கப்பட்ட அறை ஒன்றிருந்தது. இவ்வறையில் பொய்யுரு வான் வெளி மனிதன் (Dummy spaceman) இருந்தான். இதில் எதிர்கால மனிதச் செலவுக்கு வேண்டிய எல்லாக் கருவிகளும், கருவித் தொகுதிகளும் இருந்தன. கருவிகளின் எடை மட்டும் 1,477-கி. கி.

குறிபாட்டு வானொலிச் செலுத்தியும் (Signal radio transmitter), வானொலிக் கருவித் தொகுதியும் (Radio equipment) நிலாவிலிருந்தன. சுற்றுவழியின் அடிப் படைக் கூறுகளை (Orbital elements) நுட்பமாக

அளப்பது, கருவிகள் இயங்குவது பற்றிய செய்திகளை நில நிலையங்களுக்குத் தருவது வானொலிக் கருவித் தொகுதியின் வேலையாகும். மற்றும், அறிவியல் கருவி களும், அளவு கருவிகளும் நிலாவிலிருந்தன. இவற்றிற்கு ஆற்றல், இயைபு மின் கலங்களாலும், கதிரவன் மின் கலங்களாலும் வழங்கப்பட்டது.

செய்திகள்

தொடக்க நிலைச் செய்திகளைப் பகுத்தறிந்ததிலிருந்து, எல்லாக் கருவிகளும் இயல்பாக இயங்கின என்பது தெரிய வந்தது. நிலாவின் வழியை நில நிலையங்கள் ஒழுங்காக அறிந்தன.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

நிலா 200-மைல் உயரத்தில் நிலவுலகை வலம் வந்தது. 1-தடவை சுற்றிவர 91·2-நிமி ஆயிற்று. சுற்றுவழி கிட்டத் தட்ட வட்ட வடிவமாக இருந்தது. சுற்றுவழி நடுக் கோட்டுச் சமதளத்திற்கு 65^0 சாய்ந்திருந்தது. அண்மைத் தொலைவு 312-கி. மீ. சேய்மைத் தொலைவு 360-கி. மீ. நிலா கூடுதலான விரைவாக்கங்கள் (Extra-periodical accelerations) இல்லாமல், இயக்கத்தைச் சமன் செய்தது. சென்ற விரைவு 1-மணிக்கு 18,000-மைல்.

செலவு

போதிய சுற்றுவழி விரைவோடு நிலா வலம் வந்தது. குறிபாடுகளை விடுத்தது. குறிபாடுகளை அறிவியலார் பதிவு செய்தனர். நிலாவிலுள்ள கருவிகள் இயல்பான உயிர்வாழ் நிலைமைகளை விடாமல் பாதுகாத்தன. பறத் தலின் பொழுது மனித உடல் செயல் முறைகளைப் (Human physical processes) பற்றிய செய்திகளை, நிலாவின் அறையிலுள்ள கருவிகள் அளித்தன. தென்

சோவியத்துக் குடியரசிலுள்ள உற்றுநோக்கு நிலையங்கள் நிலாவின் சுற்றுவழியைப் படம் பிடித்தன. நிலாவின் காற்று மட்டுப்படுத்து ஏற்பாடு (Air conditioning system), சீராக்கு ஏற்பாடு (Regulating system) முதலியவை இயல்பாக இயங்கின. செலவு முழுதும், எதிர்கால மனிதச் செலவுக்கு வேண்டிய நிலைமைகள் நிலவின. உற்றுநோக்கல் திட்டத்தை நிலா நிறைவு செய்தது. நிலவுலகிலிருந்து கொடுக்கப்பட்ட கட்டளை யினால் நிலா பிரிந்தது. ஆனால், தெறிப்புப் பொறிநுட்பம் (Braking mechanism) பிழையுற்றதினால், திட்டமிட்ட படி, நிலவுலகு நோக்கி நிலா வராமல், வான் வெளிக்குச் சென்று விட்டது.

கட்டளை விடுக்கப்பட்ட முறை*

நில வானொலி நிலையம், அதன் சுற்று வழியிலிருந்து விலகுமாறு நிலாவின் தெறிப்புக் கருவி அமைப்புக்குக் (Braking device) கட்டளை யிட்டது. பின்னியங்கு இராக்கெட்டின் தடுப்பு(க்கட்டை) (Retro-rocket's brake) தவறான கோணத்தில் இயங்கிற்று. எனவே, நிலாவின் விரைவு குறைவதற்கு மாறாகக் கூடிற்று. பிரிந்த அறையும், நிலாவும் நீள்வட்டச் சுற்று வழியை அடைந்தன. இவை களின் உயர்வரைத் தொலைவு (Max. distance) 249-மைல். கீழ் வரைத் தொலைவு (Min. distance) 191-மைல். சுற்று காலம் 92·25-நிமி.

ஏவிய சூழ்நிலை

கடந்த சில ஆண்டுகளாகவே, வான் வெளியில் மனிதன் பறப்பதற்கு வேண்டிய ஆய்பணியினையும், அறி வியல் ஆராய்ச்சியையும் சோவியத் நாடு செய்து வரு

---

*பா. நுட்ப ஏற்பாடுகள், இயல் 22.

கிறது. மிகுதியான எடையும் அளவும் கொண்ட செயற்கை நிலாக்களை உருவாக்கி, வலுவான இராக்கெட்டுகளைக் கொண்டு அவற்றைச் சுற்று வழியில் விட்டுள்ளது (பூ-2, பூ-3). வான் வெளியில் நீண்ட மனிதச் செலவிற்கு வேண்டிய வான் வெளிக் கப்பலைக் கட்டவும், ஆய்ந்து பார்க்கவும் பூ—4-ஐ உருசியா விட்டது.

சிறப்பு

இது முதல் வான் வெளிக் கப்பல் (Space ship) ஆகும். இதில் முதல் செயற்கை மனிதன் சென்ருன் (ஒ. பா. மர்க்குரி நிலா-1, இயல்-8). நிலவுலகிலிருந்து கட்டளையினுல் முதல் தடவையாக இது பிரிக்கப்பட்டது. பாரிசில் பெருந் தலைவர் கள் மாநாடு நடப்பதற்கு (மே 16, 1960) முதல் நாள் இது விடப்பட்டது; வான் வெளியில் மனிதனின் செலவு பற்றிய சிக்கல்களைத் தீர்க்க விடப்பட்ட தொடர் வரிசை நிலாக்களில் ஒன்று. நிலாவின் வடிவ அமைப்புப் பற்றி (Design) அடிப்படைக் கருத்துக்களை இது வழங்கியுள்ளது. அடுத்தநிலை ஆய்வுக்கு இது வழிகாட்டி; மனிதச் செலவுக்கு முன்னேடி.

விளைவு

வான் வெளிச் செலவு விரைவில் இயலும்; மனிதன் வான் வெளியில் வலம்வர முடியும்; நிலாவைத் திரும்ப நிலவுலகிற்குக் கொண்டு வரலாம் என்பதை இது காட்டிற்று.

பூத்துனிக்கு–5

பெயர் : ஆர்க்குனிக்கு (Arknik); வான் வெளிக் கப்பல்-2.

விட்ட நாள் : ஆக. 19, 1960.

நோக்கம் : வான் வெளியில் மனிதன் வாழவும், பாதுகாப்பாக இருக்கவும், திரும்ப ஓர் ஏற்பாட்டை உருவாக்கவும் விடப் பட்டது.

அமைப்பு

இராக்கெட்டின் இறுதி அடுக்கு உட்பட நிலாவின் எடை 4,600-கி. கி. அரிய அமைப்பை உடையது. விலங்கு களின் நடத்தையை உற்று நோக்க வானொலித் தொலைக் காட்சிக் கருவியும் ; மனிதனது எதிர்காலச் செலவுக்குரிய மருத்துவ—உயிரியல் ஆய்வுகளும் (Medico-biological experiments), வான் வெளி உற்று நோக்கல்களும் செய் வதற்கு வேண்டிய பல கருவி வாய்ப்புக்களும் நிலாவில் இருந்தன.

செய்திகள்

நிலாவிலுள்ள கருவிகள் இயல்பாக இயங்கின; செய்தி களை நிலவுலகிற்குத் தெரிவித்தன. விலங்குகளின் நாடித் துடிப்பு வீதம், மூச்சு இயக்கங்களின் அதிர்வெண் முதலியன இயல்பாக இருந்தன. வான் வெளிச் செல விற்கு வேண்டிய நிலைமைகள் நிலாவினுள் நிலவின. திரல்கா (Strelka), பெல்கா (Belka) என்னும் இரு நாய்களும் ; மற்றும், சில உயிர்களும் நிலாவில் சென்றன.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

200-மைல் உயரத்தில் நிலா வலம் வந்தது. நிலா வின் சுற்றுகாலம் 90·9-நிமி. அண்மைத் தொலைவு 306-கி. மீ. சேய்மைத் தொலைவு 339-கி. மீ.

செலவு

1960-ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 20-ஆம் நாள் இரவு, வான் வெளிக்கு அனுப்பிய நிலாவை உருசியா மீட்டது.

நிலாவும், நிலாவிலுள்ள பொதிகையும் திரும்பப் பெறப் பட்டன. நாய்களுடன் சுண்டெலிகள், ஈக்கள், பயிர்கள், காளான், நீர்வாழ் பயிர்கள், விதைகள் முதலியனவும் சென்றன. 4-இலட்சம் மைல் சென்றபின், விலங்குகள் மீட்கப்பட்டன. 10-மணிச் செலவிற்குப் பின் திரல்காவின் நாடித்துடிப்பு வீதம் 106; மூச்சுவிடு வீதம் 1-நிமிக்கு 300. பெல்காவின் நாடித் துடிப்பு வீதம் 120 ; மூச்சுவிடு வீதம் 400.

படம் 4. மாஸ்கோ ஒலிபரப்பு நிகழ்ச்சியில்
திரல்கா, பெல்கா —USSR

நிலா இறங்குதல்

திட்டமிட்டபடிக் குறிப்பிட்ட நேரம் வந்ததும், நிலா 18-ஆவது தடவை சுற்றிய நிலையில், இறங்குவதற்குரிய

கட்டளை நிலவுலகிலிருந்து பிறப்பிக்கப்பட்டது. விரைவுக் குறைப்பு எந்திரங்களும், தெறிப்பு ஏற்பாடும் இயல்பாக இயங்கின. 7500-மீட்டர் உயரத்தில், பாரமானி ஏற்பாடு களிலிருந்து (Barometric installations) கிளம்பிய குறி பாடு, விடுப்பு ஏற்பாட்டைத் திறந்து, மூடிய அறையில் இருந்து நாய்களுள்ள கொள்கலத்தை வெளித்தள்ளியது. நிலாவும், நிலாவிலுள்ள பொதிகையும் பாதுகாப்புடன் காற்று வெளி வழியாக நிலத்தை அடைந்தன.

நாய்களின் நடத்தை

பொதிகையில், செலவு முழுதும் நரம்புத் தளர்ச்சி தொடர்ந்த நிலைகளில் (Recurring stages of nervousness) நாய்கள் காணப்பட்டன. இராக்கெட்டு கிளம்பிய பொழுது, நாய்கள் தங்களின் காதுகளை நிமிர்த்தன; அறையின் தரையைக் குழம்பிய நிலையில் பார்த்தன; கவலையுற்றன; பாய முனைந்தன. திரல்கா பக்கங்களைப் பார்த்து உதைத்துக்கொள்ள முயன்றது. நிலா விரைவை அடைந்ததும் ஈர்ப்பு விசை நாய்களை அழுத்தியது.

நிலா சுற்று வழிக்குச் சென்றதும் எடையின்மை தொடர்ந்தது. அறைக்குள் நாய்கள் மிதந்தன; தலையும் கால்களும் தொங்கிக் கொண்டிருந்தன. இந் நிலையில், உயிரற்றன போன்று நாய்கள் காணப்பட்டன. நாய்கள் இறங்கிய 1-மணி நேரத்திற்குப் பின், கால்நடை மருத்துவ வல்லுநர் ஒருவர் நாய்களை ஆராய்ந்து பார்த்தார். நல்ல உடல் நலத்துடன் அவை இருக்கக் கண்டார். நாய்களின் உடலில் கீறல்களோ புண்களோ காணப்படவில்லை. அறையில் இரு நாய்களும் தடுப்பினுல் பிரிக்கப்பட்டு இருந்தன.

வான் வெளிச் செலவை மேற்கொள்ள நாய்கள் ஓராண்டு பயிற்சி பெற்றன. செலவின் பொழுது அவை களுக்குச் சளி நிலை (Jelly-like) உணவு அளிக்கப்

பட்டது. இவ்வுணவில் ஊட்டப் பொருள்களும், நீரும் கலந்திருந்தன. தாமியங்கு முறையில் 1-நாளைக்கு இரு தடவைகள் உணவளிக்கப்பட்டன. நாய்களுக்குத் தனி உடை அணிவிக்கப்பட்டிருந்தது. கருவிகளையும் உடை பாதுகாத்தது. நாய்களின் கழுத்துப் பெருந் தமனிகள் (Carotid arteries) கழுத்துப் பகுதியில் வெளிப்படுத்தப் பட்டிருந்தன. இந்த அறுவையினால் நாய்களுக்கு ஊறு ஏற்படவில்லை. நாய்கள் 24-மணி நேரம் எடையின்மை நிலைமையிலிருந்தன (ஓ. பா. உயிரியல் சிக்கல்கள், இயல்-22).

கதிர் வீச்சினால் ஏற்படும் மரபணுவியல் (Genetics) மாற்றங்களை ஆராயச் சுண்டெலிகள் ஏற்றவை. ஆகவே, சுண்டெலிகளும் அனுப்பப்பட்டன. சுண்டெலிகளின் கறுத்த தோலில் சாம்பல்நிற மயிர்கள் ஏற்படுமானால், வான்விண் கதிர் வீச்சு உண்டு என்பது பொருள். (ஓ. பா. இயல். 20).

சிறப்பு

இது இரண்டாம் வான்வெளிக் கப்பலாகும். இலய்க்காவிற்குப் பின், இரு நாய்களும் வான்வெளிக்குச் சென்று உயிரோடு திரும்பின. நாய்கள் மனிதச் செல விற்கு முன்னோடிகளாகும். வான்வெளிக் கப்பலையும், வான்வெளி அறையையும் மீட்டது தொழில் நுணுக்க வெற்றிக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

விளைவு

உயிர் நலமும், உயிர் திரும்புதலும் உறுதி செய்யப் பட்டபின், மனிதன் வான்வெளிக்குச்செல்ல இயலும். உயிர் திரும்பியது, மனிதச் செலவு இயலும் என்பதற்கு அறிகுறி.

பூத்துனிக்கு–6

பெயர் : பூ-6; வான்வெளிக் கப்பல்-3.

விட்ட நாள் : டிச. 1, 1960.

நோக்கம் : அறிவியல் ஆராய்ச்சித் திட்டத்தில் நில நிலாவாக ஏவப்பட்டது. வான்வெளிச் செலவு நிலைமைகளில் மருத்துவ-உயிரியல் ஆராய்ச்சி (Medical biological research) நடத்த விலங்குகள் விடப்பட்டன.

அமைப்பு

சுமப்பு இராக்கெட்டின் கடைசி அடுக்கு இல்லாமல், கப்பலின் எடை 4,563-கி. கி. கப்பலிலுள்ள அறையில் விலங்குகள், பூச்சிகள், பயிர்கள் முதலியவை இருந்தன. கப்பலில் செல்கா (Pchelka), மசுக்கா (Mushka) என்னும் இரு நாய்கள் சென்றன.

புற வான்வெளி இயல்பியல் ஆராய்ச்சிக்காக (Outer space physics) அளவு கருவிகளும், அறிவியல் கருவிகளும் ; குறிபாடுகளைச் செலுத்த குறிபாட்டுச் செலுத்தியும் ; நாய்களின் நடத்தையை உற்றுநோக்கத் தொலைக்காட்சிப் புகைப்படப் பெட்டிகளும் ; காற்று மட்டுப்படுத்து ஏற்பாடும் கப்பலில் இருந்தன.

செய்திகள்

1. வானொலித்தொலை அளவு ஏற்பாடு (Radio-telemetrical system), கருவிகள் இயங்குவது பற்றியும், விலங்குகளின் நிலைமைகள் பற்றியும் நிலவுலகிற்குச் செய்திகள் தெரிவிக்கத் துணைசெய்தது.

2. தொலைக்காட்சிக் கருவிகள், ஆய்வுவிலங்குகளின் மூச்சு மண்டலம், குருதி மண்டலம் முதலியவை வேலை

செய்வதைப்பற்றி அறிவியற் செய்திகளைத் தெரிவித்தன. விலங்குகள் எடையின்மையைத் தாக்குப்பிடித்தன ; சுற்று வழி அயர்ச்சியைத் தாங்கின ; ஏவும்பொழுது அமைதியாக இருந்தன. அவை ஒருமித்த இயக்கத்தை இழக்கவில்லை. கப்பலின் அறையில் வெப்பநிலை, காற்று அழுத்தம் முதலியவை இயல்பாக இருந்தன.

3. கப்பலின் வடிவ அமைப்பு முதலியவை பற்றிச் செய்திகள் கிடைத்தன.

4. நில வானொலித் தொழில் நுணுக்க நிலையங்கள் கப்பலின் வழியை அறிந்தன. நில வழியறி நிலையங்களுக்குத் தொலைச் செய்தியைக் (telemetering information) கப்பல் அனுப்பியது.

ஏவுதலும் சுற்று வழியும்

கப்பலின் சுற்றுகாலம் 88·47-நிமி. சுற்றுவழி நீள் வட்டமானது. சுற்றுவழிச் சாய்வு 64°. சுற்றுவழி உயரம் 112-155-மைல்.

செலவு

டிசம்பர் இரண்டாம் நாள் மதியம்வரை கப்பல் வலம் வந்தது. கணக்கிடப்பட்ட செலவு வழியில் இறங்காததால், காற்று வெளியின் அடர்ந்த அடுக்குகளை அடைந்து, கப்பல் எரிந்தது. சுமப்பு இராக்கெட்டின் கடைசி அடுக்கு மட்டும் வலம்வரத் தொடங்கியது.

சிறப்பு

வான் வெளிச் செலவில் விலங்குகளின் நிலைமைகள் பற்றிக் கூடுதலான செய்திகள் கிடைத்துள்ளன. கப்பலின் வடிவ அமைப்பு, அதிலுள்ள ஏற்பாடுகள் முதலியவை ஆராயப்பட்டன. மருத்துவ—உயிரியல் ஆராய்ச்சி நடைபெற்றது.

விளைவு

முதல் தொழில் நுணுக்கப் பிழையினுல் வான்வெளிக் கப்பல்-1 காற்று வெளியை அடையாமல், வான்வெளிக் குச் சென்றது. இரண்டாம் தொழில் நுணுக்கப் பிழை யினுல் இக்கப்பல் நிலவுலகை அடையாமல், காற்று வெளி யில் வரும்பொழுது எரிந்தது. இருப்பினும், மனித வான் வெளிச் செலவிற்கு வேண்டிய புதிய செய்திகளை இவை அளித்தன.

பூத்துனிக்கு–7

பெயர் : பூத்துனிக்கு-7

விட்ட நாள் : பிப். 4, 1961.

அமைப்பு

இராக்கெட்டின் கடைசி அடுக்கு இல்லாமல், நிலா வின் எடை 6,483-கி. கி. மிகப் பளுவான நிலா.

செய்திகள்

வானெலிக் கருவிகள் இயல்பாக இயங்கின. திட்ட மிட்ட சுற்று வழியில் நிலா சென்றது. அறிவியல், தொழில் நுணுக்கப் பணிகள் நிறைவேறின. உயிர்கள் செல்லவில்லை ; நிலா மீட்கப்படவில்லை.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

நிலா வெற்றியுடன் ஏவப்பட்டது. சுற்றுவழிச் சாய்வு 64°57′. சுற்றுகாலம் 89·80-நிமி. அண்மைத் தொலை

வின் உயரம் 223·5-கி. மீ. சேய்மைத் தொலைவின் உயரம் 327·6-கி. மீ.

பூத்துனிக்கு–8

பெயர் : பூ-8; வான்வெளிக் கப்பல்-4.

விட்ட நாள் : மார்ச் 9, 1961.

நோக்கம் : மனிதன் வான்வெளியில் பறப்பதற்குரிய நிலைமைகளை ஆராயவும், கதிர்வீச்சு முதலியவை உயிர்ப்பொருள்களை எந்த அளவுக்குத் தாக்குகின்றன என்பதை அறியவும் விடப்பட்டது.

அமைப்பு

நிலாவின் எடை 4,700-கி. கி. தொலைக் காட்சி ஏற்பாடு, வானொலி ஏற்பாடு முதலியவை நிலாவில் இருந்தன. உயிர்களுக்காகத் தனி அறை நிலாவில் இருந்தது.

செய்திகள்

நிலாவில் கறுப்பன் என்னும் நாயும், மற்றும் ஒரு ஆய்வு விலங்கும் (Guinea-pig), ஒரு கறுப்புச் சுண்டெலியும் சென்றன. முன்னுறுதி செய்தபடித் திட்டத்தை முடித்ததும், கட்டளையின் பேரில் நிலா நிலத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்டது. கருவிகள் இயல்பாக இயங்கின. உயிர்கள் நலமுடன் நிலத்தை அடைந்தன. நிலா குறிப்பிட்ட

இடத்தில் இறங்கியது. நிலாவின் வடிவ அமைப்புக்கு வேண்டிய மதிப்பிடற்கரிய செய்திகள் கிடைத்துள்ளன. 1960-மேத்திங்களில் தொடங்கப்பட்ட வரிசையில் ஒன்ருக இந்நிலா விடப்பட்டது.

படம் 5. கறுப்பன் —USSR

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

நிலா கணக்கிடப்பட்ட சுற்றுவழியில் சென்றது. சேய்மைத் தொலைவு 248·8-கி. மீ. அண்மைத் தொலைவு 183·5-கி. மீ. சுற்றுவழிச் சாய்வு 64°56′.

பூத்துனிக்கு–9

பெயர் : பூ-9; வான்வெளிக் கப்பல்-5.

விட்ட நாள் : மார்ச் 25, 1961.

நோக்கம் : கப்பல் வடிவ அமைப்பை மேலும் நிறைவு செய்யவும், மீட்பு ஏற்பாட்டிற்கு வழி வகை செய்யவும், விடப்பட்டது.

அமைப்பு

கப்பலின் எடை 4,695-கி. கி. தொலை அளவு ஏற்பாடு, தொலைக் காட்சி ஏற்பாடு, வானொலி ஏற்பாடு முதலியவை. கப்பலில் இருந்தன.

செய்திகள்

கப்பலிலுள்ள அறையில் 'ஸ்டார்லெட்' என்னும் நாயும்; மற்றும், உயிரியல் பொருள்கள் சிலவும் சென்றன. நிலவுலகிலிருந்து அனுப்பிய கட்டளையின்பேரில், முன்னுறுதி செய்யப்பட்ட இடத்தில், உயிர்களுடன் கப்பல் பாதுகாப்பாக இறங்கியது. இது நிலவுலகை மீண்டும் வெற்றியுடன் அடைந்த மூன்ருவது வான்வெளிக் கப்பலாகும்.

படம் 6. நாய் ஸ்டார்லெட் —USSR

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

சுற்று காலம் 88·423-நிமி. அண்மைத் தொலைவு 178·1-கி. மீ; சேய்மைத் தொலைவு 247-கி. மீ. சுற்றுவழிச் சாய்வு 64^0 54′.

பூத்துனிக்கு-10

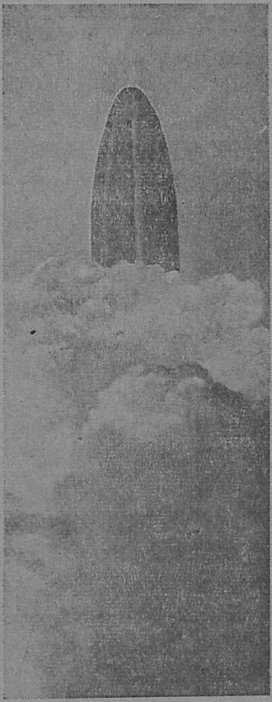
பெயர் : கிழக்கு என்னும் பொருள்படும் வாஸ்தோக் (Vostok) பூ-10 ; வான்வெளிக் கப்பல்-6.

விட்ட நாள் : ஏப். 12, 1961.

நோக்கம் : வான் வெளிச் செலவிலுள்ள சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு காண விடப்பட்டது.

அமைப்பு

கப்பலின் எடை 4,725-கி. கி. தொலை அளவு ஏற்பாடு, வானொலி ஏற்பாடு, தொலைக்காட்சி ஏற்பாடு, உயிர் நலமுடன் வாழ்வதற்குரிய ஏற்பாடு முதலியவை கப்பலில் இருந்தன. உற்றுநோக்க, கப்பலில் பக்கத்துளை கள் அமைக்கப்பட்டிருந்தன. இதற்குமுன் சென்ற வான் வெளிக் கப்பல்களில் இத் துளைகள் இல்லை.



படம் 7. வாஸ்தோக் கப்பல் —USSR

செய்திகள்

1. காகரின் என்னும் முதல் வான் வெளி மனிதர் கப்பலில் சென்று, நலமுடன் நிலவுலகை மீண்டும் அடைந்தார். உருசியாவில் முன்னுறுதி செய்யப்பட்ட இடத்தில் கப்பல் இறங்கியது.

2. கப்பலிலுள்ள கருவிகள், ஏற்பாடுகள் எல்லாம் இயல்பாக இயங்கின. வானொலிச் செலுத்திகள் 9·019, 20·006 மெகாசைக்கிளில் இயங்கின.

3. கப்பலுக்கும், நிலவுலகிற்குமிடையே இருவழி வானொலித் தொடர்பு ஏற்படுத்தப்பட்டது. வானொலி, தொலைக்காட்சி ஏற்பாடுகளால் காகரின் உற்றுநோக்கப் பட்டார். எடையின்மை முதலிய வான் வெளி நிலைமைகளை அவர் தாக்குப்பிடிக்க முடிந்தது. 108-நிமி நேரம் அவர் வான் வெளியில் தங்கினர். 89·1-நிமி நேரம் எடையின்மையை நுகர்ந்தார்.

4. காகரினின் உடல் எடையில் மாற்றமில்லை. நிலவுலகை அடைந்தபின் அவர் எடை 69·5-கி. கி. பசி, நீர் வேட்கை முதலியன வழக்கம்போல் ஏற்பட்டன. சுவைமிக்க உணவு பசை நிலையில் இருந்தது. காகரினின் வான் வெளி உடையில் பொருத்தப்பட்டிருந்த செலுத்திகள், உடலியல் நிலைமைகளை அறியத் துணை செய்தன. ஏவிய பொழுதும், திரும்பிய பொழுதும் காகரினின் நாடித் துடிப்பு அளவு, மூச்சுவிடுதல் முதலியன நிலவுலகில் ஆய்வு நிலைமையில் உற்றுநோக்கியது போலவே இருந்தன.

5. காகரினும், அறிவியலாரும் அளவுகள் எடுத்துள்ளனர். இவ்விரு அளவுகளும் ஒப்பு நோக்கப்பட்டு, சரியாக உள்ளனவா என்று உறுதி செய்யப்படும்.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

பல அடுக்கு இராக்கெட்டு உரிய நேரத்தில் கிளம்பி, முதல் விண் வெளி விரைவைப் பெற்றது; கப்பலைச் சுற்றுவழியில் விட்டது. சுற்றுகாலம் 89·1-நிமி. அண்மைத் தொலைவு 175-கி. மீ; சேய்மைத் தொலைவு 302-கி. மீ. சாய்வுக் கோணம் 65·04°.

செலவு

எடை மிகுநிலைமையிலிருந்து எடையின்மை நிலைமைக்குக் கப்பல் சென்றது. எடையின்மை நிலைமையில் காகரின் எழுதவும், உண்ணவும், வேலை செய்யவும் முடிந்தது. கை கால்கள் எடையிழந்தன. கப்பலிலுள்ள பொருள்கள் மிதந்தன. காகரின் நாற்காலியில் உட்கார முடியவில்லை; தொங்கிய நிலையில் இருக்க நேர்ந்தது; தனிமையை உணரவில்லை. நிலவுலகில் இருப்பது போன்றே எல்லாம் வான் வெளியில் இருந்தன. கையெழுத்து மாறவில்லை. எடையின்மை நிலைமையிலிருந்து எடை நிலைமைக்கு வந்தது மெதுவாக நடைபெற்றது. கைகால்கள் திரும்ப எடையைப் பெற்றன; மிதப்பு நிலை நீங்கிற்று. காகரின் நாற்காலியில் உட்கார முடிந்தது. மற்றும் உற்றுநோக்கல், செய்தி தெரிவித்தல், குறிப்புக்கள் எடுத்தல் முதலிய தொழில்கள் இயல்பாக நடைபெற்றன. இறங்குவதற்குரிய கட்டளை நிலவுலகிலிருந்து வந்ததும் கப்பலின் திசை மாற்றப்பட்டு, விரைவு குறைக்கப்பட்டது. விண் குடையின் துணையினால் கப்பல் சீராக இறங்கியது. கப்பலை விட்டு வெளி வந்ததும் காகரினை ஹெலிகாப்டர் ஏற்றிச் சென்றது.

படம் 8. வான் வெளி உடையுடன் காகரின் —USSR

வான் வெளிக் காட்சி

வானில் இருள் படர்ந்திருந்தது. நிலவுலகு நீல நிறத்தோடு காட்சியளித்தது. அதன் உருண்டை வடிவத்தையும், வளைவையும் பார்க்க முடிந்தது. தொடுவானத்தின் தோற்றம் தனிப்பட்ட அழகுடன் காணப்பட்டது. அதன் எல்லையின் ஒளிர்வான கிச்சிலி நிறம் நீல நிறத்தோடு இரண்டறக் கலந்தது. நிலவுலகின் இருளையும், ஒளியையும் பார்க்க முடிந்தது. கண்டங்கள்,

தீவுகள், ஆறுகள், வயல்கள் முதலியவை காட்சியை விட்டு அகலவில்லை. விண் மீன்களும், கதிரவனும் மிக்க ஒளிர்வோடு தென்பட்டன. திங்கள் தெரியவில்லை (பா. இயல் 15).

சிறப்பு

1. மனித வரலாற்றில் முதல் தடவையாகக் காகரின் வான் வெளிக்குச் சென்று திரும்பியது செயற்கரிய ஓர் அருஞ்செயலாகும். இவ்வருஞ் செயலைச் செய்ததற்காக, "உலக மறவன், வான் வெளி மறவன், சோவியத் மறவன்" என்னும் சிறப்புப் பட்டங்கள் காகரினுக்கு அளிக்கப்பட்டன.

2. இச்செலவு உண்மை வான் வெளிச் செலவிற்கு முதற்படி.

3. இச்செலவு உணவு, உடை, எடையின்மை, விரைவாக்கம், வடிவ அமைப்பு, மீட்டல் முதலிய வான் வெளிச் சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு கண்டது.

4. கடுமையான உடற் பயிற்சியையும் உளப் பயிற்சியையும் பெற்றபின், காகரின் வான் வெளிச் செலவை மேற்கொண்டது குறிப்பிடத்தக்கது. மேலும், காகரினின் தனித் தகுதிகளும் கருத்தில் கொள்ளத்தக்கன: நல்ல உடல் நலம், உடல் வலு, எல்லா வகை இடர்களையும் தாக்குப்பிடிக்கும் எதிர்ப்பாற்றல், நிலைத்த நரம்பு மண்டலம், துணிபாற்றல், அமைதி, விழிப்புடன் வினையாற்றுதல், விரைவாக்கம், எடையின்மை ஆகியவற்றில் பயிற்சி முதலியனவாகும் (ஒ. பா. ஆலன் ஷெப்பர்டு).

5. காகரினின் செலவு பற்றிய விளக்கமான செய்திகள் பாரிசிலுள்ள அனைத்துலக வான் நாவாய் இயல் கூட்டமைப்பிற்குப் (International Aeronautics federation) பதிவு செய்ய அனுப்பப்பட்டன. இப்பதிவுக் குறிப்பு சிறப்பு மிக்க உலகக் குறிப்பாக விளங்கும்.

6. ஆய்வகத்தில் செயற்கையாக உருவாக்கப்பட்ட வான் வெளி நிலைமைகளில், கப்பல் திரும்பத் திரும்ப நன்கு ஆராயப்பட்ட பின்பே வான் வெளிக்கு ஏவப் பட்டது.

7. தனது மறச் செயலுக்காக யாரும் எளிதில் பெற முடியாத சிறப்புக்களைக் காகரின் பெறமுடிந்தது. "முயற்சி திருவினையாக்கும்" என்பதற்குக் காகரின் செயல் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு.

விளைவு

1. காகரின் சென்ற கப்பல் திங்கள் செலவுக்கு ஏற்றதன்று.

2. திங்களுக்கு மனிதன் செல்லுவதற்கு முன், இது போன்ற பல செலவுகள் நடைபெறும். திங்களுக்கு முதலில் நாய் முதலிய விலங்குகள் செல்லும். பின், மனிதன் செல்வான்.

3. செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களுக்குச் செல்லப் பல திங்கள்களாகும். ஆகவே உணவு, கருவித் தொகுதி முதலியவை மிகுதியாக வேண்டும். இதற்குக் கப்பலின் எடையைக் கூட்ட வேண்டி வரும்.

4. மனித வான் வெளிச் செலவினல் மிகத் திருத்தமாகக் கருவி உற்றுநோக்கலை (Instrumental observation) மேற்கொண்டு, செய்திகளை நிறையத் திரட்ட முடியும். இச் செய்திகளைக் கொண்டு வானியல், நில இயல்பியல் முதலிய அறிவியல்களிலுள்ள சிக்கல்களைத் தீர்க்கலாம். இச்சிக்கல்களை நிலவுலகில் தீர்க்க இயலாது.

5. தான் சென்ற கப்பலில் சிறு பழுதுகள் ஏற்பட்டாலும், அவற்றை அதிலுள்ள கருவித் தொகுதியைக் கொண்டே சீர்ப்படுத்த காகரினுக்கு வல்லமை இருந்தது. இதனல், எதிர்காலத்தில் கப்பல்கள் வான் வெளியில்

சென்று கொண்டிருக்கும்பொழுது, பழுதுகள் ஏற்பட்டால் அவற்றைப் பார்க்க இயலும் என்பது தெளிவு.

6. எடையின்மை, வயதாவதைத் தடுக்கும் என்று உருசிய அறிவியலார் போரிஸ் கிளாசோவிசுகி கூறுகிருர். “இதயத் தளர்ச்சிக்குக் காரணமான உயிரணுக்களுக்கு எடையின்மை புத்துயிர் அளிப்பதால், வயதாவது குறைய வழியுள்ளது. வான் வெளிக்குச் செல்லும் நோயாளிகள், நோய்கள் நீங்கி இளமை உடையவர்களாத் திரும்புவார்கள்” என்றும் அவர் தெரிவிக்கின்ருர்.

7. விண் கல், கதிர் வீச்சு, நீண்ட எடையின்மை முதலிய சிக்கல்களுக்குக் கப்பல் தீர்வு கண்டதாகக் கருதுவதற்கில்லை. குறைந்த உயரத்தில் நிலவுலகை அது வலம் வந்ததே இதற்குக் காரணமாகும், அன்றியும், நீண்டகால எடையின்மைக்கும் எதிர்காலத்தில்தான் தீர்வுகாண வேண்டும் (பா. இயல் 22).

7. உருசிய கோள் நிலாக்கள்*

உலூனிக்கு என்னும் பெயரில் மூன்று கோள் நிலாக்களை உருசியா விட்டுள்ளது. அவை பற்றிய செய்திகளை இவ்வியலில் விரிவாகக் காண்போம்.

உலூனிக்கு–1

பெயர் : உலூனிக்கு-1.
விட்ட நாள் : ஜன. 2, 1959.
நோக்கம் : வான் வெளியை ஆராய விடப்பட்டது.

அமைப்பு

நிலா இராக்கெட்டாலானது. எடை 1833-கிலோ கிராமுக்கு மேலிருந்தது. கருவிகளின் மொத்த எடை 361·3-கி. கி. கொள்கலத்தில் கருவிகளிருந்தன.

திங்களின் காந்தக் களத்தை அறியவும்; நிலவுலகின் புறத்தேயுள்ள விண் கதிர் வீச்சை அறியவும்; விண் கதிர் வீச்சிலுள்ள ஒளி அணுக்களை அறியவும்; விண் கதிர் வீச்சில் பரவியிருக்கும் பளுவான உட்கருக்களை (Heavy nuclei) அறியவும்; கோள் இடைப் பொருளின் (Interplanetary matter) வாயுப் பகுதிகளை அறியவும்; கதிரவன் வீச்சை அறியவும் நிலாவில் கருவிகளிருந்தன.

செய்திகள்

சிறப்பான செய்திகளை நிலா தந்தது. அவற்றில் ஒன்று: நிலாவின் மேற் பரப்பிலுள்ள வெப்பநிலை 15-20°c.

---

*பா. 10. உருசிய கோள் நிலாக்கள், அகரவரிசை.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

நிலவுலகிலிருந்து நிலா செங்குத்தாக ஏவப்பட்டது. செங்குத்து வழியிலிருந்து கொஞ்சங் கொஞ்சமாக நிலா வளைவு வழிக்குச் சென்றது. இதற்குத் தனிப் பொறி நுட்பத்தினால் இயங்கிய தானியங்கு வழிப்படுத்து ஏற்பாடு பயன்பட்டது. நிலா திங்களைச் சுற்றிப் பின் கதிரவனை வலம்வரச் சென்றுவிட்டது. நிலா கதிரவனைச் சுற்றிவர 447—450-நாட்கள் பிடிக்கும். சுற்றுவழியின் உயர்வரைக் குறுக்களவு(Max. diameter) 343,600,000-கி.மீ. கதிரவன் சுற்றுவழி (Solar orbit) செவ்வாயிலிருந்து 15,000,000-கி. மீ. தொலைவிலிருந்தது. கோள் இடைச் செலவுக்கு வேண்டிய இரண்டாம் விண் வெளி விரைவையும் நிலா விஞ்சியது. விரைவு 1-வினாடிக்கு 11·2-கி. மீ.

நிலாவின் சுற்றுவழி நிலவுலகிற்கும், செவ்வாய்க்கும் இடையில் அமைந்தது. நிலவுலகின் திசை நோக்கி ஏவப்பட்டதால், நிலா நிலவுலகின் சுழற்சியிலிருந்து கூடுதலான விரைவைப் பெற்றது. கதிரவனிடமிருந்து உயர்வரைத் தொலைவு (Max. distance) 197-மில்லியன் கி. மீ. தாழ் வரைத் தொலைவு (Min. distance) 146-மில்லியன் கி. மீ. திங்களின் சுற்றுப்புறத்தை அடையும் வரை, நிலாவின் சுற்றுவழி வளைவாக இருந்தது, திங்களைக் கடந்து கதிரவனைச் சுற்றத் தொடங்கியதும், நிலா நீள்வட்டச் சுற்று வழியைப் பெற்றது.

ஏவிய சூழ்நிலை

மிகக் கடினமான சூழ்நிலையில் நிலா ஏவப்பட்டது. திங்களின் கடைசிக் கால் பருவத்தில் (Moon's last quarter), விண் நடுக்கோட்டிற்கு (Sky's equator) அருகில் திங்களிருந்த பொழுது நிலா ஏவப்பட்டது. அமாவாசை அன்று நிலா ஏவப்பட்டிருந்தால், நலமாக

இருந்திருக்கும். அப்பொழுதும் இருட்டினுல் திங்களின் சுற்றுப்புறத்தில் நிலாவை ஒளிப்பட, உற்றுநோக்க முடியாது. இதை ஓரளவுக்கு ஈடுசெய்யச் சோடிய முகில் உருவாக்கப்பட்டது.

ஜனவரி முதல் நாட்களில், திங்கள் நிலவுலகிற்கு அருகில் இருந்த நிலையில் நிலா ஏவப்பட்டது. திங்கள் திசையில் நிலா செல்லுமாறு ஏவப்பட்டது. நிலச் சுற்று வழியை 1-விநாடிக்கு 30-கி. மீ. விரைவில் திங்கள் கடந்து சென்றபொழுது நிலா விடப்பட்டது. அதன் சுற்றுவழித் தொலைவு 3,68,000-கி. மீ.

செலவு

நிலா நிலவுலகின் மேற்பரப்பிலிருந்து கிளம்பித் திங்களைக் கடந்து, கடைசியாகக் கதிரவனை வலம்வரத் தொடங்கியது. திங்களின் சுற்றுப்புறத்தில், திங்களைக் காட்டிலும் ஐந்து தடவைகள் குறைவாக நிலா நகர்ந்து சென்றது. நிலா நெருங்குமிடத்தை (Point of contact) அடைந்ததும், திங்களுக்கு உயரமாகவும் திங்களுக்குச் சிறிது வலப்புறமாகவும் நிலா இருந்தது. கிட்டத்தட்ட 34–36-மணி நேரத்தில் நிலா திங்களின் சுற்றுப்புறத்தை அடைந்தது. திருத்தமான செய்திகளிலிருந்து நிலாவிற்கும் திங்களுக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவு 5000–6000-கி. மீ. எனத் தெரிய வந்தது. இத்தொலைவு திங்களின் குறுக்களவைவிட 1½-மடங்கு மிகுதி. நிலா கடந்த தொலைவு 2,30,000-கி. மீ.

நிலா திங்களுக்கு அருகில் சென்றபொழுது விரைவு 1-விநாடிக்கு 2·45-கி. மீ. நிலா திங்களைக் கடந்து கதிரவனை நோக்கிச் செல்லத் தொடங்கியதும், செலுத்திகள் இயங்கவில்லை. இந்நிலையில், நிலா நிலவுலகிலிருந்து 5,97,000-கி. மீ. தொலைவிலிருந்தது. கதிரவனுக்கு அண்மையில் இருந்தபொழுது (ஜனவரி. 14), நிலாவிற்கும், கதிரவனுக்

கும் இடையிலுள்ள தொலைவு 14,64,00,000-கி. மீ. அப்பொழுது உயர்வரை விரைவு 1-விநடிக்கு 32-கி. மீ. சேய்மையிலிருந்த பொழுது விரைவு 1-விநடிக்கு 27·750-கி. மீ. கதிரவனைச் சுற்ற, நிலாவின் செலவுவழி நிலவுலக இயக்கத்தின் திசையோடு முழுதும் ஒத்து அமைந்தது. நிலா 1-விநடிக்கு 30-கி. மீ. விரைவில் சென்றது. இவ் விரைவு விண் வெளி விரைவைவிட மிகுதி. கொள்கை அளவில், நிலா ஏவப்பட்ட இடத்திற்கே திரும்பலாம். கதிரவனை 125-சுற்றுக்கள் சுற்றியபின், 2113-ஆம் ஆண்டில் நிலா நிலவுலகைக் 'காண' வரும். ஜனவரி 5-இல் கதிரவனை நோக்கி நிலா செல்லத் தொடங்கியதும், வானொலித் தொடர்பு அறுபட்டது. ஜன. 7, 8-இல் கதிரவனைச் சுற்றித் தன்னுடைய வழியில் நிலா சென்றது.

சிறப்பு

1. ஜன. 27-இல் கூடிய சோவியத் (212-ஆவது) பேரவைக் கூட்டத்தைக் குறிக்கவும், உருசியத் துணை முதலமைச்சர் மிக்கோயன் அமெரிக்கா செல்லும் தருவாயிலும் நிலா விடப்பட்டது.

2. வான் வெளியில் செயற்கை வால்மீனை நிலா உண்டாக்கியது. இம்மீன் சோடிய ஒளிர்வுகளாலானது; படம் பிடிக்கப்பட்டது. ஒளி இயல் உற்று நோக்கல்கள் நிறைவுபெற இம்மீன் பயன்பட்டது. நிலாவைப் பார்க்க முடிந்தது.

3. நிலா பக்க வட்ட விரைவை (Parabolic speed) அடைந்தது.

4. கதிரவனின் 10-ஆவது நிலா; முதல் செயற்கை நிலா.

5. 4,660-மைல் தொலைவில் திங்களைக் கடந்து சென்றது.

6. நிலா வழிப்படுத்தப்பட்டது; வழிப்படுத்துசிக்கல் தீர்ந்தது.

7. உருசிய நாட்டுக் கொடியை நிலா தாங்கிச் சென்றது. கொடியில் உருசிய நாட்டு இலச்சினை பொறிக்கப்பட்டிருந்தது.

8. முதல் தடவையாக நிலவுலகிலிருந்து எல்லையிலாப் புற வான் வெளிக்குச் சென்ற விண் வெளி நிலா. இந்நிலா கோள் நிலாக்களுக்கு முன்னோடி; வழிகாட்டி.

9. நிலாவின் நினைவாகச் சோவியத் அஞ்சல்துறை அஞ்சல்தலை ஒன்றை வெளியிட்டது.

வினைவு

1. திட்டமிட்டபடிச் சோடிய முகிலை நிலா வெளித் தள்ளியதால், எதிர்காலத்தில் தொலைக்காட்சிச் செலுத்துகை (Television transmission) உலக அளவில் நடைபெற வழியுண்டு. எதிர்காலத்தில் நிலாக்களை இருட்டிலும் பார்க்க இயலும்.

2. "விண் பொருள்களின் காந்தக்களம் அவைகளின் சுழற்சியைப் பொறுத்தது" என்னும் தற்காலத் தற்கோளைத் திங்களுடன் தொடர்புபடுத்தித் திங்களுக்குக் காந்தக்களம் உண்டா அல்லது இல்லையா என்பதை உறுதிசெய்யலாம். திங்களுக்கு அருகிலுள்ள விண் கதிர்களின் திண்மையை அறிவதன் வாயிலாகத் திங்களின் காந்தக்களத்தை அறிய இயலும்.

3. கோள் இடை வாயு (Inter-planetary gas) உள்ளதா என்பதை அறிவதின் வாயிலாக விண்ணகத் தோற்றம்பற்றி (விண் மீன்கள், கதிரவன் முதலிய விண் பொருள்களின் பிறப்புப்பற்றி) அறிய வழிபிறக்கும்.

4. திங்களில் காந்தக்களம் உண்டா; கதிர் வீச்சு உண்டா என்னும் இவை இரண்டும் திங்களில் வான் வெளி நிலையத்தை அமைக்கப் பயன்படும்.

5. விண் கதிர்கள், (நுண்) விண் கற்கள், கதிரவன் முதலியவைபற்றி ஆராயலாம்.

உலூனிக்கு–2

பெயர் : உலூனிக்கு-2.
விட்ட நாள் : செப். 12, 1959.
நோக்கம் : திங்களுக்கு நிலா செல்வதன் வாயிலாக வான் வெளியை ஆராய, வான் வெளி ஆராய்ச்சித் திட்டத்தில் விடப்பட்டது.

அமைப்பு

நிலா பல அடுக்கு இராக்கெட்டாலானது ; பெரியது. இறுதி அடுக்கின் எடை 1,511-கி. கி.; 390·2-கி. கி. எடையுள்ள கொள்கலத்தைச் சுமந்து சென்றது. கலம் காற்று இறுக்கமுடையது. வெப்ப நிலை ஏற்றத்தாழ்வை மட்டுப் படுத்த, கலத்தில் வாயு நிரப்பப்பட்டிருந்தது. கொள் கலம், இறுதி அடுக்கு ஆகிய இரண்டு மட்டுமே நிலாவின் கடைசிப் பகுதிகள்.

நிலவுலகு, திங்கள் ஆகியவற்றின் காந்தக் களங்களை ஆராயவும்; நிலவுலகைச் சூழ்ந்துள்ள கதிர்வீச்சு வளையங் களை ஆராயவும் ; விண் கதிர் வீச்சின் செறிவையும், செறி வின் மாற்றங்களையும் ஆராயவும் ; விண் கதிர் வீச்சி லுள்ள பளுவான அணுக்கருக்களை ஆராயவும் ; வான் வெளிப் பொருளின் வாயுப்பகுதியை ஆராயவும் ; விண் கொள்ளித் துகள்களை ((Metearic particles) ஆராயவும் நிலாவில் கருவிகளிருந்தன. மற்றும் அறிவியல் கருவி களும், அளவு கருவிகளும் இருந்தன.

எல்லா அறிவியல் செய்திகளையும் நிலவுலகிற்குத் திரும்ப அஞ்சல்செய்யவும் ; நிலாவினுடைய வழியின் அடிப்படைக் கூறுகளை அளக்கவும் (Orbital elements);

நிலாவின் வழியைப் பின் தொடரவும் நிலாவில் 3-வானொலிச் செலுத்திகள் இருந்தன. ஒரு வானொலிச் செலுத்தி இரு அதிர் வெண்களில் இயங்கியது: 20·003, 19·997-மெகாசைக்கிள். ஒரு வானொலிச் செலுத்தி 19·993, 39·986-மெகா சைக்கிள் அதிர்வெண்ணில் இயங்கியது. மற்றொன்று 183·6-மெகாசைக்கிள் அதிர்வெண்ணில் இயங்கியது. கண் உற்றுநோக்கலை எளிதாக்க, நிலாவில் செயற்கை வால்மீனை உருவாக்கத் தனிக்கருவி ஒன்று இருந்தது.

செய்திகள்

1. நிலா திங்களின் மேற்பரப்பை, மாஸ்கோ நேரப்படி 00: 02: 24-மணிக்குச் செப். 14-இல் அடைந்தது.

2. பல அடுக்கு இராக்கெட்டு கணக்கிடப்பட்ட வழியில் திங்களை அடைந்தது.

3. நிலாவிலுள்ள எல்லா ஏற்பாடுகளும் இயல்பாக இயங்கின.

4. நிலா திங்களை அடையும்வரை வழியறிய, அதனுள் வானொலி வாய்ப்புக்களிருந்தன (Radio facilities).

5. கொள்கலமும், இராக்கெட்டின் இறுதியடுக்கும் திங்களை அடைந்தன.

6. காந்தமானியின் பதிவுக் குறிப்புக்கள் தெரிவிப்பன: திங்களுக்கு அருகில் காந்தக்களம் இல்லை.

7. கதிர் வீச்சுச் செறிவு அளவுகள் காட்டுவன: திங்களின் சுற்றுப்புறத்தில் மின்னேற்றத் துகள்களுடைய கதிர்வீச்சு வளையம் இல்லை.

8. புற வான் வெளியில், இராக்கெட்டின் வழி நெடுக விண் கதிர் வீச்சின் பொது ஓட்டமும், ஈலிய அணுக்களின் (அணுக் கருக்களின்) ஓட்டங்களும்; விண் கதிர்களிலுள்ள கரி, நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் முதலிய

வற்றின் அணுக்கருக்களும் ; பளுவான அணுக்கருக்களும் அளக்கப்பட்டன.

9 X-கதிர்கள், காமாக் கதிர்கள், உயர்-தாழ் ஆற்றலுடைய மின்னணுக்கள், உயர் ஆற்றல் துகள்கள் முதலியவை பற்றிக் கூடுதலான செய்திகள் பெறப்பட்டன.

10. நிலவுலகின் கதிர் வீச்சு வளையத்திற்குள் அளவுகள் எடுக்கப்பட்டன.

11. திங்களைச் சுற்றிலும் 'அயனவெளி' உள்ளது.

12. நுண் விண் கொள்ளிகள் பற்றிப் புதுச்செய்திகள் கிடைத்துள்ளன.

13. கொள்கலம் திங்களைத் தாக்கிய நிலையில் அதன் செலவு வழி (Trajectory) திங்களின் மேற்பரப்புக்கு 60^{0} அளவில் சாய்ந்திருந்தது. திங்களுக்குச் சார்பான நிலையில், அதன் விரைவு 1-வினடிக்கு 3·3-கி. மீ.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

திங்களை நோக்கி நிலா குறிப்பிட்ட செலவு வழியில் சென்றது ; விரைவு 1-மணிக்கு 25,000-மைல். நிலாவின் வழியை இரு நிலைகளாகப் பிரிக்கலாம் :

1. வீறுள்ள நிலை (Active phase)

இந்நிலையில், இராக்கெட்டு விரைவைப்பெற அதன் எந்திரங்களால் உந்தப்பட்டது. செங்குத்தாகப் புறப்பட்டபின், வழிப்படுத்து ஏற்பாடு (Guidance system) இராக்கெட்டின் அச்சைச் செங்குத்து நிலையிலிருந்து சாய்த்தது. இதனல், உந்துநிலை முடிவில், இராக்கெட்டின் விரைவு முக்கோடு (Speed vector) உள்ளிடத்

தொடுவானத்துடன் (Local horizon) முன்னுறுதி செய்யப்பட்ட கோணத்தை உண்டாக்கியது. இந்நிலை முதல் நிலையாகும். இதில் இராக்கெட்டின் பறத்தல் தானியங்கு வழிப்படுத்து ஏற்பாட்டினுல் கட்டுப்படுத்தப்பட்டது.

2. வீறற்ற நிலை (Passive phase)

இந்நிலையில், இறுதியடுக்கு முன்னுறுதி செய்யப்பட்ட விரைவை அடைந்தது. அப்பொழுது, வழிப்படுத்து ஏற்பாடு தானகவே எந்திரத்தை நிறுத்திக் கொள் கலத்தை அளவு கருவிகளுடன் பிரித்தது. பின், குறிப்பிட்ட விரைவில் இராக்கெட்டிலிருந்து கொள்கலம் வெளித்தள்ளப்பட்டது. அதற்குமேல், கொள்கலத்தின் பறத்தல், திங்களைத் தாக்கியவரையில் வழிப்படுத்தப்படவில்லை ; விண் பொறி நுட்ப இயலின் விதிகளுக்கு உட்பட்டுச் சென்றது. இந்நிலை இரண்டாம் நிலையாகும். தொடக்க விரைவில் (விடுபடு விரைவில்) இராக்கெட்டின் வழி பக்கவட்டமாகவும் (Parabola), உயர்ந்த விரைவில் மேல் வட்டமாகவும் (Hyperbola), குறைந்த விரைவில் நீள் வட்டமாகவும் (Ellipse) இருந்தது.

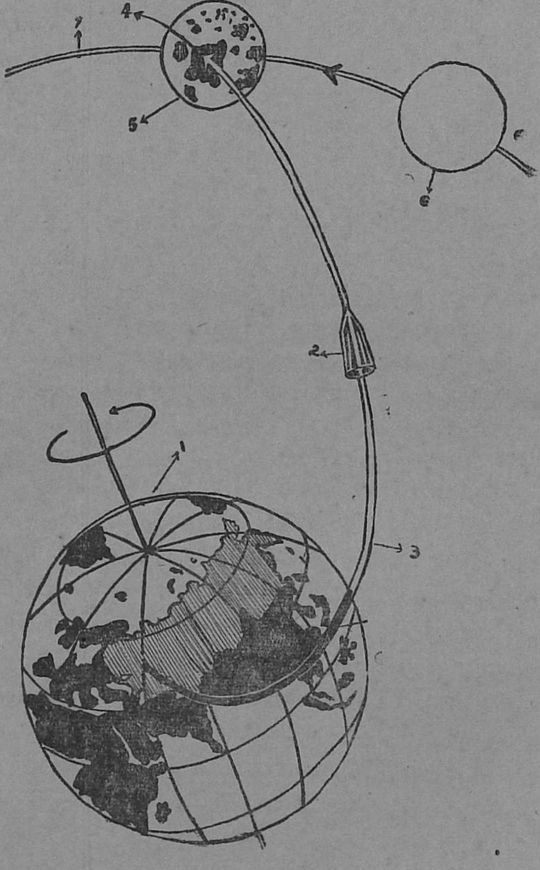
செலவு

இராக்கெட்டின் இறுதியடுக்கு வழிப்படுத்தப்பட்ட எறிபடை (Guided missile) ஆகும். இறுதியடுக்கும், கொள்கலமும் ஒரு சேரச் செல்லவில்லை. கடைசியாகக் கொளகலம் வெளித் தள்ளப்பட்டு, இராக்கெட்டுக்கு முன் சென்றுகொண்டிருந்தது. திங்கள் நோக்கி இரண்டும் சென்றுகொண்டிருந்தபொழுது. இரண்டிற்கு மிடையே

உள்ள தொலைவு மிகுந்திருந்தது. ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பில்லாத இரு தொடர்வண்டிகள் (Trains) ஒன்றன்பின் ஒன்ருகச் சென்றதுபோல் இரண்டும் சென்றன. கணக்கிடப்பட்ட வழியிலிருந்து இராக்கெட்டின் திசை மாற்றம் மிக மிகக் குறைவு. ஒரு தனிக் கட்டுப்பாட்டு ஏற்பாட்டினுல் (Control system) இராக்கெட்டின் கடைசி அடுக்கின் திசைத் திரிபு திருத்தப்பட்டது.

கொள்கலத்தின் செலவு வழி, சுமப்பு இராக்கெட்டின் செலவு வழி போன்றே இருந்தது. முதலில் கலத்தின் விரைவு 1-விநுடிக்கு 10-கி. மீட்டருக்கு மேலிருந்தது. நிலவுலகின் பின் இழுப்பினுல் (Pullback) அதன் விரைவு சீராகக் குறைந்தது. அதனுடைய வழி அதற்கும், நிலவுலகின் மையத்திற்குமிடையே ஒரு நேர்க்கோடாக இருந்தது. திங்களை நெருங்க நெருங்கத் திங்களின் ஈர்ப்பிலுல், அதன் விரைவு 1-விநுடிக்கு 2-கி. மீட்டராக இருந்தது 3·3-கி. மீ. விரைவாயிற்று. பின், இவ்விரைவுடன் அது திங்களைத் தாக்கக் கிளம்பிற்று. மோதலின் பொழுது, அதிலுள்ள வானெலிச் செலுத்திகளும் மற்றக் கருவிகளும் வேலை செய்யவில்லை. அதோடு அறிவியல் உற்றுநோக்குத் திட்டமும் (Scientific observation programme) முடிவடைந்தது. மோதியபின், விரைவுத் தொடர்வண்டி (Express train) செல்லும் இரைச்சலே கேட்டது.

செப். 12-சனிக்கிழமை ஏவப்பட்ட (பிற்பகல்) இராக்கெட்டு, செப். 14-திங்கட்கிழமை காலை, திங்களை 36-மணி நேரத்தில் அடைந்தது. கொள்கலம், இறுதியடுக்கு ஆகிய இரண்டும் திங்களில் அமைதிக் கடலில் (Sea of serenity) இறங்கின.



படம் 9. உலூனிக்கு 2-இன் செலவு

1. நிலவுலகு.
2. இராக்கெட்டு.
3. இராக்கெட்டின் வழி.
4. திங்களில் இராக்கெட்டு இறங்கிய இடம்.
5. இராக்கெட்டு இறங்கியபொழுது திங்கள் இருந்த நிலை.
6. சுழிமணி (Zero-hour) நேரத்தில் திங்கள் இருந்த நிலை.
7. திங்களின் சுற்றுவழி.

ஏவிய சூழ்நிலை

மிகச் சிறந்த நிலைமைகளில் இராக்கெட்டு திங்களை அடைய ஏற்பாடுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. திங்கள் குறைந்த சாய்வு நிலையில் இருந்தபொழுது (—18^{0}) இராக்கெட்டு ஏவப்பட்டது இராக்கெட்டினுடைய செலவின் உந்துநிலை நிலவுலகின் மேற்பரப்பிற்கு மிகக் குறைந்த கோணத்தில் இருந்தது. நில ஈர்ப்பினால் (Terrestial gravitation) விரைவு இழப்பு கீழ்வரைக்குக் குறைக்கப்பட்டது. இதனால், முகப்பு எடை (payload) மிகுதியாகத் திங்களை அடைய முடிந்தது. இதற்கு முன்போ பின்போ (மேற்கூறிய நிலையிலிருப்பதற்கு) இராக்கெட்டு ஏவப்பட்டிருந்தால், முகப்பு எடை குறையும்.

ஏவு நேரத்திற்கும், திங்கள் தன்னுடைய உயர்ந்த நிலையில் இருக்கும் நேரத்திற்கும் (Moment) இடையே உள்ள வேறுபாடு 36-மணி நேரம் இருக்குமாறு நிலா ஏவப்பட்டது. 12-மணி நேரச்செலவிற்கு மிகுந்த அளவு தொடக்க விரைவும், 60-மணி நேரச் செலவிற்கு உந்துநிலை முடிவில் மிகத் திருத்தமான கட்டுப்பாடும் தேவைப்பட்டதால் 36-மணி நேரச் செலவே மேற்கொள்ளப்பட்டது.

கணக்கிடப்பட்ட தாக்குமிடத்தில் (Point of contact) திங்கள் வந்தபொழுது, திங்களைத் தாக்குமாறு நிலா ஏவப்பட்டது. சாய்வுக் கோணங்களில் 1-டிகிரிக்குமேல் பிழை இல்லாமலும், ஏவு நேரம் குறிப்பிட்ட சில விநாடிகள் இருக்குமாறும் நிலா விடப்பட்டது. 36-மணி நேரம் நிலா செலவை மேற்கொண்டு இலக்கை அடைவதற்கும், அவ்விலக்கிற்குத் திங்கள் வருவதற்கும் பொருத்தமாக இருந்தது.

சிறப்பு

1. குருஷேவ் தமது அமெரிக்கச் செலவைத் தொடங்குவதற்கு முதல் நாள் நிலா விடப்பட்டது.

2. வான் வெளி ஆராய்ச்சியில் மனிதன் சிறந்த நிலையை அடைந்ததை நிலா குறித்தது.

3. இராக்கெட்டின் கடைசி அடுக்கு வானொலிக் குறிபாடுகள் வாயிலாக வழிப்படுத்தப்பட்டது. அவ்வாறு வழிப்படுத்தியது, வான் வெளி இராக்கெட்டு நுணுக்க இயலில் குறிப்பிடத்தக்க ஒரு செயல்.

4. இம்மியும் தவறுமல், குறிப்பிட்டவழியில் சென்று, குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நிலா இலக்கை அடைந்தது.

5. இது, உண்மையில் ஓர் அறிவியல் ஆய்வகம் (Scientific lab).

6. வரலாற்றில், முதன் முதலாகத் திங்களுக்குச் சென்ற நிலா இதுவே. இவ்வரலாற்று நிகழ்ச்சியைக் குறிக்க, சோவியத்து நாட்டின் இலச்சினைப் பொறிக்கப்பட்ட கொடி திங்களின் மேற்பரப்பை அடைந்தது.

7. கொள்கலத்தில் நுண்மங்கள் (Bacteria) முதலிய கீழின உயிர்கள் ஒட்டிச் செல்லாமலிருக்கத் தகுந்த ஏற்பாடு செய்யப்பட்டிருந்தது.

விளைவு

1. காற்று, நீர் முதலிய வாழ்க்கைத் தேவைகளில்லாத திங்களுக்கு மாந்தன் செல்வது ஓர் அருஞ்செயலே. அச்செயலை மாந்தன் மிகக் குறுகிய காலத்தில் செய்வான்.

2. வான் வெளி நிலையத்தைத் திங்களுக்கு அனுப்ப இயலும்.

3. வழிப்படுத்துதல் சிறந்த முறையில் அமைந்ததால், மற்றக் கோள்களுக்கும் செல்ல இந்த ஏற்பாடு பயன்படும்.

4. திங்களை ஆராய முழு வாய்ப்புக்கள் உண்டு. குறிப்பாகத் திங்களில் உயிருள்ளதா என்பதை அறியலாம்.

5. விரைவு, எடை, ஆற்றல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவரையில் ; செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களுக்குச் செயற்கை நிலாக்களை ஏவும் வல்லமை உருசியர்களுக்கு உண்டு.

6. வான் வெளி ஆராய்ச்சியில் கூட்டுறவு தேவை என்னும் நிலை உருவாகியது.

7. இராக்கெட்டு விண் கொள்ளிகளுடன் மோதும் என்று கருதுவதற்கில்லை(?).

8. நிலவுலகைச் சுற்றி அமைந்துள்ள கதிர்வீச்சு வளையங்கள் இரண்டின் தீங்கிலிருந்தும் காப்பாற்றிக் கொள்ளத் தனி ஏற்பாடு ஒன்று தேவை.

9. நிலா திங்களை மோதுமாறு இறக்காமல், சீராக இறக்கி மீண்டும் எவ்வாறு நிலவுலகிற்குக் கொண்டு வருவது என்பது ஒரு பெருஞ் சிக்கலாகும். இதற்குத் தீர்வுகாண இரு வழிச் செலவிற்கு வழிவகை செய்தல் வேண்டும்.

உலூனிக்கு-3

பெயர் : உலூனிக்கு-3.

விட்ட நாள் : அக். 4, 1959.

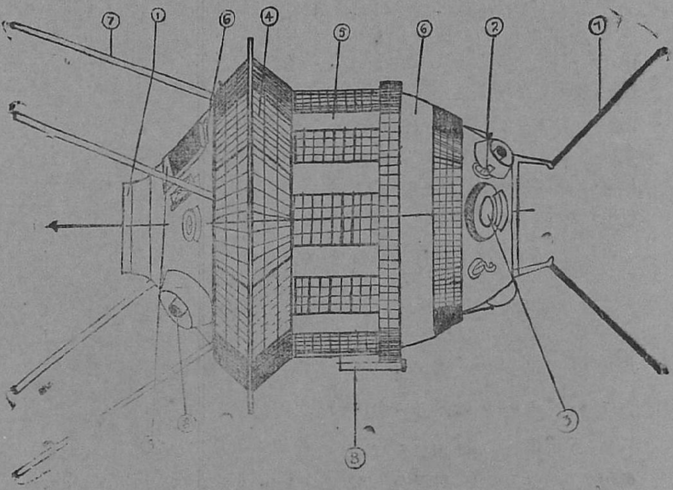
நோக்கம் : புற வான் வெளி ஆராய்ச்சியோடு (Outer space research) தொடர்புடைய பல சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு காணுவது. அச்சிக்கல்களில் சிறப்பானது : நிலாவைத் திங்களைச் சுற்றி வரச்செய்து, திங்களின் மறைந்த பகுதியைப் படம் பிடிப்பது ; புற வான் வெளியை ஆராய்வது. கோள் இடைச் செலவு முன்னேற்பாட்டுத் திட்டத்திற்கிணங்க நிலா விடப்பட்டது.

அமைப்பு

நிலா பல அடுக்காலான இராக்கெட்டு ; பெரியது. இறுதியடுக்கு, இறுதியடுக்கு சுமந்து சென்ற வான் வெளி நிலையம் ஆகிய இரண்டும் நிலாவின் கடைசிப் பகுதிகளாகும். இறுதியடுக்கின் முகப்பு எடை நிலையமாகும். எரி பொருளை நீக்கி, இறுதியடுக்கின் எடை 1 553-கி. கி. இறுதியடுக்கின் முகப்பு எடை 435-கி. கி. இறுதியடுக்கு சுமந்து சென்ற அளவு கருவிகள், ஆற்றல் வழங்கு ஊற்றுக்கள் ஆகியவற்றின் எடை 156·5-கி. கி.

கோள் இடை நிலையம் (Inter-planetary station) என்பது வான் வெளி நிலையமே. வான் வெளியில் விரிந்த ஆராய்ச்சி நடத்துமாறு அமைக்கப்பட்ட தானியங்கு நிலையமாகும் இது ; அரிய அமைப்பை உடையது. இதன் எடை 278·5-கி. கி. மெலிந்த சுவரினால் ஆக்கப்பட்டது ; இறுக மூடிய உருளை வடிவமுள்ள கருவி அமைப்பு ; கோள வடிவத் தட்டுக்களைக் கொண்டது. இதன் உயர்வரைக் குறுக்களவு 1,200-மி. மீ; நீளம் 1,300-மி. மீ. (உணர்விகள் இல்லாமல்) நிலையத்திற்குள் கருவிகளும் இயைபு ஆற்றல் ஊற்றுக்களும் ஒரு சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டிருந்தன. நிலையத்தின் மேல் முனைத்தட்டு

உறையுடன் கூடிய பக்கத் துளையைக் (Porthole) கொண்டிருந்தது. படப்பிடிப்பு தொடங்குமுன் உறை தானுகத் திறந்தது. ஒழுங்கமைப்பு ஏற்பாடு (Orientation system) கதிரவன் ஆற்றலைப் பெறுவதற்காக, நிலையத்தின் மேல்–கீழ் முனைத் தட்டுக்களில் சிறிய பக்கத்துளைகள் இருந்தன. மேற்கூறிய ஏற்பாட்டின் வழிப்படுத்து எந்திரங்கள் (Guiding engines) கீழ் முனைத்தட்டில் இணைக்கப்பட்டிருந்தன.



படம் 10. உலூனிக்கு-3

1. புகைப்படப் பெட்டிகளின் பக்கத்துளை.
2. ஒழுங்கு அமைப்பு ஏற்பாட்டின் எந்திரம்.
3. கதிரவன் ஆற்றல் மாற்றி
4. மின்கல அடுக்கின் பகுதிகள்.

5. வெப்பச் சீராக்கு ஏற்பாட்டின் அடுப்புக்கள்.
6. வெப்பத் திரைகள்.
7. அலைவாங்கிகள்.
8. ஆராய்ச்சிக் கருவிகள்.

ஒளிப் படப் பெட்டிகள் நிலையத்திலிருந்தன. மற்றும், நிலையத்திலிருந்த பல ஏற்பாடுகளும், கருவிகளுமாவன :

1. தனி வானொலிப் பொறி இயல் ஏற்பாடு (Special radio-engineering system)

நிலையச் சுற்றுவழியின் பெராமீட்டர்களை (Parameters) அளவெடுக்கவும்; தொலைக் காட்சி, அறிவியல் தொலை அளவுச் செய்தி (Scientific telemetrical information) ஆகியவற்றை நிலவுலகிற்கு விடுக்கவும் இந்த ஏற்பாடு இருந்தது. அதேபோன்று, இந்த ஏற்பாடு நிலையத்தினுள் இருக்கும் கருவிகள் இயங்குவதற்குரிய கட்டளைகளை நிலவுலகிலிருந்து வாங்கிற்று.

2. வெப்பச் சீராக்கு தானியங்கு ஏற்பாடு (System of thermo-regulation)

இது நிலையத்தினுள் குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையை நிலவச்செய்தது.

3. ஆற்றல் வழங்கு ஏற்பாடு (Power supply system)

இதில் குறுகிய கால அளவிற்கு இயங்கும் கருவிகளுக்கு ஆற்றல் அளிக்கும் தனி மின்கல அடுக்குகளும், மையத் தேக்கு இயைபு மின்கல அடுக்கும் (Central buffer chemical battery) இருந்தன. இயைபு மின்கல அடுக்கின் செலவழிந்த ஆற்றலைக் கதிரவன் ஆற்றல் ஈடுசெய்தது. மாற்றுக் கருவி அமைப்புக்களும், நிலைப்புக் கருவி அமைப்புக்களும் இராக்கெட்டிலுள்ள கருவிகளுக்கு ஆற்றல் அளித்தன. திங்களுக்கு அருகிலும், புற வான்

வெளியிலும் விரிந்த ஆராய்ச்சியை மேற்கொள்ள, நிலையத்தினுள் இருந்த அறிவியல் கருவிகள் துணைசெய்தன.

4. ஒழுங்கு அமைப்பு ஏற்பாடு

கதிரவனுக்கும், திங்களுக்கும் சார்பான நிலையில் திங்களின் மறைந்த பகுதியைப் படம் பிடிக்க உதவியது இந்த ஏற்பாடு; வேண்டிய திசையில் நிலையத்தைத் திருப்பியது. இதிலிருந்த கருவி அமைப்புக்களாவன: ஒளியியல் கருவி அமைப்புக்கள், சுழல் கருவி அமைப்புக்கள், மின்னணுக் கருவி அமைப்புக்கள், வழிப்படுத்து எந்திரங்கள்.

5. ஒளித் தொலைக்காட்சி ஏற்பாடு (Photo-television system)

இது இரு இலென்சுகளைக் கொண்ட ஒரு புகைப் படப் பெட்டியாகும். இலென்சுகளின் குவியத் தொலைவுகள் முறையே 200, 500-மி. மீ. இவற்றினால் வேறுபட்ட இரு அளவுகளில் ஒரே சமயம் படம் எடுக்க முடிந்தது.

புற வான் வெளியில் விரிந்த அறிவியல் ஆராய்ச்சி நடத்தவும், திங்களின் படத்தைப் பிடிக்கவும் நிலையம் கட்டப்பட்டது. இதிலுள்ள இரு வானொலிச் செலுத்திகள் முறையே 39·986, 183·6-மெகாசைக்கிளில் இயங்கின. இவை பல அரிய செய்திகளை நிலவுலகிற்கு அனுப்பின.

செய்திகள்

1. நிலா தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வழியில் சென்றது.
2. எல்லாக் கருவிகளும் இயல்பாக இயங்கின.
3. நிலையத்திற்குள் வெப்பநிலை 25—30°c-ஆக இருந்தது; அழுத்தம் 1000-மி. மீ.
4. நிலையத்தின் விரைவு கொஞ்சங் கொஞ்சமாகக் குறைந்தது.

5. நிலவுலகை 12-சுற்றுக்கள் சுற்றியபின், அரை ஆண்டு கழித்து அழிந்தது. இதனால், சுற்று வழியின் ஆராய்வு விரிவாக நடைபெற முடிந்தது.

6. திங்களின் மறைந்த பகுதியின் விளக்கமான படத்தைப் பிடித்து, நிலையம் நிலவுலகிற்கு அனுப்பியது.

7. புறவான் வெளியில் நிலையம் ஆராய்ச்சி நடத்திற்று. புறவான் வெளியில் ஒரு பொருளை ஒழுங்காக அமைத்து விடுவதற்குரிய சிக்கல் தீர்ந்தது.

8 நிலையம் திங்களை இரு தடவையும் ; நிலவுலகை 12-தடவையும் சுற்றுமாறு விடப்பட்டது.

9. நிலவுலகிற்கும், திங்களுக்கும் அருகிலுள்ள வெளி பற்றியும் ; திங்களின் இயல் பண்புகள் (Physical properties) பற்றியும் நிலையம் அரிய செய்திகளை வழங்கிற்று.

10. திங்களின் மையத்திலிருந்து 7,900-கி. மீ. தொலைவில் இருக்குமாறு, நிலையம் சென்றது.

11 மறைந்த பகுதி பூசுணைக்காய் போல் இருந்தது.

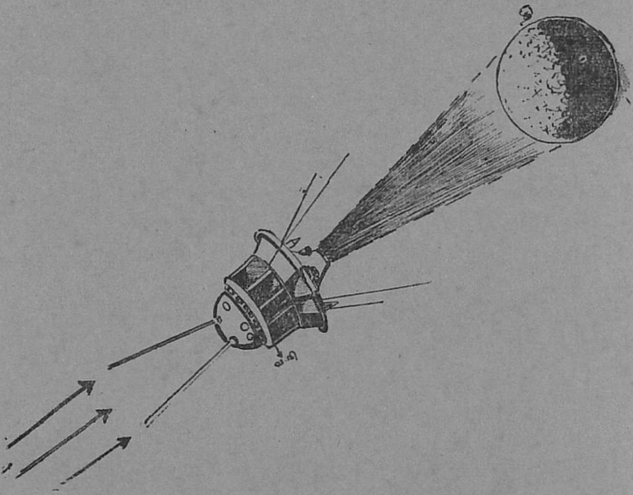
12. மறைந்த பகுதியில் 'கடல்கள்', எரிவாய்கள், மலைத்தொடர்கள் இருப்பதாகப் படங்கள் காட்டுகின்றன.

13. நிலவுலகு, கதிரவன் ஆகிய இரண்டின் ஈர்ப்பால் நிலையத்தின் வழி மாறியது. 1959-ஏப்ரல், மார்ச் திங்களில் நிலையம் அழியும் எனக் கூறப்பட்டது.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

நிலையத்தைப் பல அடுக்கு இராக்கெட்டு ஏவியது. இராக்கெட்டின் இறுதியடுக்கு நிலையத்தைச் சுற்றுவழியில் விட்டுத், தானும் நிலையத்திற்கு நெருக்கமாகச் சென்றது. சுற்றுவழி நீள்வட்ட வடிவமாகும். இவ்வழி திங்களுக்கு அருகில் இருக்குமாறு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது. நிலையம் திங்களின் சுற்றுவழிச் சமதளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் சென்றது ; நிலவுலகை நீள்வட்டச் சுற்று வழியில்

சுற்றியது. சுற்றுகாலம் 15-நாட்கள். அண்மைத் தொலைவு 40,000-கி. மீ. ; சேய்மைத் தொலைவு 470,000-கி. மீ.



படம் 11. உ–3 திங்களின் மறைந்த பகுதியைப் படம் பிடித்தல்.

வ. நி. வான் வெளி நிலையம்.
தி. திங்கள்.

செலவு

காலையில் வெற்றியாக ஏவப்பட்ட பின், திங்களை நோக்கி நிலா சென்றது. 18-மணி நேரத்தில் நிலவுலகிலிருந்து 145,000-கி. மீ. தொலைவில் நிலா இருந்தது; தவறாமல் சுற்றுவழியில் சென்றது. குறிப்பிட்ட நேரத்தில் செய்திகள் பெறப்பட்டன. நிலையம் திங்களைச் சுற்றி, மீண்டும் நிலவுலகிற்கு வரக்கருதி, இராக்கெட்டின்

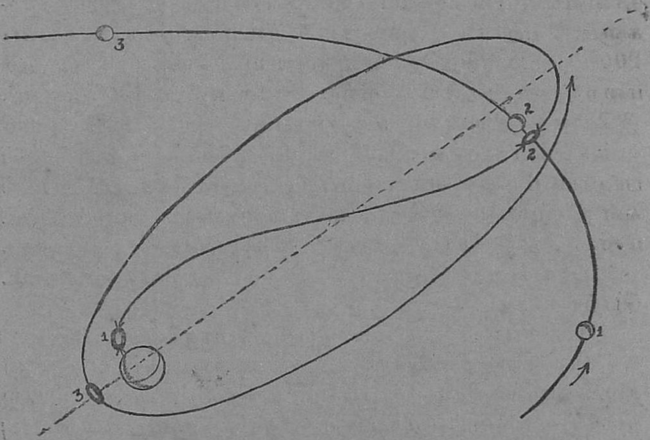
தொடக்கச் சுற்றுவழி விரைவு (Initial orbital speed) இரண்டாம் விண் வெளி விரைவைவிடக் குறைவாக இருக்குமாறு செய்யப்பட்டது ஆகவே, இந்நிலா முதல் இரு நிலாக்களைக் காட்டிலும் மெதுவாகத் திங்களை நோக்கிச் சென்றது. நிலவுலகிலிருந்து பிறப்பித்த கட்டளையிலிருந்து நிலையம் செய்திகளை விடுத்தது. நில வழியறி நிலையங்கள் செய்திகளைப் பதிவு செய்தன.

நிலையம் அக். 7-இல் திங்களிலிருந்து 126,000-கி. மீ. தொலைவிலும், நிலவுலகிலிருந்து 417,000-கி. மீ. தொலை விலும் இருந்தது. அக். 10-இல் நிலவுலகிலிருந்து சேய்மைத் தொலைவு 470,000-கி. மீ. அக். 18-இல் அண்மைத் தொலைவு 40,000-கி. மீ. நிலவுலகின் மையத்திலிருந்து நிலையம் 47,500-கி. மீ. தொலைவில் சென்றது. நிலவுலகிலிருந்து நிலையத்தின் மிகுதியான தொலைவு 480,000-கி. மீ. நிலவுலகை 40,000-கி. மீ. தொலைவில் கடந்து சென்றபொழுது, நிலையத்தின் விரைவு 1-விநாடிக்கு 4-கி. மீ. அதன் சுற்றுவழியின் சேய்மைத் தொலைவைக் கடந்த பொழுது விரைவு 1-விநாடிக்கு ·4-கி. மீ. சேய்மைத் தொலைவைக் கடந்தபின் விரைவு 1-விநாடிக்கு ·5-கி. மீ. நிலவுலகிலிருந்து 267,000-கி மீ. தொலைவிலிருந்த பொழுது அதன் விரைவு 1-விநாடிக்கு 1·2-கி. மீ. நிலவுலகிற்கு 166,500-கி. மீ. தொலைவிற்குள் இருந்த பொழுது விரைவு 1-விநாடிக்கு 1·7-கி. மீ. நிலவுலகிலிருந்து தாழ் வரைத் தொலைவைக் கடந்துசென்ற பொழுது, நிலையத்தின் விரைவு 1 விநாடிக்கு 3·91-கி. மீ. நிலையத்தின் விரைவு ஓரே சீராக இல்லை.

நிலையம் அக். 7-இல் திங்களைப் படம் பிடித்தது. திங்களுக்கும், கதிரவனுக்கும் இடையில் தன் சுற்றுவழியில் நிலையம் இருந்தது. கதிரவன் 70—பங்கு அளவுக்குத் திங்களின் மறைந்த பகுதியில் ஒளி வீசியது. தானியங்கு முறையில் படப்பிடிப்பு நடைபெற்றது. திங்களின் மேற்

பரப்பிலிருந்து 60—70-ஆயிரம் கிலோமீட்டர் தொலைவில் நிலையம் இருந்தது.

வேண்டிய சுற்றுவழியை அடையத் திங்கள் ஈர்ப்பு பயன்பட்டது. நிலையம் திங்களுக்கு அருகில் சென்ற பொழுது, அதன் வழியில் பெரிய குலைவு (Perturbation) ஏற்பட்டது. இம்மாற்றத்தால் அதன் உரிய வழியில் நிலவுலகிற்குத் திரும்பியது. நிலவுலகு, கதிரவன் ஆகிய வற்றின் ஈர்ப்பால் நிலையத்தின்வழி மாறியது. ஒவ்வொரு சுற்றிற்குப் பின்னும், நிலவுலகிற்கு அருகில் நிலையம் வந்தது 1959-ஏப்ரல், மார்ச்சில் 12-சுற்றுக்கள் நிலவுலகைச் சுற்றியபின், காற்று வெளியை அடைந்து நிலையம் அழிந்தது. (?)



படம் 12. உ-3-இன் இயக்கம்.

1. இராக்கெட்டு தன் சுற்றுவழியில் கிளம்பிய பொழுது அதன் நிலையும் திங்களின் நிலையும்.

2. அண்மை அணுகலின் பொழுது இராக்கெட்டு, திங்கள் ஆகிய இரண்டின் நிலைகள்.

3 இராக்கெட்டு நிலவுலகை அடைந்த பொழுது அதன் நிலையும் திங்களின் நிலையும்.

திங்களின் படப்பிடிப்பு

35-மி. மீ. படத்தில் படம் எடுக்கப்பட்டது. படப்பிடிப்பு தானியங்கு முறையில் 40-நிமியளவுக்கு நடைபெற்றது. இந்நேரத்தில் திங்களின் மறைந்த பகுதி விட்டு விட்டுப் படம் பிடிக்கப்பட்டது. திங்களை நோக்கி இலென்சுகள் பொருந்திய பின், கட்டளையின் பேரில் படப்பிடிப்பு நடந்தது. படத்தை முறையாக்கலும் (Processing) தானியங்கு முறையிலேயே நடைபெற்றது. இரு இலென்சுகளும் வேறுபட்ட அளவுகளில் படம் எடுக்க உதவின. 200-மி. மீ குவியத்தொலைவு உடைய இலென்ஸ் திங்களின் மறைந்த பகுதியைச் சிறிய அளவிலும், 500-மி. மீ. இலென்சு திங்களின் மறைந்தபகுதியைப் பெரிய அளவிலும் படம் பிடித்தன. 500-மி. மீ. இலென்சினுல் எடுக்கப்பட்ட படம் மிக விளக்கமானபடமாகும். எடுக்கப்பட்ட படங்கள் நிலவுலகிற்குத் தொலைக்காட்சிவாயிலாக அனுப்பப்பட்டன. தொலைக்காட்சி ஏற்பாடு இதற்குத் துணைசெய்தது.

படங்களை அனுப்புதல் இரு நிலைகளில் நடைபெற்றது :

1. நீண்ட தொலைவிற்கு மெதுவாகச் செலுத்துதல்

2. குறைந்த தொலைவிற்கு விரைவாகச் செலுத்துதல். வானெலித் தொடர்பினுல் திங்களின் படங்கள் நிலவுலகிற்கு அனுப்பப்பட்டன. இவ்வானெலித் தொடர்பு இரு பகுதிகளைக் கொண்டிருந்தது :

1. நில நிலையப்பகுதி (Earth-station part): இதில் நிலவுலகிலிருந்து நிலையத்திற்குக் கட்டளைகள் விடுக்கப்பட்டன.

2. நிலைய-நிலப்பகுதி (Station-earth part). இதில் செய்திகள் நிலையத்திலிருந்து நிலவுலகிற்கு அனுப்பப்பட்டன. மேலும், நிலையத்தோடு இணைந்த வானொலித் தொடர்பில் இருந்தவை :

கட்டளைக் கருவி அமைப்புக்கள், ஆற்றல் வாய்ந்த வானொலிச் செலுத்திகள், மிக்க நுண்மை வாய்ந்த பெறும் கருவி அமைப்புக்கள், பதிவுக் கருவி அமைப்புக்கள், உணர்வி ஏற்பாடுகள் (Antenna systems) முதலியன. தவிர, கட்டளை ஏற்பாடும், திட்டப்படுத்தும் வானொலி நுணுக்க ஏற்பாடுகளும் நிலையத்தினுள் இருந்தன.

வானொலித் தொடர்பு வழிகள் (Radio communication lines) செய்தி உறுதிப் பாட்டிற்காக நிலையத்திலும், நிலவுலகிலும் அமைந்திருந்தன. கட்டளையின் பேரில் தொலைக்காட்சி ஏற்பாடு இயங்கிச் செலுத்திகளின் வாயிலாகப் படங்களை அனுப்பியது; 470,000-கி. மீ. தொலைவுக்கு மேல் உருவுகளை (Images) தொலைக்காட்சி ஏற்பாடு செலுத்தியது. திங்களின் மறைந்த பகுதியான 40-பங்கும் படம் பிடிக்கப்பட்டது. செலுத்தப்பட்ட உருவுகள் அரைத்திண்மை (Half-tone) உடையவை; ஒளியும், நிழலும் கலந்தவை. எரிவாய்கள், கடல்கள், மலைத் தொடர்கள் முதலியவை திங்களின் மறைந்த பகுதியில் இருப்பதைப் படங்கள் காட்டின. கதிரவனையும், திங்களையும் சேர்க்கும் நேர்க்கோட்டில் நிலையம் இருந்தபொழுது, திங்கள் படம் பிடிக்கப்பட்டது.

சிறப்பு

1. உலூனிக்கு-3 ஒரு வான் வெளி நிலையமாகும்.

2. கணக்கிடப்பட்ட வழியில் திங்களுக்குச் சென்று நிலையம் திங்களின் மறைந்த பகுதியைப் படம் பிடித்தது. படப்பிடிப்பு, வரலாற்றில் முதல் தடவையாக நடந்தது.

3. படப்பிடிப்பு வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் சீரிய நிலையைக் குறிக்கிறது ; தொழில் நுணுக்கச் சிக்கலுக்குத் தீர்வாக அமைகிறது.

4. உ—1, உ—2-ஆகிய இரண்டும் அனுப்பிய செய்திகளைக் காட்டிலும், உ—3-விடுத்த செய்திகள் மிகுதியாக இருந்தன.

5. நிலையத்திலுள்ள தொலைக் காட்சி ஏற்பாடு 470,000-கி. மீ. தொலைவிற்குமேல் படங்களை அனுப்பியது.

விளைவு

1. வான் வெளியில் குறிப்பிட்ட வழியில் ஒரு பொருளைச் செலுத்த இயலும் ; செல்லும் பொருளின் திசையை மாற்றவும் இயலும்.

2. கதிரவன் குடும்பத்துக் கோள்களை (செவ்வாய், வெள்ளி) ஆராய வாய்ப்புக்கள் எதிர்காலத்தில் உண்டு என்பதைப் படப்பிடிப்பு காட்டுவதாய் உள்ளது.

3. வான் வெளிச் செலவிலும், வான் வெளி ஆராய்ச்சியிலும் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றத்திற்கு உ—3-எடுத்துக்காட்டாய் விளங்குகிறது.

4. திங்கள் வரைவியல் (Solenography) அருஞ் செயல்களுக்கு உ—3-இன் வெற்றி, மணி முடியாக அமைந்துள்ளது. இவ்வியல், திங்களின் மேற்பரப்புத் தோற்றங்களை ஆராய்வது ; 1609-இல் தோன்றியது. இவ்வியல் வளர்ச்சியினால் விண்ணகப் பொருள்களை ஆராய்வதில் ஒரு புதுத் திருப்பம் ஏற்படும்.

5. மறைந்த பகுதியைப் படம் பிடித்ததானது, இராக்கெட்டு ஒளிப்பட இயல் (Rocket photography) வளர்ச்சியைக் காட்டுகிறது.

6. திங்களில் உயிர் வாழ்கின்றதா என்னும் சிக்கலை ஆராய்வதற்குரிய முன் தேவைகளை உ—3-உருவாக்

கியது. செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களிலும் உயிர் உள்ளதா என்பதை அறியலாம்.

7. உ—3-விண் கொள்ளியினல் தாக்கப்பட்டதால், குறிபாடு நின்றது. ஆகவே, வான் வெளிச் செலவில் விண் கொள்ளி தாக்கலாம் (?).

உலூனிக்கு–4*

பெயர் : உலூனிக்கு–4; வெள்ளி நிலா–1.

விட்ட நாள் : பிப். 12, 1961.

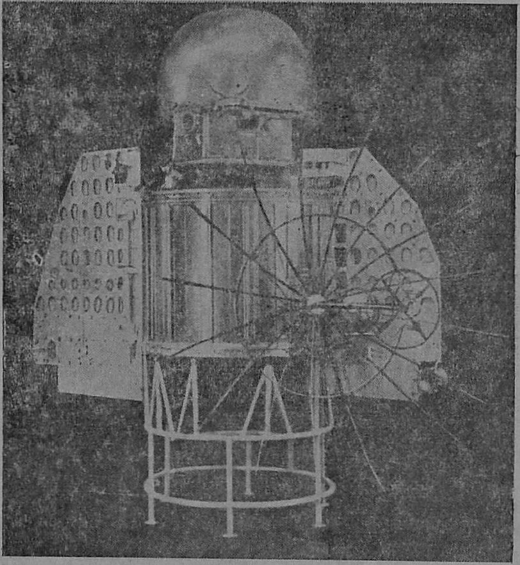
நோக்கம் : கோள் இடைச் செலவு வழியில், வான் வெளிப் பொருளைச் (Space body) செலுத்தும் முறைகளைச் சரிபார்க்கவும், நீண்ட தொலைவுகளுக்கு வானெலித் தொடர்பின் செயற்பாட்டைச் சரிபார்க்கவும், வான் வெளி நிலையத்தை வழிப் படுத்துவதைச் சரிபார்க்கவும், மிகத் திருத்தமாகக் கதிரவன் குடும்பத்தின் அளவைப் (Size) பற்றி அளவுகள் எடுக்கவும், புற வான் வெளியில் இயல் பியல் உற்றுநோக்குத் திட்டத்தை (Programme of physical observation) நிறைவேற்றவும் வெள்ளி நிலா ஏவப்பட்டது. உலூனிக்குகளைப் போன்றே வான் வெளி ஆராய்ச்சித் திட்டத்தில் விடப்பட்டது.

அமைப்பு

வெள்ளி நிலாவின் எடை 643·5-கி. கி; இரு மூடியுள்ள உருளையின் வடிவத்தை ஒத்தது. உணர்விகள்,

*வகைப் படுத்தலுக்காகக் கொடுக்கப்பட்ட பெயர்.

கதிரவன் மின்கலங்கள் (Solar cells) இல்லாமல் நிலாவின் முழு அளவுகள் (Overall dimensions) பின் வருமாறு: நீளம் 2,035-மி. மீ; குறுக்களவு 1,050-மி. மீ.



படம் 13. வெள்ளி நிலா

வானொலிக் கருவிகள், அறிவியற் கருவிகள் முதலியவை நிலாவிலிருந்தன. மற்றும், நிலைப்பு ஏற்பாடு, வழிப் படுத்து ஏற்பாடு, வெப்பக் கட்டுப்பாட்டு ஏற்பாடு முதலியனவும்; திட்டப்படுத்தும் கருவி அமைப்புக்கள், ஆற்றல் ஊற்றுக்கள் முதலியனவும் நிலாவிலிருந்தன.

செய்திகள்

1. உ—2-போன்று உருசிய நாட்டு இலச்சினையை இந்நிலா சுமந்து சென்றது.

2. நிலா முன்னுறுதி செய்யப்பட்ட வழியில் சென்றது. கருவிகள், ஏற்பாடுகள் எல்லாம் இயல்பாக இயங்கின.

3. பிப். 12-ஆம் நாள் நண் பகலில் (மாஸ்கோ நேரப்படி) நிலவுலகிலிருந்து 126,300-கி. மீ. தொலைவிலிருந்தது.

4. வானொலிச் செலுத்துகை, நிலவுலகிலிருந்து கட்டளையின் பேரில் 922·8-கிலோசைக்கிளில் (மாஸ்கோ வானொலி இதை மெகாசைக்கிள் எனக் கூறிற்று.) நடைபெற்றது. மாஸ்கோவிலுள்ள தனி நிலையம் ஒன்று நிலாவை உற்று நோக்கியது.

5. முகிலால் மறைக்கப்பட்ட வெள்ளியின் படத்தை எடுத்து நிலவுலகிற்கு அனுப்ப (உ—3-போன்று) தொலை ஒளி இயல் கருவித் தொகுதியைச் சுமந்து சென்றது (?).

6. நிலாவிற்காக, இரு வழித் தொடர்பு ஏற்பாடு (Two-way communication system) உருவாக்கப் பட்டது.

7. நிலாவை வழியறிய முடியவில்லை என அமெரிக்கா அறிவித்தது ; அதிர்வெண்ணின் அளவு பிடிபடவில்லை. சில மேனாட்டு வானியலார்கள் மறைவான அலை நீளத்தில், உருசியா நிலாவின் வழியை அறியலாம் என ஐயமுற்றனர்.

8. "நிலாவை ஏவிய பூத்துனிக்கு இரண்டாக முறிந்து, நிலவுலகைச் சுற்றி வருகிறது" என நாசா கூறிற்று. பிரெஞ்சு வானியல் வல்லுநர் ஒருவர் கருதுவதாவது : "வெள்ளி நிலா ஏவப்படுவதற்கு முன்பு, அதை ஏவிய பூத்துனிக்கு நிலவுலகை 2—3-தடவைகள்

சுற்றி இருக்க வேண்டும். இந்நிலா நிலவுலகிற்குத் திரும்ப வராது.''

9. 1961-மே 19, 20-இல் நிலா வெள்ளியின் சுற்றுப் புறத்தை அடையும் எனக் கூறப்பட்டது. அப்பொழுது நிலாவின் அண்மைத் தொலைவு 100,000-கிலோமீட்டருக் குக் குறைவாக இருக்கும் என்றும் கூறப்பட்டது.

10. நிலா வெள்ளியின் ஈர்ப்புக் களத்தை அடையும் என்பது பிப். 27-வரை கிடைத்த செய்திகளிலிருந்து தெரிய வந்தது.

11. நிலாவைக் கட்டுப்படுத்தவும், அதன் சுற்று வழியை உறுதி செய்யவும், இரு வழித் தொடர்பை நிலை நாட்டவும் தானாகவே இயங்கி அளக்கும் ஒரு வானொலி நுணுக்கக் கருவி அமைப்பு உருவாக்கப்பட்டது. அதன் வழியில், இயல்பியல் அளவுகள் எடுக்கவும் (Physical measurements) நிலாவில் கருவிகளிருந்தன.

12. வானொலிக் கட்டளை நிலாவின் பல கருவிகளையும் திறக்கவும், மூடவும் செய்தது; ஆற்றல் ஊற்றுக்களைத் திறந்தது; தொலை அளவுச் செய்திச் செலுத்துகையின் விரைவை மாற்றியது.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

நிலவுலகைச் சுற்றி வந்த பளுவுள்ள பூத்துணிக் கிலிருந்து கிளம்பிய, வழிப்படுத்தப்பட்ட வான் வெளி இராக்கெட்டு நிலாவை வெள்ளி நோக்கி ஏவியது. கணக்கிடப்பட்ட சுற்று வழியில் நிலா செல்லத் தொடங் கிற்று. ஏவுதல் வெற்றியாக முடிந்தது.

செலவு

பல அடுக்கு இராக்கெட்டு, பூத்துணிக்கை, நிலவுலகை வலம் வருமாறு ஏவியது. இதில் நிலா பொருத்தப்பட்ட வான் வெளி இராக்கெட்டு இருந்தது. பூத்துணிக்கு நில

வுலகைச் சுற்றி வந்ததும், அதிலிருந்து நிலா இராக்கெட்டினுல் ஏவப்பட்டது. செலவின் தொலைவு 30-மில்லியன் மைல். இத் தொலைவை 100-நாட்களில் நிலா கடப்பதாக இருந்தது. விண் கல் தாக்குதலினுல் வானொலித் தொடர்பு அறுபட்டது. எனவே, வெள்ளியை நிலா அடைந்ததா என்பதை உறுதி செய்ய முடியவில்லை. இருப்பினும், வெள்ளி அல்லது கதிரவனை நிலா வலம் வரும் என்பது திண்ணம். மிகச் சிக்கனமான வழியில் சென்ருலும், இயல்பாக 146-நாட்களில் நிலா ஒன்று வெள்ளியை அடையலாம். ஆனுல், உருசிய வெள்ளி நிலா கடப்பதற்குரிய காலம் 46-நாட்கள் குறைவாகவே இருந்தது.

தனிக் கட்டுப்பாட்டினுல், நிலவுலகிலிருந்து ஒரு பக்கமாக இருக்குமாறு, பூத்துனிக்கின் முகப்பு திருப்பப்பட்டது. குறிப்பிட்ட நேரத்தில் வானொலிக் குறிபாடு நிலவுலகிலிருந்து அனுப்பப்பட்டது. இக்குறிபாடு, பூத்துனிக்கினுள்ளே இருந்த இராக்கெட்டை, அதை விட்டு வெளியே செல்லுமாறு செய்தது. இந்த இராக்கெட்டு நிலாவை இறுதியாக வெள்ளி நோக்கி ஏவியது.

சிறப்பு

1. இந்நிலா மூன்ரும் உலூனிக்குக்குப் பின் கட்டப்பட்ட வான் வெளி நிலையமாகும். அன்றியும், கதிரவன் குடும்பத்து 4-ஆவது நிலாவாகும். மற்றவை : உ-1, ப-4, ப-5.

2. இதை ஏவிய பூத்துனிக்கு உண்மையில் வான் வெளி நிலையமே (பா. இயல் 12).

3. இது கதிரவன் குடும்பத்துக் கோள்களுக்கு முதல் வழியை அமைத்தது.

விளைவு

1. கடக்கும் காலம் 100-நாட்களானது, உயர்ந்த எரிபொருளையும், வழிப்படுத்து ஏற்பாட்டையும் உருசியா கொண்டிருப்பதைக் காட்டுகிறது.

2. மூன்று வாரங்களுக்குப் பின் (இதற்கு முன் ஏவுவதே நிலாவிற்கு உதவும் காலமாகும்.) ஏவியதால் தொலைவு மிகுதியாயிற்று; இராக்கெட்டு இறுக்கமும் மிகுதியாகத் தேவைப்பட்டது.

3. வெள்ளி நிலாவை ஏவியது, ஏவு முறையிலும் ஏவுநுணுக்கத்திலும் உருசியா வளர்ந்துள்ளதைக் காட்டுகிறது. ஏவிய பூத்துனிக்கு எதிர்காலத்தில் அமைக்கப் படும் வான் வெளி நிலையங்களுக்கு முன்னோடியாகும்.

4. கோள்களுக்குச் சென்று அவற்றை ஆராய வேண்டும் என்னும் மனிதனின் கனவு நனவாகும்.

5. உருசியாவின் மிகச் சிறந்த வானியலார் போரிஸ் குகார்கின் (Boris Kukarkinn) கருத்துப்படி, மனிதன் கோள் இடை வெளியை வெல்லுவதில் புதிய நிலையை வெள்ளி நிலா உருவாக்கியுள்ளது.

6. வெள்ளியில் உயிர் வாழ்கின்றதா என்னும் புதிருக்கு விடை காண நிலா துணைசெய்யும்.

8. அமெரிக்க நில நிலாக்கள்

அமெரிக்கா பல பெயர்களில், பல திட்டங்களின் வாயிலாகத் தொடர் வரிசையாகவும், உதிரியாகவும் இது வரை 41-நில நிலாக்களை விட்டுள்ளது. அவை பற்றி ஈண்டு விரிவாகக் காண்போம்.

1. எக்ஸ்புளோரர் நிலாக்கள்*

இவை, முதன் முதலில் தொடர் வரிசையில் விடப் பட்டவை. இவற்றின் எண்ணிக்கை 5.

எக்ஸ்புளோரர்–1

பெயர்	:	பொதுப் பெயர் எக்ஸ்புளோரர்-1; சிறப்புப் பெயர் ஆல்பா 1958.
விட்ட நாள்	:	ஜனவரி 31, 1958.
நோக்கம்	:	காற்று மேல் வெளியை ஆராய்தல்.

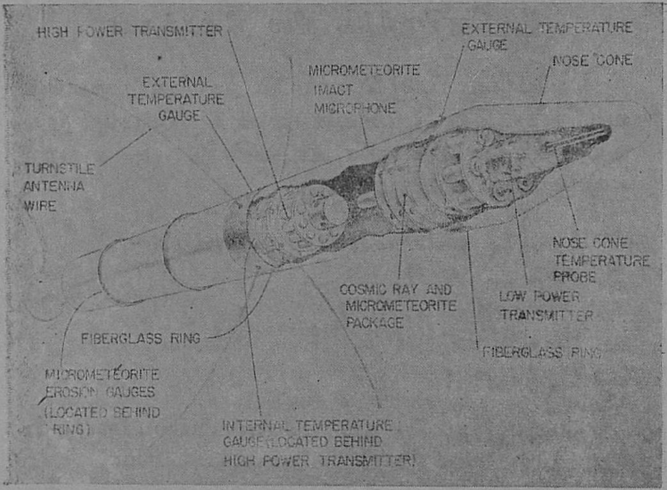
அமைப்பு

நிலாவின் எடை 13·860-கி. கி; குறுக்களவு 15-செ. மீ; உயரம் 203-செ. மீ; உருளை வடிவம்.

உள் வெப்ப நிலையை அளக்கவும்; விண் புழுதி அரிப்பை அறியவும்; விண் கதிர்களை அளக்கவும் நிலாவினுள் கருவிகளிருந்தன. மற்றும், இரண்டு பவுண்டு எடையுள்ள இரு வானொலிச் செலுந்திகளும் இருந்தன.

---

*பா 11. அமெரிக்க நிலநிலாக்கள்: எக்ஸ்புளோரர்கள், அகரவரிசை.



படம் 14. எக்ஸ்புளோரர்-1 —USIS

செய்திகள்

1. வான் ஆலன் (Van Allen) கதிர் வீச்சு வெளியை நிலா கண்டு பிடித்தது.

2 நிலவுலகின் காந்த வெளியின் அடிப்பகுதியில் மின்னேற்றத் துகளடுக்கு ஒன்றிருப்பதை நிலா கண்டறிந்தது.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

வெற்றியுடன் நிலா ஏவப்பட்டது; 200-மைல் உயரத்தில் நிலவுலகைச் சுற்றி வந்தது. சுற்றுவழி வட்ட வடிவம். சுற்றுவழிக்காலம் (சுற்றுகாலம்) 114·95-நிமி. சுற்றுவழி நில நடுக்கோட்டுச் சமதளத்திற்கு 33·58°

சாய்ந்திருந்தது. அண்மைத் தொலைவு 350-கி. மீ. அண்மைத் தொலைவில் விரைவு 1-வினடிக்கு 8,225-மீ. சேய்மைத் தொலைவு 2,539-கி. மீ. சேய்மைத் தொலைவில் விரைவு 1-வினடிக்கு 6,196-மீ. நிலா பக்க அசைவுடன் (Lateral motion) சென்றது; சென்ற விரைவு 1-மணிக்கு 18,000-மைல்.

செலவு

'ஜூப்பிட்டர் C' இராக்கெட்டு நிலாவை ஏவியது. குறிப்பிட்ட நேரத்தில் இராக்கெட்டின் அடுக்குகள் ஒவ்வொன்ருகப் பிரிந்தன. இராக்கெட்டு தென் கிழக்காகச் சென்றது. இராக்கெட்டின் 4-ஆவது அடுக்கு 200-மைல் உயரத்தை அடைந்து, நிலாவைச் சுற்றுவழியில் விட்டது. செலுத்திகளில் ஒன்று 108·03-மெகாசைக்கிளிலும், மற்ருென்று 108-மெகாசைக்கிளிலும் இயங்கிக் குறிபாடுகளை விடுத்தன. அமெரிக்க வானெலிக் கழகம் நிலாவிலிருந்து குறிபாடுகளைப் பெற்றது. நிலா, இராக்கெட்டுக்கு முகப்பு எடையாகும். நிலாவின் வாழ்நாள் 5-ஆண்டு.

சிறப்பு

1. அமெரிக்கா விட்ட முதல் நிலா.
2. வான் ஆலன் கதிர் வீச்சு வளையத்தைக் கண்டு பிடித்தது.
3. அமெரிக்க நில நிலாக்களுக்கு முன்னேடி.
4. நில இயல்பியல் ஆண்டில் விடப்பட்டது.

விளைவு

1. வான் வெளி ஆராய்ச்சி அமைதிக்காக மட்டுமே பயன்பட வேண்டும் என்பதற்கு இந் நிலா ஓர் எடுத்துக் காட்டு.
2. அனைத்துலக அரசியல் அரங்கில் அமெரிக்காவின் கை ஓங்க இந்நிலா வழி செய்தது.

எக்ஸ்புளோரர்–3

பெயர் : பொதுப் பெயர் எ-3 ; சிறப்புப் பெயர் காமா 1958.

விட்ட நாள் : மார்ச் 26, 1958.

நோக்கம் : காற்று மேல் வெளியை ஆராய்தல்.

செய்திகள்

நில இயல்பியல் ஆண்டில் விடப்பட்டது. எடை 14·170-கி. கி. உருளை வடிவம். உயரம் 203-செ. மீ. சுற்று காலம் 115.9 நிமி. சுற்றிவழி நில நடுக்கோட்டுச் சமதளத் திற்கு $36{\cdot}5^{0}$ சாய்ந்திருந்தது. அண்மைத் தொலைவு 187-கி. மீ. அண்மைத் தொலைவில் விரைவு 1-விநாடிக்கு 8,382-மீ. சேய்மைத் தொலைவு 2,785-கி. மீ. சேய்மைத் தொலைவில் விரைவு 1-விநாடிக்கு 5,978-மீ. ஜூப்பிட்டர் C இராக்கெட்டு ஏவியது. திட்டமிட்ட சுற்றுவழியில் ஏற்பட்ட திரிபினால், நிலாவின் வாழ்நாள் சில நாட்களே ; தொடர்ந்த குறிபாடுகளை விடுத்தது.

எக்ஸ்புளோரர்–4

பெயர் : பொதுப்பெயர் எ-4 ; சிறப்புப்பெயர் எப்சிலன் 1958.

விட்ட நாள் : ஜூலை 26, 1958.

செய்திகள்

நிலா முதல் தடவையாக வட கிழக்குத் திசையில் ஏவப்பட்டது ; வட அட்லான்டிக் பகுதிக்குமேல் விடப் பட்டது ; சுற்றுகாலம் 110-நிமி; இதற்கு முன் விடப்பட்ட நிலாக்கள் தென் கிழக்குத் திசையில் விடப்பட்டன. முதல் தடவையாகச் சோவியத் நாட்டின் வழியாகச் சென்றது ; தொடர்ந்த குறிபாடுகளை விடுத்தது ; புற வான் வெளி

யில் செலுத்திய நிலாக்களில் பளுவானது ; எடை 38·43-பவு. மிகச் செறிவான கதிர்வீச்சு எண்ணிகளைச் (High-intense radiation computers) சுமந்து சென்றது. எ-1, எ-3 ஆகிய இரண்டினுல் நிறைவேற்றப்பட்ட ஆய்வுகளுக்கு இதன் ஆய்வுகள் பின்னணியாக அமைந்தன. கதிர்வீச்சைப்பற்றி விரிவாக ஆராயவும், நிலவுலகிற்கு மேலுள்ள கதிர்வீச்சு உறையைத் தெரிந்துகொள்ளவும் விடப்பட்டது. அமெரிக்க வானெலிக் கழகம் குறிபாடுகளைப் பெற்றது. வாழ்நாள் 5-ஆண்டுகள். ஜுப்பிட்டர்C இராக்கெட்டு ஏவியது.

எக்ஸ்புளோரர்-6

1959 ஆக. 7-ஆம் நாள் விடப்பட்டது இந்நிலா. வாத்துக்கால் கோளம் ; எடை 142-பவுண்டு ; வாழ்நாள் 1-ஆண்டு ; நிலவுலகின் மின்காந்த வெளியிலுள்ள வான் ஆலன் கதிர்வீச்சு அடுக்குகளைப் படம் எடுத்தது ; தெளிவில்லாத முகில்களின் தொலைக்காட்சிப் படங்களையும் எடுத்தது.

எக்ஸ்புளோரர்-7

1959-ஆம் ஆண்டு அக். 12-ஆம் நாள் இந்நிலா விடப்பட்டது ; எடை 91·5-பவுண்டு. நிலாவிலுள்ள கருவிகள் வேறுபட்ட ஏழு ஆய்வுகளைக் கண்காணித்தன. ஆய்வுகள் பெரும்பாலும் கதிர்வீச்சைப் பற்றியன. நிலா கூம்பு வடிவமுடையது. இதை இராக்கெட்டு ஜுனே-2 வீசியது. இந்த இராக்கெட்டு நான்கடுக்காலானது ; நீளம் 76′; எடை 60-டன். இதன் முனையில் மூன்று சிறு அடுக்கு இராக்கெட்டுகள் இருந்தன. கதிரவனிடமிருந்து வெளிப்படும் மின்னேற்ற வாயு முகில்கள், வான் ஆலன் வெளியின் வெளி அடுக்கை உண்டாக்கியதை நிலா கண்டறிந்தது. இம் முகில்கள், வட-தென் முனைக் காற்று

வெளிகளில் குவிந்ததையும் நிலா கண்டுபிடித்தது. கதிரவன் வெளிக்கு அப்பாலிருந்துவரும் விண் கதிர்களை, கதிரவன் வெளிப்படுத்திய வாயு முகில்கள் திசைமாற்றி அனுப்பித்ததையும் நிலா கண்டுபிடித்தது.

எக்ஸ்புளோரர்–8

1960-நவ. 3-இல் இந்நிலா விடப்பட்டது ; எடை 90-பவுண்டு ; வாழ் நாள் 20-ஆண்டுகள். வானொலிக் குறுக்கீட்டைச் சரிபார்க்க நிலா விடப்பட்டது.

எக்ஸ்புளோரர்–10

1961-மார்ச் 25-இல் இந்நிலா விடப்பட்டது. வான் வெளியில், இதன் இலக்கின் தொலைவு 1-இலட்சம் மைல் என அறிவிக்கப்பட்டது. நீண்ட சுற்றுவழியில் (Elongated orbit) நிலா சென்றது. நிலா அரைச்சுற்று வழியை முடிக்குமானல், வெற்றி கிட்டும் எனக் கூறப் பட்டது. நிலா வான்வெளி ஆராய்ச்சி நிலாவாகும் ; பயனியர் வரிசையில் வைத்து எண்ணத்தக்கது. நிலாவின் எடை 78-பவுண்டு ; முரசு வடிவமுடையது. இதன் புறங்களிலிருந்து நான்கு அலைவாங்கிகள் (Aerials) துருத்திக் கொண்டிருந்தன.

'டெல்டா' இராக்கெட்டு நிலாவை ஏவியது. இந்த இராக்கெட்டு மூன்றடுக்கு உடையது. ஏவுநேரம் 6-நிமியாகும். இந் நேரத்திற்குள் எரிந்துபோன இராக்கெட்டிலிருந்து விடுபட்டு, 1-மணிக்கு 24,500-மைல் விரைவில் வான் வெளியை அடைந்தது. நிலா இலக்கை அடைய இந்த விரைவு போதுமானதே.

1,000—50,000-மைலுக்கு இடையிலும், அதற்கு மேலும் காந்தக் களத்தை அளக்குமாறு நிலா அமைக்கப் பட்டிருந்தது. நிலாவிலுள்ள வானொலி முதலிய கருவிகள் இயல்பாக இயங்கலாம் என நம்பப்பட்டது. 115-மைல்

உயரத்தில், விண் வெளியில் நிலா செலுத்தப்பட்டவுடன் வழியறியப்பட்டது. நிலவுலகைத் திரும்ப அடைந்து, அதை நிலா வலம் வரலாம். அவ்வாறு வலம் வருமானால், அதன் சுற்றுகாலம் 111-மணியாக இருக்கும். பெரும்பாலான நிலாக்களுக்குச் சுற்று காலம் வழக்கமாக 2-மணி (அல்லது அதற்குக் குறைவே) ஆகும். நிலா நிலவுலகை ஒரு தடவை வலம் வந்தபின், மார்ச் 29-இல் நிலவுலகிற்கு மிக அருகில் வரலாம் என எதிர்பார்க்கப்பட்டது. திரும்பி வருகின்றபொழுது, நிலா நீள்வட்டச் சுற்றுவழியில் நிலவுலகைச் சுற்றுமா ; அல்லது காற்று வெளியை அடைந்து எரியுமா என்பது தெரியவில்லை என நாசா அறிவித்தது.

2. வேன்கார்டு நிலாக்கள்*

வேன்கார்டு–1

இந்நிலா 1958-ஆம் ஆண்டு மார்ச் 17-இல் விடப்பட்டது ; எடை 1.475-கி. கி ; சிறப்புப் பெயர் பீட்டா 1958 ; வடிவம் உருண்டை ; குறுக்களவு 16.25-செ. மீ; சுற்றுகாலம் 134-நிமி. சுற்றுவழி நில நடுக்கோட்டுச் சமதளத்திற்கு 34.1°-சாய்ந்திருந்தது. அண்மைத் தொலைவு 650-கி. மீ; அண்மைத் தொலைவில் விரைவு 1-விநாடிக்கு 8,254-மீ. சேய்மைத் தொலைவு 3,968-கி. மீ; சேய்மைத் தொலைவில் விரைவு 1-விநாடிக்கு 5,583-மீ. வாழ்நாள் 200-ஆண்டு. குறிபாடுகள் பெறப்பட்டன. நிலம் 'பேரிக்காய்' வடிவம் என்பதை இது கண்டுபிடித்தது. விண்வெளியின் தட்ப வெப்ப நிலைமைகள் பற்றியும், நிலவுலகின் அமைப்புப் பற்றியும் அளவுகள் எடுத்தது.

எதிர் பார்த்ததைவிடக் காற்று மேல் வெளி மிக்க தடிமனுள்ளது என்றும் ; காற்று வெளியில் ஞாயிற்றின்

*பா. 12. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : வேன்கார்டுகள், அகரவரிசை.

கதிர் வீச்சுக்கள் மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன என்றும்; முன்பு நினைத்ததைவிட நில நடுக்கோடு குறைவாக விரிந்துள்ளது என்றும் ; கதிரவன் ஒளி நிலாவை அதனுடைய வழியிலிருந்து சிறிதளவு விலகிச் செல்லுமாறு 'ஊதுகிறது' என்றும் இந்நிலா கண்டுபிடித்தது.

வேன்கார்டு–2

1959-பிப். 17–இல் இந் நிலா ஏவப்பட்டது. உருண்டை வடிவம் ; எடை 20·75-பவுண்டு ; வாழ்நாள் 100-ஆண்டு. முகில்களின் போக்குப்பற்றி அறிந்து, அதை நிலவுலகிலுள்ள பொது வானிலையுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க விடப்பட்டது. நிலவுலகிற்கு மேலுள்ள முகில் அமைப்புக்கள் பற்றித் தெளிவில்லாத தொலைக்காட்சிப் படங்களை எடுத்தது.

வேன்கார்டு–3

1959-செப். 18-இல் இந்நிலா விடப்பட்டது. கூம்பு வடிவம் ; எடை 50-பவுண்டு ; வேன்கார்டு வரிசையில் கடைசி நிலா. வாழ்நாள் 40-ஆண்டு. நிலவுலகின் காந்தக் களத்தை அளக்கவும், கதிரவனின் X-கதிர்களை அளக்கவும், வான்வெளிச் சூழல்களை அளக்கவும் நிலாவில் கருவிகளிருந்தன. சுற்றுகாலம் 130-நிமி. எதிர்காலச் செயற்கை நிலாக்களுக்கும், வான் வெளிக் கப்பல்களுக்கும் வடிவ அமைப்பைத் (Design) திட்டப்படுத்த இது உதவி செய்யும். காந்த வெளிகள், கதிரவனிடமிருந்து வரும் X-கதிர்கள் முதலியவற்றையும் இது அளந்தது.

வேன்கார்டு திட்டத்தில் மூன்று நிலாக்களை அமெரிக்கா விட்டது. இத் திட்டத்திற்காக உருவாக்கப்பட்ட உறுப்புக்கள் மற்ற நிலாக்களுக்காகவும் பயன்படுத்தப் பட்டன.

3. டிஸ்கவரர் நிலாக்கள்*

அமெரிக்கச் செயற்கை நிலாத் திட்டங்களில், கால வரையறை இல்லாமல் நடைபெறும் திட்டம் டிஸ்கவரர் திட்டமாகும். இத்திட்டத்தில் இதுவரை 12-நிலாக்கள் விடப்பட்டுள்ளன; ஐந்து பொதிகைகள் (Capsules) மீட்கப்பட்டுள்ளன. வான் வெளியை வெல்லும்வரையில், இவ்வரிசையில் நிலாக்கள் ஏவப்படலாம்.

டிஸ்கவரர்–**1**

1958-பிப். 28-இல் விடப்பட்டது இந்நிலா. உருளை வடிவம்; வாழ்நாள் 5-நாட்கள்; எடை 1300-பவுண்டு. முதன் முதலில் முனைப் பகுதிகளின் வழியாக நிலவுலகை வலம் வருமாறு நிலா ஏவப்பட்டது.

டிஸ்கவரர்–**2**

1959-ஏப். 13-இல் விடப்பட்டது இந்நிலா. உருளை வடிவம்; வாழ்நாள் 13-நாட்கள்; எடை 1,600-பவுண்டு.

டிஸ்கவரர்–**5**

இந்நிலா 1959-ஆக. 13-இல் விடப்பட்டது. உருளை வடிவம்; எடை 1700-பவுண்டு. 17-ஆவது தடவையாக நிலவுலகை வலம் வரும்பொழுது, கருவிகளுள்ள அதன் முகப்பை மீட்கும் முயற்சி பலிக்கவில்லை.

டிஸ்கவரர்–**6**

இந்நிலா 1959-ஆக. 19-இல் விடப்பட்டது; உருளை வடிவம்; எடை 1,700 பவுண்டு.

---

*பா. 13. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் டிஸ்கவரர்கள், அகரவரிசை.

டிஸ்கவரர்–**7**

இந்நிலா 1959-நவ. 7-இல் விடப்பட்டது. எடை 300-பவுண்டு ; சுற்றுகாலம் 90-நிமி ; முனைச் சுற்றுவழியில் விடப்பட்டது ; பொதிகையைச் சுமந்து சென்றது ; நடுக்கமில்லாமல் சென்றது.

(டி-5, டி-6 ஆகிய இரு நிலாக்களிலும் நடுக்கமிருந்தது.)

டிஸ்கவரர்–**8**

இந்நிலா 1959-நவ. 20-இல் விடப்பட்டது ; இதுவும் நடுக்கமில்லாமல் சென்றது.

பொதிகையை மீட்க முடியவில்லை ; சுற்றுகாலம் 103-நிமி; வட-தென் சுற்றுவழியில் சென்றது.

டிஸ்கவரர்–**11**

இந்நிலா 1960-ஏப் 16-இல் விடப்பட்டது. முனைச் சுற்றுவழியில் சென்றது ; சுற்றுகாலம் 92-நிமி ; முகப்பு எடை 300-பவுண்டு (பொதிகையின் எடை); நிலாவின் எடை 1400-பவுண்டு; பொதிகையை மீட்கவில்லை.

டிஸ்கவரர்–**13**

இந்நிலா 1960-ஆக. 10-இல் விடப்பட்டது. குறுக்களவு 19′; நிலவுலகைச் சுற்றிவந்தது ; நிலாவினுள் பொதிகை இருந்தது. பொதிகையின் எடை 300-பவுண்டு. ஆக. 11-ஆம் நாள் 17-ஆவதுசுற்றில் பொதிகை வெற்றியுடன் மீட்கப்பட்டது ; பசிபிக் கடலில் விழுந்ததை ஹெலிகாப்டர் தூக்கிச் சென்றது. இந்நிகழ்ச்சி, வரலாற்றில், முதல் தடவையாக நிகழ்ந்தது; ஆகவே, சிறப்புடையது. வான் வெளிக்கு மனிதனை அனுப்பி, மீட்க இந்நிலா வழி செய்யும். பொதிகை சுற்றுவழியில் 27-மணி நேரமிருந்தது ; சுற்று வழியிலிருந்து கடலின் மேற்பரப்பை அடைய 7-நிமி ஆயிற்று (ஒ. பா. பூத்துனிக்குகள்: 5, 8, 9, 10).

படம் 15. 13-ஆவது டிஸ்கவரரிலிருந்து மீட்கப்பட்ட பொதிகையை அய்சன்கோவர் பார்வையிடுதல். —USIS

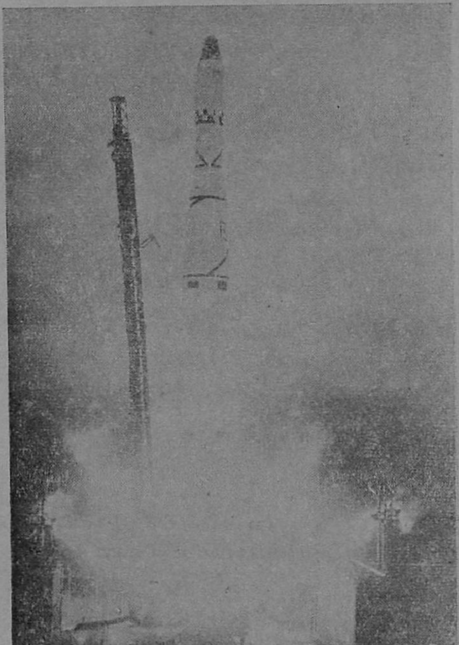
டிஸ்கவரர்—14

இது 1960-ஆகஸ்டுத் திங்களில் ஏவப்பட்டது. முனைச் சுற்று வழியில் சென்றது. இதிலிருந்த பொதிகை மீட்கப் பட்டது. காற்று வெளியின் நடுவே ஒரு தனி ஊர்தியால் (C-i 19) பிடிக்கப்பட்டது. பொதிகையில் இருந்த கருவி கள் வான் வெளிச் செலவிலுள்ள சிக்கல்களுக்குத்

தீர்வுகாணத் துணைசெய்யும். பொதிகையை மீட்டது, வரலாற்றில் இரண்டாம் தடவையாகும்.

டிஸ்கவரர்–**17**

இது 1960-நவ. 12-இல் விடப்பட்டது. நிலாவை தார்-அஜீனா B இராக்கெட்டு ஏவியது. இராக்கெட்டின்



படம் 16. டிஸ்கவரர் 17 ; இதைத் தார்-அஜீனா-B ஏவுதளத்திலிருந்து சுமந்து செல்லும் பொழுது, அதன் இரண்டாமடுக்கு எரிதல். —USIS

இரண்டாவது அடுக்கின் எடை 2,100-பவுண்டு; அடுக்கு முழுதும் முனைச் சுற்றுவழியை அடைந்தது. 31-ஆவது சுற்றில் நிலாவிலிருந்து 300-பவுண்டு எடையுள்ள பொதிகை பிரிக்கப்பட்டுப் பசிபிக் கடலில் மீட்கப்பட்டது. அஜீனு-B இன் நீளம் 25′; எடை 400-பவுண்டு.

டிஸ்கவரர்—**18**

இது 1960-டிச. 7-இல் விடப்பட்டது; வடதிசையாகச் சென்றது. 1,248,000-மைல் தொலைவு சென்றது. நிலாவிலுள்ள பொதிகையின் எடை 300-பவுண்டு. மனிதனின் சிவப்புத் தண்டெலும்பு (Bone marrow), குருதி அணுக்கள் (Blood cells), கண் திசு, பயிர் ஸ்போர்கள், நீர்ப் பாசி (Algae), ஆல்புயுமின் (Albumin), காமா குளோபின் (Gama gloubin) ஆகியவை புறவான் வெளிக் கதிர் வீச்சுக்கு உட்படுத்தப் பட்டன. பொதிகை மீட்கப்பட்டது; இதில் சென்ற பொருள்கள், மனிதனைக் கதிர் வீச்சு எந்த அளவுக்குத் தாக்கும் என்பதை ஆராயத் துணை செய்யும்.

டிஸ்கவரர்—**25**

இது 1961-ஜூன் 16-ஆம் நாள் விடப்பட்டது; எடை 2,100-பவுண்டு. சுற்றுகாலம் 91-நிமி. முனைச் சுற்று வழியில் சென்றது; அண்மைத் தொலைவு 140-மைல்; சேய்மைத் தொலைவு 250-மைல். 300-பவுண்டு எடையுள்ள பொதிகை நிலாவில் சென்றது. ஜூன் 19-இல் பசிபிக் கடலில் பொதிகை மீட்கப்பட்டது.

4. உதிரி நிலாக்கள்*

உதிரி நிலாக்கள் என்னும் வகையில் அமெரிக்கா 16-நில நிலாக்களை விட்டுள்ளது. இவை தந்த அரிய செய்திகள் பல.

---

*பா. 14. அமெரிக்க நில நிலாக்கள்: உதிரிகள், அகரவரிசை.

TAMIL NADU ARCHIVES LIBRARY No. 100409

அட்லாஸ் நிலா

இது 1958-டிச. 18-இல் ஏவப்பட்டது. ஒரு திங்களுக்குமேல் வான் வெளியில் வலம் வந்தது; எடை 8,700-பவுண்டு. முதல் தடவையாக விண் வெளியிலிருந்து மனிதக் குரலை நிலவுலகிற்குத் திரும்ப விடுத்தது; கிறித்துமஸ் வாழ்த்துச் செய்திகளை அய்சன்கோவருக்கு அஞ்சல் செய்தது.

டிராஸ்–1

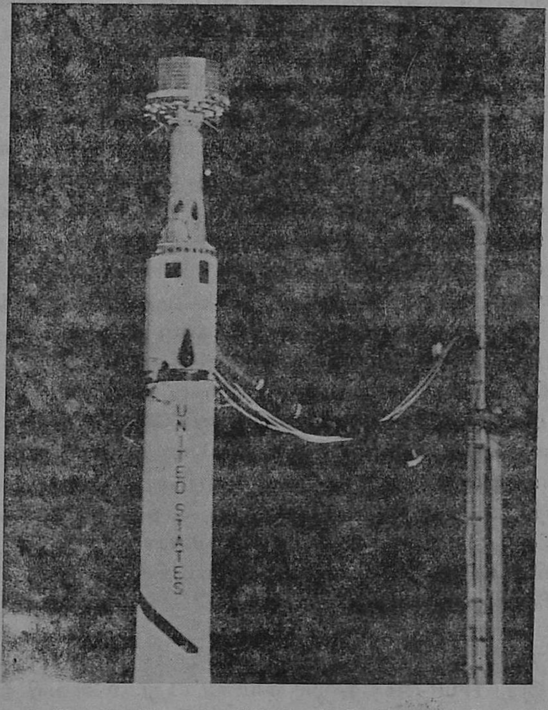
இது 1960-ஏப். 1-இல் விடப்பட்டது. நிலவுலகைச் சூழ்ந்துள்ள முகில் அடுக்கைப் படம் பிடிக்க விடப்பட்டது. படங்கள் முடிவியல் ஆராய்ச்சிக்குப் பயன்படும் (Teleological research). எடுக்கப்பட்ட மொத்த படங்கள், 25,000. நிலா வட-தென் சுற்றுவழியில் சென்றது. சென்ற உயரம் 720-கி. மீ; உருளை வடிவம்.

டிராஸ்–2

இது 1960-நவ. 25-இல் விடப்பட்டது. புதுவானிலை யறியும் நிலா ; எடை 280-பவு; பறை வடிவப்; சுற்றுவழி வட்ட வடிவம். 92' உள்ள 'டெல்டா' இராக்கெட்டுக்கு மேலிருந்தது. இரு தனித் தொலைக்காட்சிப் புகைப்படப் பெட்டிகளைச் சுமந்து சென்றது. மின்னணு வானிலை மனிதன் (Electronic weatherman) என்று இதற்குப் பெயர். அகச் சிவப்புச் சென்சான்களை (Infra-red sensons) அளக்கக் கருவி அமைப்புக்களைக் கொண்ட முதல் நிலா.

முகில் உறையின் புகைப்படங்களையும், வெப்ப நிலைச் செய்திகளையும் உயரத்தில் எடுத்தனுப்ப நிலா விடப்பட்டது. அறியப்படும் செய்திகள் 14-நாடுகளால் பகிர்ந்து கொள்ளப்படும். இதனால் அனைத்துலக அளவில் வானிலை முன்னறிவிப்புச் செய்ய இயலும். வானிலை இயல் கருவி

கள் நிலாவில் நிறைய இருந்தன. வானிலைப் பொறி நுட்பம், தோற்றம் முதலியவை பற்றி அறிய வாய்ப் புண்டு. அண்மைத் தொலைவு 406-மைல்; சேய்மைத் தொலைவு 431-மைல். விரைவு ஒரு மணிக்கு 16,680-மைல். சுற்றுகாலம் 98·2-நிமி. மக்கள் நெருக்கமுள்ள உலகின் எல்லாப் பகுதிகளின் வழியாகவும் சென்றது. சாய்வுக்



படம் 17. டெல்டா இராக்கெட்டின் மேல் டிராஸ்–2. —USIS

கோணம் 48·3°. உலக வானிலை முன்னறிவிப்பு, அனைத்துலகத் திட்டமாகக் கொள்ளப்பட்டு, அதற்கிணங்க இந் நிலா விடப்பட்டது. புயல்களைப் பற்றி முன்னெச்சரிக்கை செய்வதால், அவற்றினால் ஏற்படும் பேரிழப்புக்களைத் தடுக்கலாம்.

டிரான்சிட்–1-B

இது 1960-ஏப். 13-இல் விடப்பட்டது. உருண்டை வடிவம்; எடை 265-பவுண்டு. நாவாய்ப் போக்கு வரத்துக்குப் பயன்படும்; நாவாய் நிலா.

டிரான்சிட்–2-A

இது 1960-ஜூன் 22-இல் விடப்பட்டது. எல்லாப் பருவநிலைகளிலும் கப்பல் போக்கு வரத்துக்குப் பயன் படும். உலகம் முழுதும் மிகத் திருத்தமாகக் காலத்தைக் கணக்கிட உதவும். மின்னணுக் கடிகை நிலாவிலிருந்தது. 'தார்-ஏபிள்' இராக்கெட்டு இரு நிலாக்களைச் சுமந்து சென்றது. ஒரு நிலா டி—2-A; மற்றொன்று நிலா ஞாயிற்றின் கதிர் வீச்சைச் சரிபார்க்க விடப்பட்டது. ஒரே சமயத்தில் ஒரே இராக்கெட்டினால் இரு நிலாக்கள் சுற்று வழியில் விடப்பட்டன. வான் வெளி வரலாற்றில் இது ஒரு புதுமையாகும். இரு நிலாக்களும் வெற்றியுடன் சுற்று வழியை அடைந்தன. டி—2-A நிலாவுடன் சென்றது துணை நிலாவாகும். இது ஞாயிற்றின் கதிர் வகைகள், அவற்றின் செறிவு ஆகியவை பற்றிச் செய்திகள் அளித்தது. கதிரவனிடமிருந்து வெளிப்படும் அனைத்தும் பற்றி முதன் முதலாக முழு அளவுக்குச் செய்திகளைத் தெரிவித்தது.

மைடாஸ்–2

இது 1960-மே 24-இல் ஏவப்பட்டது. உளவறி நிலா; (Reconnaissance satellite). எறிபடைகள் ஏவப்படு

வதை உடனறியும். எடை 5,000-பவு; நீளம் 22′ ; குறுக்களவு 5′. இராக்கெட்டுகள் புறப்படும்பொழுது உண்டாகும் தீப்பிடிப்புக்களை அறிய அகச் சிவப்புக் கண்களைக் கொண்டது. இதிலுள்ள மின்னணுக் கருவி மிக அருமை வாய்ந்தது. வாழ்நாள் சில நாட்களே.

சேமாஸ்—2

இது 1961-ஜன. 31-இல் விடப்பட்டது. உளவறி நிலா ; முனைச் சுற்றுவழியில் விடப்பட்டது ; சுற்றுகாலம் 90-நிமி. நிலவுலகின் (மேற்பரப்பின்) ஒவ்வொரு பகுதியும் அதன் புகைப்படப் பெட்டியின் நோக்கில் அடங்கிற்று. முதல் தடவையாக உருசியா இந்நிலாவின் கண்ணிற்குத் தென்பட்டது. 20-நாட்களுக்குத் தான் நிலா வேலை செய்யும் என அறிவிக்கப்பட்டது ; உற்று நோக்கு ஆராய்ச்சி நிலாவுமாகும். வான் வெளியையும், காற்று வெளியையும், நிலவுலகின் தன்மையையும் உற்று நோக்க விடப்பட்டது. நிலாவின் எடை 4100-பவு ; உயரம் 22′. மாறிய அட்லாஸ் இராக்கெட்டு காற்றுவெளிக்கு அப்பால் நிலாவைக் கொண்டு சென்றது. இரண்டாவது அடுக்கான அஜீனு இராக்கெட்டு, நிலாவைச் சுற்றுவழியில் விட்டது.

எதிரொலி—1

இது 1960-ஆக. 12-இல் விடப்பட்டது. வானொலி நிலா ; ஒரு வானக் குமிழியாகும். 100′ குறுக்களவுள்ளது. அலுமினியப் பூச்சுடைய பிளாஸ்டிக்கலான ஒரு கோளம். நிலாவினுள் மக்னீசியத்தாலான கொள்கலம் ஒன்றிருந்தது. நிலாவின் எடை 167-பவு. அண்மைத் தொலைவு 945-மைல் ; சேய்மைத் தொலைவு 1,049-மைல் ; சாய்வுக் கோணம் 47·2°; சுற்றுகாலம் 118-நிமி. விண்கொள்ளிகளினால் தாக்குற்றுப் பழுதடையுமானால், தானாகவே மூடிக்

கொள்வதற்குரிய கருவி அமைப்பு ஒன்று நிலாவி லிருந்தது.

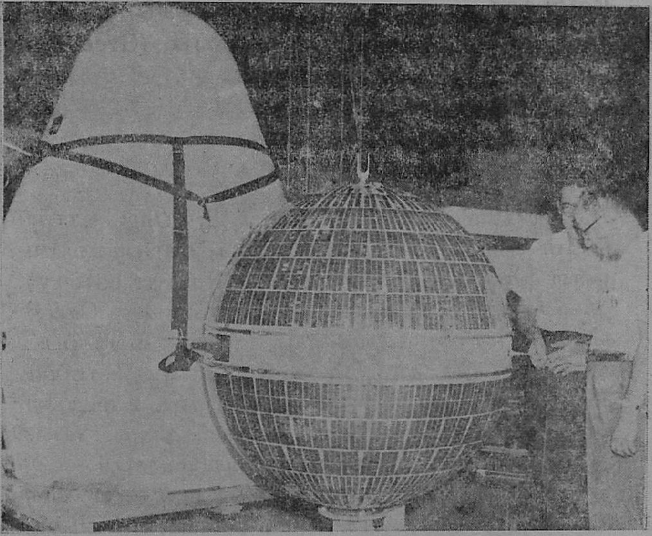
இது செய்திகளை அஞ்சல்செய்ய விடப்பட்டது. குரல் களையும், புகைப் படங்களையும் வானொலி அலைகள் வாயி லாக நெடுந்தொலைவுக்கு மறிப்பு முறையில் அனுப்ப வல்லது ; எதிர்காலத்தில் உலக அளவில் செய்தித் தொடர்புகொள்ள உதவும். இந்நிகழ்ச்சி (எதிரொலியை ஏவியது) வான் வெளிக் காலத்தில் நடந்த ஓர் அரிய நிகழ்ச்சியாகும். உலக அளவில் செய்தித் தொடர்பு கொள்வது வானொலி, தொலைக் காட்சி, தொலைப்பேசி ஆகியவற்றால் நடைபெறும். இது குமிழிவகை நிலாக் களுக்கு முன்னோடியாகும். இதன் வாழ்நாள் சில ஆண்டுகள்.

கோரியர்–**18-B**

இது 1960-அக். 4-இல் விடப்பட்டது. காந்தமூளை நிலா (Magnetic brain satellite). குறுக்களவு 61"; உருண்டை வடிவம் ; எடை 500-பவு. இதில் 5-காந்த நாடாப் பதிவிகள் இருந்தன ; கதிரவன் மின்கலங்களும் இருந்தன. இது 1-நிமிக்கு 68,000-சொற்களை ஒரே சம யத்தில் பெறவும், விடுக்கவும் கூடும் ; 12-நிமியில் விவிலிய நூலை மனப்பாடம் செய்து கண்டங்களுக்கிடையே விடுக் கும். உலக அளவில் நடைபெற இருக்கும் போர்த் துறைச் செய்தித் தொடர்பு ஏற்பாட்டிற்கு இது முன்னோடி. நிலவுலகை வலம்வந்த உயரம் 436-649-மைல்.

இரட்டை நிலா

இது 1961-பிப். 21-இல் விடப்பட்டது. இதில் இரு நிலாக்களிருந்தன. இவற்றில் ஒன்று நாவாய்ப் போக்கு வரத்து நிலா ; மற்றொன்று ஒட்டு நிலா (Hitch-hiker) இதன் அடை பெயர் (Nickename) இலாஃப்டி ஆகும்.



படம் 18. கொரியர்; அருகில் சுமந்துசெல்லும் தார்-ஏபிள்-ஸ்டார் இராக்கெட்டு —USIS

முன்னதின் எடை 250-பவு. பின்னதின் எடை 50-பவு. ஏவுதல் பாதி வெற்றியில் முடிந்தது. 'ஏவிய' தார்-ஏபீள் இராக்கெட்டின் கடைசி அடுக்கிலிருந்து இரு நிலாக்களும் பிரியாமல், மூன்றும் சேர்ந்து சுற்றுவழியில் வலம்வந்ததே பாதி வெற்றிக்குக் காரணமாகும். சேய்மைத் தொலைவு 617-மைலிலும், அண்மைத் தொலைவு 104-மைலிலும் இருக்குமாறு சீரற்ற சுற்றுவழியில் (Irregular orbit) மூன்றும் வலம்வந்தன. ஆகவே, சுற்றுவழித்திரிபு காரணமாக வாழ்நாள் சில வாரங்களே ; திட்டமிட்டபடிப் பல ஆண்டுகளல்ல.

மூன்று நிலா

பெயர் : டிரான்சிட் 4-A; கிரீப்-3 (Greeb-3); இன்ஜன் (Injun).

ஏவிய நாள் : ஜூன் 29, 1961.

அமைப்பு

நிலாக்களின் மொத்த எடை 270-பவு; டிரான்சிட்டின் எடை 175-பவு. இதில் திராட்சைப்பழ வடிவமுள்ள அணுக்கரு மின்கல அடுக்கு (Nuclear battery) ஒன்றிருந்தது. இக்கலம் இரு வானொலிச் செய்திகளையும், மற்றக் கருவிகளையும் இயக்க வைக்கப்பட்டிருந்தது. இக் கலத்தின் உள்ளகம் புளூடோனியம் 238-ஆல் ஆனது. இன்ஜன்: 40-பவு. எடை உடையது; பறை வடிவம். இதன் வேலை வட ஒளிகளையும், வான் ஆலன் கதிர் வீச்சு வளையத்தையும் ஆராய்வதாகும்.

கிரீப்பின் எடை 55-பவு. இது நுண்ணிய இரு உணர் கருவிகளைச் (Sensitive detectors) சுமந்து சென்றது. இதன் வேலை கதிரவன் வெளியிடும் X-கதிர்களை அளப்பதாகும்.

ஏவுதலும் சுற்றுவழியும்

நிலாவை மூன்றடுக்கு தார்-ஏபிள்-ஸ்டார் இராக்கெட்டு ஏவியது. மூன்று நிலாக்களும் தனித்தனியான ஆனால் ஒத்த சுற்றுவழிகளை (Identical orbits) அடைந்தன. சுற்றுவழி உயரம் நிலவுலகிற்கு மேல் 600-மைல். ஏவிய 4-நிமிக்குப் பின், விண்ணில் நிலா தென் மேற்காகச் சென்றது. ஏவிய 15-நிமிக்குப் பின், இரண்டாமடுக்கு நிறைவுடன் பற்றியது. முதலடுக்கு பிரிந்தபின், இரண்டாமடுக்கு பற்றத் தொடங்கியது; பற்றியது திட்டமிட்டபடியே நடந்தது. 285-வினடி இயங்குமாறு

இரண்டாமடுக்கு அமைக்கப்பட்டிருந்தது. இதற்குப் பின், மூன்று நிலாக்களும் சுற்றுவழியை அடைந்தன.

செய்திகள்

மூன்று நிலாக்களிலுமுள்ள கருவிகள் இயல்பாக இயங்கின; குறிபாடுகள் பெறப்பட்டன. அணுக்கரு மின் கலம் திட்டமிட்டபடி இயங்கியது. கலத்தின் பெயர் 'ஸ்னப்' (Snap).

சிறப்பு

1. முதல் தடவையாக மூன்று நிலாக்களும் ஒரே இராக்கெட்டிலிருந்து ஏவப்பட்டன. ஒரே சமயத்தில், ஆனால் ஒத்த வழிகளில் மூன்றும் சென்றன. இது போலச் சோவியத் நாடு செய்யவில்லை.

2. வெடிமருந்து ஏற்றங்கள் (Explosive charges) வாயிலாகச் சுமப்பு இராக்கெட்டிலிருந்து மூன்றும் பிரிக்கப் பட்டு, வெற்றியுடன் சுற்றுவழியை அடைந்தன.

வான் வெளி நிலா

இது 1961-மே. 24-இல் விடப்பட்டது. இதனுடன் இராக்கெட்டும் வான் வெளிக்குச் சென்றது. இதுவரை யாரும் கண்டறியாத வான்வெளிப் புதுமைகளை இந்நிலா கண்டறியும்.

தொலை நோக்கி நிலா

பெயர் : வான் வெளித் தொலை நோக்கி நிலா (Space-telescope satellite)

விட்ட நாள் : ஏப். 27, 1961.

நோக்கம் : விண்ணகத்தின் கதிர்வீச்சு மறைவுகளை (Radiation mysteries of the universe) ஆராய்தல்.

பிற

இதை இராக்கெட்டு ஜூனோ-2 ஏவியது. இதன் நீளம் (இராக்கெட்டின்) 76′; நான்கு அடுக்குகளைக் கொண்டது. ஏவப்பட்ட நிலாவின் எடை 95-பவு. நிலா சுற்றுவழியை அடைந்தது.

5. மர்க்குரி நிலாக்கள்*

இவை மர்க்குரித் திட்டத்தில் விடப்படுபவை. இத் திட்டம் மனிதனை வான் வெளிக்கு அனுப்பும் நோக்கத்தோடு உருவாக்கப்பட்டது. வான் வெளியை வெல்லும் வரை இத் திட்டம் செயற்படும். இத்திட்டத்தில் இது வரை மூன்று நிலாக்கள் ஏவப்பட்டுள்ளன.

மர்க்குரி நிலா–1

பெயர் : வான் வெளி மர்க்குரிப் பொதிகை-1.
விட்ட நாள் : ஏப். 28, 1961.
நோக்கம் : மனிதன் வான் வெளிக்குச் செல்லுவதற்கு முதற்படியாக விடப்பட்டது.

அமைப்பு

பொதிகையின் எடை $1\frac{1}{2}$-டன். பொதிகையில் எடைக் குறைவான மனித அளவுள்ள இரு 'செயற்கை மனிதர்' சென்றனர். ஓரடுக்கு சின்ன ஜோ இராக்கெட்டு பொதிகையை ஏவியது. இராக்கெட்டின் எடை $18\frac{1}{2}$-டன்.

---

*பா. 15. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : மர்க்குரிகள், அகரவரிசை.

ஏவுதலும் இறங்குதலும்

12,000-மீட்டர் உயரத்தில் துணை இராக்கெட்டு ஒன்று பொதிகையைச் சுமப்பு இராக்கெட்டிலிருந்து வெளித்தள்ளியது. பொதிகை வெளித்தள்ளப்பட்டதும், முதலில் சிறுநிலைப்பு விண்குடை (stabilizing parachute) திறந்தது. பின், பெரிய விண்குடை விரிந்து, பொதிகையின் இறக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தியது. ஏவிய 5-நிமி கழித்துப் பொதிகை விண் குடையுடன் அட்லாண்டிக் கடலில் விழுந்தது. கடலில் விழுந்த பொதிகையை ஹெலிகாப்டர் மீட்டது.

மர்க்குரி நிலா–2

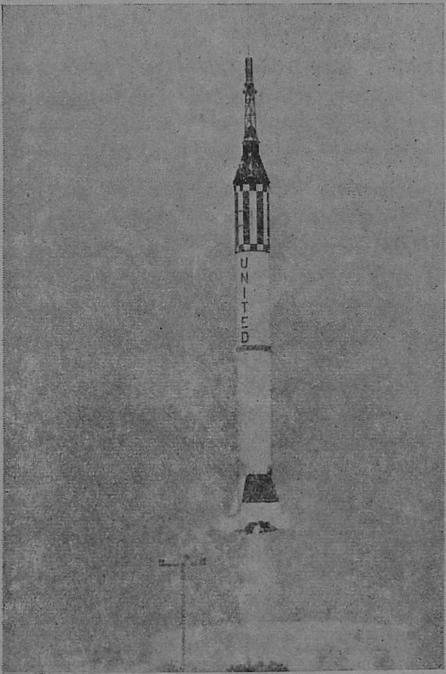
பெயர் : மர்க்குரி நிலா-2.
விட்ட நாள் : ஜன. 31, 1961.

செய்திகள்

மர்க்குரி நிலாவில் ஹாம் என்னும் வாலில்லாக் குரங்கு, வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பியது. குரங்கு சென்ற தொலைவு 420-மைல். குரங்கு கறுத்த மாநிறமுடையது ; எடை 37-பவு. கிளம்புகின்ற பொழுது எடை மிகுதி, அதன் எடையைப்போல் 7-மடங்கு ; இறங்குகின்றபொழுது அதன் எடையைப் போல் 12-மடங்கு எடை மிகுதியினால் உடல் அழுத்தப் பட்டது. மிகுதியான ஈர்ப்பு ஆற்றல்களே இதற்குக் காரணமாகும். குரங்கு வான் வெளியில் 'தங்கி' எடையின்மையை 5-நிமி அளவுக்கு நுகர்ந்தது. இதன் வயது $3\frac{1}{2}$; ஆப்பிரிக்காவில் பிறந்தது. இதனுடைய இதயத் துடிப்பு, மூச்சு விடுதலின் வீதம், வெப்பநிலை முதலியவை பதிவு செய்யப்பட்டன. 'ரெட்ஸ்டோன்–மர்க்குரி–ராக்கெட்டு நிலாவை ஏவியது.

படம் 19. செலவிற்குப்பின் மர்க்குரி நிலாவில் நலமுடன் காணப்படும் ஹாம் என்னும் குரங்கு.

—USIS



படம் 20. மர்க்குரிப் பொதிகையுடன்
'ரெட்ஸ்டோன்' இராக்கெட்டு கிளம்புதல். —USIS

மர்க்குரி நிலா–3

பெயர் : மர்க்குரி நிலா-3.

விட்ட நாள் : மே-5, 1961.

நோக்கம் : வான் வெளிக்கு மனிதனை அனுப்பி, நல முடன் திரும்பப் பெறுதல்.

அமைப்பு

நிலாவின் எடை 2,000-பவு. உயிர் நலமுடன் வாழ் வதற்குரிய எல்லா ஏற்பாடுகளும் நிலாவிலிருந்தன. மற்றும், செய்தித் தொடர்புக்கும், உற்று நோக்கலுக்கும் வேண்டிய ஏற்பாடுகளும் நிலாவிலிருந்தன. சிறப்பாக, நிலா இறங்கும்பொழுது விரைவைக் குறைக்க மூன்று பின்னியங்கு இராக்கெட்டுகள் (Retro-rockets) அதில் இருந்தன.

செய்திகள்

1. எல்லா ஏற்பாடுகளும் கருவிகளும் இயல்பாக இயங்கின.

2. ஆலன் ஷெப்பர்டு என்னும் அமெரிக்க முதல் வான் வெளி மனிதர் வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பினர்.

3. எடையின்மை 5-நிமி வரை நீடித்தது.

4. தெளிவான குரலில் ஷெப்பர்டு செய்தி தெரி வித்தார்.

5. ஷெப்பர்டு 11-ஈ. விரைவாக்கத்தைத் தாக்குப் பிடிக்க முடிந்தது.

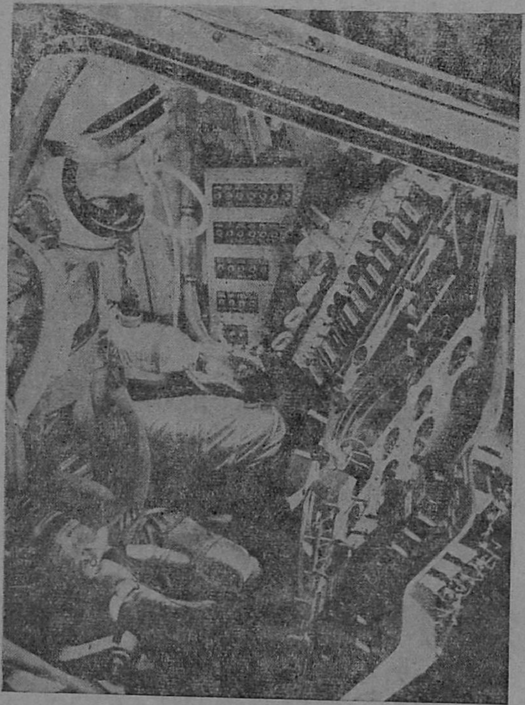
6. உடற் கோளாறுகள் அல்லது நோய்கள் உண்டாகவில்லை. பொதிகை மீண்டும் காற்றுவெளியில் நுழைந்தபொழுது ஏற்பட்ட 3000°F-வெப்ப நிலையினால், ஷெப்பர்டின் உடலில் கொப்புளங்கள் உண்டாயின.

7. பொதிகை சென்ற உயரம் 115-மைல்; சென்ற விரைவு 1-மணிக்கு 5,100-மைல் ; சென்ற வழி, துணைச் சுற்றுவழி (Sub-orbit). செலவிற்கான நேரம் 15-நிமி. (16½-நிமி).

8. எரி நேரம் (Blast-off time) 13-விநுடி. ஏவிய 6-நிமி 30-விநுடிக்குப் பின், பின்னியங்கு இராக்கெட்டு கள் பிரிக்கப்பட்டன. 90-மைல் உயரத்திற்குமேல் இராக் கெட்டிலிருந்து பொதிகை பிரிந்தது. திரும்பும்பொழுது பொதிகையின் இயக்கம் ஷெப்பர்டினுல் கட்டுப்படுத்தப் பட்டது. ஷெப்பர்டு பொதிகையிலுள்ள இராக்கெட்டு களைப் பற்றவைத்தது குறிப்பிடத்தக்கது. முதலில் பின் னியங்கு இராக்கெட்டுகள் வேலை செய்து, பொதிகையின் விரைவைக் குறைத்தன. கடைசியாகப் பொதிகை அட் லான்டிக் கடலில் விழுந்தது ; ஹெலிகாப்டரால் மீட்கப் பட்டது.

9. எடை மிகுதியைத் தாக்குப்பிடிக்க வேண்டி யிருந்ததால், ஷெப்பர்டு தமது செலவின் பெரும் பகுதி யைக் கண்களை மூடிக்கொண்டே செய்யநேர்ந்தது; கருவி களைத் தொட்டே உணர முடிந்தது.

10. செலவு கடுமைமிக்கது என்று சொல்வதற்கில்லை. விரைவாக்கம், எடையின்மை, மீளுகை ஆகிய நிலைமை களில், ஷெப்பர்டின் முக மாறுபாடுகளை அறிய, வண்ணப் படம் ஒன்று எடுக்கப்பட்டது. விரைவாக்கத்தின் பொழு தும், மீளுகையின் பொழுதும் தோலில் கொஞ்சம் நிற மாற்றம் ஏற்பட்டது. ஈர்ப்பு ஆற்றல்கள் மிகுதியாக உண் டான நிலைமையில் உடல் அழுத்தப்பட்டது ; கண்களை மூட நேர்ந்தது. எடையின் நிலைமையில் உடலில் கட்டப் பட்ட கச்சைகள் மிதந்தன ; விண் வெளி இருள்படர்ந்தே காணப்பட்டது.



படம் 21. வான் வெளி உடையுடன் ஷெப்பர்டு. —USIS

சிறப்பு

1. வான் வெளி ஓட்டத்தில் அமெரிக்கா, உருசியாவுக்கு அடுத்த நிலையில் உள்ளது.

2. ஷெப்பர்டு, காகரினுக்குப் பின் சென்ற இரண்டாம் வான் வெளி மனிதர் ; முதல் வான் வெளி வலவர்.

3. ஷெப்பர்டின் செலவு $2\frac{1}{2}$-ஆண்டு உழைப்பினலும், 400-மில்லியன் டாலர்செலவினலும்வெற்றியாக முடிந்தது.

4. தம்முடைய அலுவல்களை ஒதுக்கி வைத்து விட்டுக் கென்னடி, ஷெப்பர்டின் செலவைத் தொலைக் காட்சி வாயிலாகப் பார்த்தார்.

விளைவு

1. வான் வெளித் திட்டத்திற்கு அமெரிக்கா நிறை யப் பணம் ஒதுக்கும். இத்திட்டம் செம்மையுற எல்லா வகையிலும் ஆக்கமும், ஊக்கமும் அளிக்கும்.

2. இதுபோன்ற பல துணைச் சுற்றுவழிச் செலவுகள் மேற்கொள்ளப்படும்.

3. இச்செலவு சுற்றுவழிச் செலவிற்கு முதற்படி.

4. வான் வெளி வெல்லுகையில் அமெரிக்காவின் மதிப்பு உயர்ந்தது. "வான் வெளிச் செலவில் உருசியா வைக் காட்டிலும் நாங்கள் பின்தங்கிய நிலையில் இல்லை" என்னும் ஒரு பெரிய குறை - ஏக்கம் அமெரிக்கர்கள் உள்ளத்திலிருந்து நீங்கிற்று.

ஷெப்பர்டின் தகுதிகள்

1. திண்ணிய உடல்-உள்ளத்திறம்.
2. உயர்ந்த நுண்ணறிவு.
3. சுவைபடப் பல பொருள்களைப் பற்றிப் பேசும் திறம்.
4. தலைமை ஏற்பதற்குரிய நிறைந்த பண்புகள்.
5 உடற்பயிற்சிக் கலையில் தேர்ச்சி.

மேற்கூறிய தகுதிகளினல் ஷெப்பர்டு* தமது வான் வெளிச் செலவை மேற்கொள்ள முடிந்தது. (ஒ. பா. காகரின் தகுதிகள்).

---

*பா. 16. காகரின் × ஷெப்பர்டு, அகரவரிசை.
,, 16அ. டிட்டோவ் × கிரிசம், ,,

9. அமெரிக்கக் கோள் நிலாக்கள்*

பயனியர் வரிசையில் அமெரிக்கா நான்கு கோள் நிலாக்களை விட்டது. அவை பற்றிய செய்திகளை இவ் வியலில் சுருக்கமாகக் காண்போம்.

பயனியர்–1

பெயர் : பயனியர்-1.

விட்ட நாள் : அக். 11, 1958.

அமைப்பு

இராக்கெட்டின் 85-பவுண்டு முகப்பு எடையில் 25-பவுண்டு கருவிகளிருந்தன. இக்கருவிகள் திங்களின் மறைந்த பகுதியைப் படம் எடுத்து அனுப்புவதற்காக வைக்கப்பட்டிருந்தன.

செய்திகள்

1. முதல் 65,000-மைல் செலவில் ஒரே ஒரு விண்கல் தாக்கிற்று (ஓ. பா. உ—3).

2. கதிர் வீச்சு அளவீடுகள் மிகச் சிறந்தவை; மனிதனுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கும் கதிர் வீச்சு மேலே செல்லச் செல்ல மிகுதியாக இல்லை. 10,000 மைல் உயரத்தில் வீச்சின் அளவு குறையத் தொடங்குகிறது. 60,000-மைல் உயரத்தில், 10,000-மைல் உயரத்தில் இருந்ததில் 6-இல் 1-பங்குதான் வீச்சின் அளவு உள்ளது. கதிர் வீச்சுக் கற்றை 5000—6000-மைல் தடிமனுள்ளது.

3. எதிர்பார்த்த அளவுக்கு வான் வெளியில் வெப்ப நிலை மிகுதியாக இல்லை.

---

*பா. 17. அமெரிக்கக் கோள் நிலாக்கள், அகரவரிசை.

4. வான் வெளிச் செலவிற்குப் பெருந்தடையாக இருந்த நில ஈர்ப்பை நிலா தாண்டிற்று (ஒ. பா. உலூனிக்குகள்).

செலவு

இந்நிலா திங்களை ஆராயும் திட்டத்தில் விடப்பட்டது. இதைத் தார்–ஏபிள் இராக்கெட்டு ஏவியது. இந்த இராக்கெட்டின் நீளம் 88′; மூன்று அடுக்கை உடையது. இந்நிலா அக். 11-ஆம் நாள் வீசப்பட்டது ; அக். 12-ஆம் நாள் 70,000-மைல் வரை சென்று, அக். 13-ஆம் நாள் நிலக்காற்று வெளியை அடைந்து எரிந்தது. இது திட்டமிட்டபடித் திங்களுக்கு 50,000-மைல் அருகிலிருக்குமாறு செல்லவில்லை ; திங்கள் வழியில் மூன்றில் ஒரு பகுதியை மட்டுமே கடந்தது. சென்றவரை உயர்வரை உயரம் 79,212-மைல் ; இவ்வுயரத்தை 24-மணி நேரத்தில் அடைந்தது ; திரும்ப 20-மணி நேரத்தில் நிலவுலகை அடைந்தது. திங்களின் சுற்றுப்புறத்தை $2\frac{1}{2}$-நாட்களில் அடையுமாறு அமைக்கப்பட்டிருந்தது. 108·03-மெகாசைக்கிளில் குறிபாடுகள் பெறப்பட்டன.

தோல்விக்குரிய காரணங்கள்

1. குறியுடன் நிலா செலுத்தப்படவில்லை ; குறிப்பிட்ட கோணத்தில் செல்லாமல், $3\frac{1}{2}^{0}$-மிகுதியான கோணத்தில் சென்றது ; முதல் அடுக்குக் கோணம் மிகச் செங்குத்தாக இருந்தது.

2. கிளம்பியபொழுது விரைவு 1-மணிக்கு 3,500-மைல். ஆனால், நீள்வட்டச் சுற்றுவழியை அடையவேண்டிய விரைவு 1-மணிக்கு 25,000-மைல். இவ்விரைவை நிலா அடையவில்லை.

3. இரண்டாமடுக்கின் தானியங்கு மூடும் கருவியமைப்பு மூடிவிட்டதால் (Shut-off device) நிலா இயங்கவில்லை

4. கடைசி 2-மணி நேரச் செலவில், பின்னியங்கு இராக்கெட்டை இயங்கச்செய்ய மேற்கொள்ளப்பட்ட முயற்சி பலிக்கவில்லை. நிலாவின் இறுதியடுக்கும் இயங்கத் தவறியது இறுதியடுக்கை இயக்கும் பொறிநுட்பம் வேலை செய்யாததால் தவறு ஏற்பட்டது. நிலாவின் வழி மாற்றமே இதற்குக் காரணமாகும்.

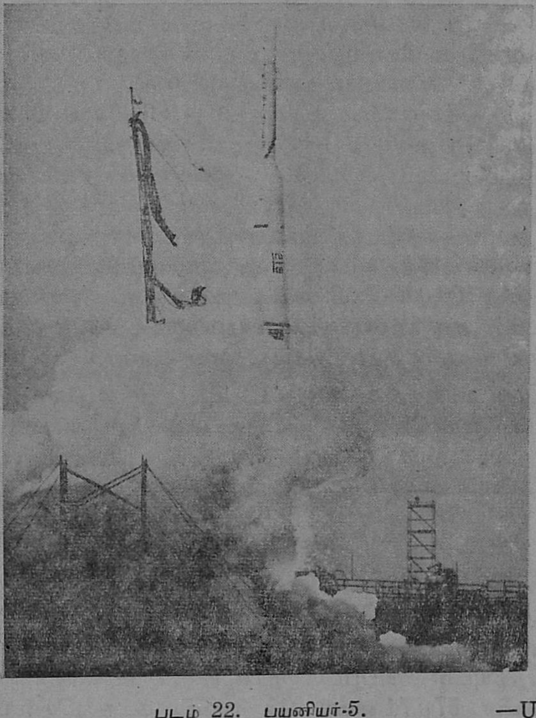
பயனியர்–3

1958-டிச. 6-இல் இந்நிலா விடப்பட்டது; திங்களை அடையவில்லை; காற்று வெளியை அடைந்து எரிந்தது; 65,000-மைல் தொலைவுவரை சென்றது. இதை இராக்கெட்டு ஜூனோ-2 வீசியது; எடை 13-பவு; பொன் தகட்டால் வேயப்பட்ட நிலா. 1-மணிக்கு 25,000-மைல் விரைவில் செல்லத் தவறியது; நிலவுலகைச் சுற்றி இரண்டாம் கதிர் வீச்சு வெளி இருப்பதைக் கண்டறிந்தது (ஓ பா. உ–1).

பயனியர்–5

இது 1960-மார்ச் 11-இல் ஏவப்பட்டது; எடை 94·8-பவு; குறுக்களவு 26". ஞாயிற்றின் கதிர்வீச்சை அறிய, காந்தக் களத்தை அறிய, நுண் விண் கற்களை அறிய நிலாவில் கருவிகளிருந்தன நிலவுலகின் காந்தக் களம் 60,000 மைல் வரை பரவியுள்ளது எனச் செய்தி கிட்டியது. இயற்கைக் கோள்களுக்கிடையே இனந்தெரியாத ஒரு புதுக் காந்த வெளி இருப்பதாகக் கண்டு பிடித்தது இந்நிலா. நிலவுலகின் நடுக்கோட்டிற்கு 40,000-மைல் உயரத்தில் மெதுவடை உருவத்திலுள்ள 'மின்னணுக்கள் வந்துகொண்டிருப்பதாக நிலா உறுதிப்படுத்திற்று. நிலா கதிரவன் நிலாவாகும். சுற்றுகாலம்

311-நாள். 4,07,000-மைல் சென்று புதுப் பதிவுக் குறிப்பை (Record) ஏற்படுத்தியது. உருசிய உ-1, 3,90,000 மைல் தொலைவைத்தான் அடைந்தது. சுற்றுவழி நிலவுலகிற்கும் வெள்ளிக்கும் இடையில் இருக்குமாறு அமைந்துள்ளது ; கோள் நிலாக்களில் வெற்றியுடன் ஏவப்பட்ட இரண்டாவது நிலா இது.



படம் 22. பயனியர்-5. —USIS

நிலா தந்த செய்திகளிலிருந்து அமெரிக்க அறிவியலார் கொண்ட முடிவுகள் :

1. புற வான் வெளியில் கதிரவன் துகள்கள் திரிந்து கொண்டிருக்கின்றன.

2 முன் நினைத்தவாறு விண் கதிர் வீச்சின் திடீர் இறக்கம், நிலவுலகின் காந்தக் களத்தோடு தொடர்புடையதன்று.

3. புற வான் ஆலன் (Van Allen) கதிர் வீச்சு வளையத்தின் செறிவு கதிரவனிடமிருந்து வெளிப்படும் மின்னணுக்களின் ஓட்ட விளைவினாலன்று.

4. நிலவுலகிலிருந்து 50,000—100,000-கி. மீ. வரையுள்ள தொலைவில் மின்னோட்ட வளையம் (Belt of electric current) 5,000,000—ஆம்பியர் செறிவை அடைகிறது.

5. பகுத்தறியக்கூடிய காந்தக் களம் இருப்பதை நிலா கண்டறிந்தது. இக்களம் நிலவுலகின் மேற்பரப்பிலிருந்து 100,000-கி. மீ. வரை விரிகிறது.

6. அளந்தறியக்கூடிய கோள் இடைக் காந்தக் களம் உள்ளது என்பதற்குச் செய்திகள் உள்ளன.

பயனியர் வரிசையில் விடப்பட்ட கடைசி நிலா இது ; சிறப்புடனும் வெற்றியுடனும் ஏவப்பட்டது ; பல தடவைகள் வானொலிச் செலுத்திகளைத் திருப்பிச் செய்திகள் பெறப்பட்டன ; வாழ்நாள் பல ஆண்டுகள்.

பயனியர்–4

இது 1959-மார்ச் 3-இல் விடப்பட்டது. கூம்பு வடிவம்; எடை 13·4-பவு ; பொன் தகடு வேயப்பட்டது. வாழ்நாள் பல கோடி ஆண்டுகள். பயனியர் வரிசையில் வெற்றியுடன் விடப்பட்ட முதல் நிலா, திட்டமிட்டபடியே திங்களை 37,771-மைல் தொலைவில் கடந்துசென்றது ;

கதிரவனைச் சுற்றிவரத் தொடங்கியது. சுற்றுகாலம் 392-நாட்கள் ; நிலவுலகிலிருந்து 40,700-மைல் உயரம் சென்ற வரையிலும் செய்திகள் கிடைத்தன. இது கதிரவன் நிலா.

1961-ஆம் ஆண்டு ஜூன் திங்கள்வரை இரு நாடுகளாலும் ஏவப்பட்ட மொத்த நிலாக்கள் 59*. இவற்றில் 45-அமெரிக்க நிலாக்கள் : 4-கோள் நிலாக்கள், 41-நில நிலாக்கள் ; 14-உருசிய நிலாக்கள் : 4-கோள் நிலாக்கள்; 10-நில நிலாக்கள். அமெரிக்க நில நிலாக்களில் 26-உம், கோள் நிலாக்களில் 2-உம் (ப-3, ப-4) இன்னும் வலம் வந்துகொண்டிருக்கின்றன. சேமாஸ் உட்பட 11-நிலாக்கள் செய்தி தந்த வண்ணம் உள்ளன. உருசிய நில நிலாக்களில் 2-உம் (பூ-4, பூ-7); கோள் நிலாக்களில் 2-உம் (உ-1, உ-4) இன்னும் வலம் வந்தவண்ணம் உள்ளன. இவற்றில் ஒன்றும் செய்தி தரவில்லை.

---

*பா. 17. ஏவிய வான் வெளிப் பொருள்கள். அகர வரிசை.

10. செயற்கை நிலாவின் பயன்கள்

செயற்கை நிலாக்களின் போர்ப் பயன்களைவிட, ஆராய்ச்சிப் பயன்களே சிறப்புடையவை. ஆகவே, ஆராய்ச்சிப் பயன்களைப்பற்றி இவ்வியலில் சுருக்கமாகக் காண்போம்.

கொள்கை

கண்டங்களின் சார்பு இயக்கங்களைப் (Relative movements) பற்றிய தற்கோளைக் கொள்ள அல்லது தள்ள ; நிலவுலகின் தட்ப வெப்ப நிலை சீராகிறது என்பதை ஆராய ; பனி உறையும் (Ice cover) சீராக உருகுகிறது என்னும் தற்கோளை உறுதிசெய்ய; ஐன்ஸ்டைனின் கொள்கையை ஆராய ; சுழி ஈர்ப்பு நிலைமைகளில் (Zero gravity conditions) எல்லாவகை விலங்குகளும், பயிர்களும் பொதுவான ஈர்ப்பு நிலைமைகளில் வளர்வதைவிட, விரைவாக வளரும் என்னும் சியால்கோவிசுகியின் கருத்தை மெய்ப்பிக்கச் செயற்கை நிலாக்கள் பயன்படும்.

இயல்

வானியல் உற்று நோக்கல்கள் செய்யலாம். அமெரிக்கப் பயனியர் நிலாக்களும், உருசிய உலூனிக்குகளும் வானியல் உற்று நோக்கல்களுக்குப் பயன்பட்டன. வானிலை இயல் உற்று நோக்கல்களை மேற்கொண்டு, திருத்தமான வானிலை முன்னறிவிப்பைத் தெரிவிக்கலாம்.

உயிரியல் ஆராய்ச்சிக்கு உதவும் ; உடலியல், உளவியல் செயல் முறைகளில் (Psychological processes) எடையின்மையை ஆராயலாம். மனித உடலில் ஏற்படும் விண் கதிர்வீச்சு, ஞாயிற்றின் கதிர்வீச்சு ஆகியவற்றின் தாக்குதலையும், மற்றும் மூச்சு விடுதல், நரம்பாக்கம்

(Nervous activity) முதலியவற்றையும் ஆராயப் பயன் படும்.

பூ-2, பூ-5, பூ-8, பூ-9 (நாய்கள்); பூ-10 (காகரின்) ஆகிய உருசிய நில நிலாக்களில் உயிரியல் ஆராய்ச்சி நடந்தது.

கடல்

கடல்களையும், கண்டத் தொலைவுகளையும் அளக்கலாம். கடல் மேற் பரப்புக்களில் ஏற்படும் மட்டத் தாழ்வுகளையும் (Depressions), நிலவுலகின் வடிவ மாற்றத்தையும், ஆர்டிக்கு நீர்களில் பனி இயக்கத்தையும் உற்று நோக்கலாம். கடல் பரப்புக்களில் கனிவளம் தேடலாம்; மீன் கூட்டங்களின் இயக்கத்தை அறியலாம்.

வெளி

காற்று மேல் வெளி, கோள் இடைவெளி, வான் வெளி முதலியவற்றின் இயல்புகளை அறியலாம்; அறியப் பட்டுள்ளன. மறைமுகமாகக் காற்று மேல்வெளியின் அடர்த்தியை உறுதிசெய்யவும், வேறுபட்ட உயரங்களில் காற்று வெளியின் வெப்பநிலை, அழுத்தம், காற்றுச்செறிவு முதலியவற்றை உறுதிசெய்யவும் பயன்படும். அமெரிக்க, உருசிய நில நிலாக்கள் இவற்றைப்பற்றி ஆராய்ந் துள்ளன.

களம்

நிலவுலகின் காந்தக் களத்தை ஆராயலாம்; ஆராய்வதால் நிலக் காந்தக் களத்தில் மிகுதியான உயரங்களில் உருவாகும் மின்னோட்டங்களின் செல்வாக்கை அறியலாம். காந்தப் புயல்களின் போக்கில், விண்கதிர் செறிவினால் ஏற்படும் மாற்றத்தை அறியலாம். காந்தக் களத்தை ஆராய்வதின் வாயிலாக, நிலவுலகின் கனிவளங்களைப் பகுத்தறியலாம்.

உ—2-திங்களுக்குக் காந்தக்களம் இல்லை என்பதைக் காட்டிற்று.

கதிர்வீச்சு

காற்று வெளிக்கு வெளியே விண் கதிர்வீச்சை அறியவும், ஞாயிற்றின் கதிர்வீச்சு முதலியவற்றை ஆராயவும் பயன்படும். நிலவுலகைச் சுற்றிக் கதிர்வீச்சு வளையங்கள் இரண்டு உள்ளன என்பதை அமெரிக்க, உருசிய நிலாக்கள் காட்டின. இவ்வளையங்கள் வான் வெளிச் செலவிற்குத் தடையாக இருக்கும்(?). மற்றும், நிலவுலகின் கதிர் வீச்சையும் ஆராயலாம்.

ஒளிகள்

முனை ஒளிகளையும் (Polar lights), விண்மீன் வட்ட ஒளியையும் (Zodiacal light) ஆராயலாம்; நிலாக்கள் ஆராய்ந்துள்ளன. நிலவுலகின் ஒளி எண்ணும் (Albedo) அளக்கப்படலாம்.

படப்பிடிப்பு

நிலவுலகின் படத்தைப் பிடித்து, அதன் படத்தைச் செம்மையாக்கலாம். அமெரிக்க நிலாக்கள் சில படங்கள் பிடித்துள்ளன ?). மற்றக்கோள்களையும் படம் பிடிக்கலாம். திங்களின் மறைந்த பகுதியை உ–3-படம் எடுத்தது.

செலவு

கப்பல் போக்கு வரத்துக்கு எல்லா நிலைமைகளிலும் உதவி செய்யும். கப்பல் போக்கு வரத்துக்காக டிரான்சிட்டு நிலாக்கள் அமெரிக்காவால் விடப்பட்டன; வான்வெளிச் செலவிற்கும் பயன்படும்.

செய்தித் தொடர்பு

வானொலித் தொடர்பு உலக அளவில் கொள்ள; தொலைக் காட்சிச் செலுத்துகையை உலக அளவில்

ஏற்படுத்த; தொலை வரைவுத் தொடர்பை உலக அளவில் நீட்டிக்கப் பயன்படும். போர்ச் செய்தித் தொடர்பும் கொள்ளலாம். வானொலித் தொடர்புக்காக அமெரிக்கா எதிரொலி-1-ஐயும், போர்ச் செய்தித் தொடர்புக்காகக் கொரியர்-18-ஐயும் விட்டது; உளவறிய மைடாஸ் நிலவை ஏவியது.

விண் கொள்ளிகள்

விண் கொள்ளி, நுண் விண்கல், விண் புழுதி முதலியவற்றை ஆராயலாம். பூ-3-இல் (நுண்) விண் கற்கள் தாக்குதலை அறியத் தனிக்கருவி அமைப்புக்கள் இருந்தன. செயற்கை விண் கொள்ளிகளை (அலுமினியக் குண்டுகளை) நிலாக்களிலிருந்து ஏவலாம். இதனுல், இயற்கை விண் கொள்ளிகளையும், வான்வெளிக் கப்பல் களுக்கு ஏற்படும் காற்றுத் தடை நிலைமைகளையும் அறியலாம்.

நிலையங்கள்

வான்வெளி நிலையங்களாகவும், உற்று நோக்கு நிலையங்களாகவும், ஆய்வகங்களாகவும் பயன்படும். பூ-2-பறக்கும் உற்றுநோக்கு நிலையமாகும். உ-3-வான் வெளி நிலையமும், உற்று நோக்கு நிலையமுமாகும். அன்றியும், வான்வெளி நிலையங்கள் வான்வெளிக் கப்பல் களுக்குத் தங்குமிடமாகவும் இருக்கும். இங்கிருந்து புறவான் வெளிக்கு வான்வெளிக் கப்பல்கள் புறப்படும்; திரும்பும் பொழுது வான்வெளி நிலையத்தில் தங்கி நிலவுலகிற்கு வரும்.

வளமாக்கல்

சகாராப் பாலையில் மிகுதியாக மழை பெய்வித்து, அதைச் சோலையாக்கலாம்; முனைப்பகுதியையும் வளமாக் கலாம். நிலாக்களிலுள்ள ஆடிகளினுல் ஞாயிற்றின்

கதிர்களை மறித்து, இரவைப் பகலாக்கலாம்; கதிரவன் ஆற்றலைத் தேக்கி, எண்ணற்ற தொழிற்சாலைகளை இயக்கலாம்.

நேர்ச்சிகள் (Accidents)

பனிப்பாறைகளில் (Icebergs) கப்பல்கள் மோதி ஆழ்கடலில் அமிழாமல் இருக்க; ஊசி இலைக்காட்டில் (Taiga) ஏற்படும் தீயைப்பற்றி நிலவுலகிற்கு அறிவிக்க; உயிர்க்காப்பற்ற; மூழ்கும் கப்பல்களின் இடங்களை அறியச் செயற்கை நிலாக்கள் பயன்படும்.

போர்

சிறந்த போர்த்தளமாகச் செயற்கை நிலாவைப் பயன் படுத்தலாம் ஒரு சில அணுக்குண்டுகளினால் உலகை அழிக்கலாம். ஆனால், நிலவுலகில் இருந்து கொண்டு நிலாக்களை அழிக்க இயலாது.

எதிர்காலம்

எதிர்காலத்தில், கடலியல் ஆராய்ச்சி, பனி இயல் ஆராய்ச்சி, நில நடுக்க இயல் ஆராய்ச்சி முதலியவை நடத்தச் செயற்கை நிலாக்கள் பயன்படும்.

சுருங்கக் கூறின், வரம்பிலா வான்வெளியை நீண்ட காலம் ஆராயலாம். நிலவுலகிற்கு மேல், நீண்ட காலம் தங்கும் குமிழிகளின் நன்மைகளும் மிக்க உயரம் செல்லும் இராக்கெட்டின் நன்மைகளும் செயற்கை நிலாக்களில் இணைந்திருப்பது சிறப்பாகும். இவை வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்குப் பெருமளவுக்குத் துணைசெய்யும். இது வரையில் மனிதன் கண்டு பிடித்துள்ள மிகச் சிறந்த ஆராய்ச்சிக்கருவிகளில் தலை சிறந்தவை செயற்கை நிலாக் களாகும். இதற்குக் காரணம் அவற்றில் பலவகைக் கருவிகளும், கருவித் தொகுதிகளும் இருப்பதே ஆகும். (பா இயல் 25).

11. கண்டுபிடிப்புக்களும் திருத்தங்களும்

நில இயல்பியல் ஆண்டு, வான் வெளி ஆராய்ச்சி ஆகிய இரண்டின் விளைவாகப் பல அரிய கண்டுபிடிப்புக் களும், அக் கண்டு பிடிப்புக்களின் பயனாகப் பல திருத்தங் களும் ஏற்பட்டுள்ளன. முதலில் கண்டுபிடிப்புக்களைப் பற்றியும், பின், திருத்தங்களைப் பற்றியும் இவ்வியலில் காண்போம்.

I. கண்டுபிடிப்புக்கள்

நில இயல்பியல் ஆண்டு

1. ஒட்டங்கள்

அ. நிலவுலகின் காந்த நடுக்கோட்டைச் சுற்றி மிகப் பரந்த மின்னோட்டம் ஒன்று காணப்படுகிறது.

ஆ. கடல்களில் மூன்று பெரும் ஒட்டங்கள் காணப் படுகின்றன. இவற்றில் இரண்டு பசிபிக் கடலிலும், ஒன்று அட்லான்டிக் கடலிலும் உள்ளன.

2. ஓசையும் ஒளியும்

அ. நிலவுலகின் ஓர் அரைத்திரளையில் (Hemi-sphere) இடியோசையினால் உண்டாகும் வானொலிக் குறி பாடுகளை, மறு அரைத்திரளையில் கேட்க இயலும்.

ஆ. முனை ஒளிகள் ஒரே சமயத்தில் தோன்று கின்றன.

3. கடல்

அ. அன்டார்ட்டிக் கண்டம் பல தீவுகள், மலைகள் அடங்கிய ஒரு தொகுதியாகும்.

ஆ. அன்டார்ட்டிக்கில் பதிவான மிகக் குறைந்த வெப்பநிலை—87·4°C (—126°F).

இ. ஆர்ட்டிக் கடலின் படிதலின் அளவு (Amount of precipitation), அன்டார்ட்டிக் கடலின் படிதலின் அளவைப்போல இருமடங்காகியுள்ளது.

ஈ. அன்டார்ட்டிக்கில் பனி மிகுதியாகக் காணப்படுவதால், உலகின் பனி அளவும் மிகுதியாகியுள்ளது எனக் கருதப்படுகிறது.

உ. பசிபிக்கடலில் பரந்ததும், சிறந்ததுமான கனி வளப் பகுதி (Mineral region) ஒன்று காணப்படுகிறது.

ஊ, கடல் மட்டத்தில் சிறிதளவு உயர்வு காணப்படுகிறது.

எ. நிலத்திற்கடியில் 70-கடல்கள் உள்ளன. இவற்றின் நீர் குடிப்பதற்கு ஏற்றது.

ஏ. இந்நூற்ருண்டின் தொடக்கத்திலிருந்து உலக வெப்பம் மிகுந்துகொண்டு வருகிறது.

ஐ. மழை நீர் தூய்மையானது அன்று. இதை ஒரு மழைத் துளியைக்கொண்டு நன்கு அறியலாம்.

ஒ. நிலவுலகின் மேற்பரப்பு, கடல் தரையின் நெடுக 45,000-மைல் அளவுக்கு வெடித்துள்ளது.

4. விண் கதிர்கள்

இவை நில நேர்க்கோட்டிற்கு (Latitude) ஏற்ப மாறுபடுகின்றன. இவற்றின் நடுக்கோடு (equator) 45°-அளவுக்கு மேற்காகச் சாய்ந்துள்ளது. இதனுல் வான் வெளியிலுள்ள மற்றக் காந்தக்களங்களால், நிலக் காந்தக் களம் அலேக்கழிக்கப் படுகிறது.

5. மண்டலங்கள்

வான் வெளியில் பரந்த காந்த மண்டலங்கள் உள்ளன.

வான் வெளி ஆராய்ச்சி

1. கதிர் வீச்சு வளையங்கள் (சி. க.)

நிலவுலகைச் சுற்றி மிகச் செறிவான இரு கதிர் வீச்சு வளையங்கள் உள்ளன. (உ-1).

நிலவுலகைச் சுற்றி மிகச் செறிவான கதிர்வீச்சு வளையம் சூழ்ந்துள்ளது. இக்கதிர் வீச்சு 625-மைல் உயரத்திற்குமேல் தொடங்குகிறது. இதன் தடிமன் 5000—6000-மைல். 10,000-மைல் உயரத்தில் இது குறையத் தொடங்குகிறது. 60,000-மைல் உயரத்தில், இதன் குறைவு 10,000-மைல் உயரத்தில் இருப்பதில் 1/6 பங்குள்ளது (ப-1, எ-1, எ-3). புதிய கதிர் வீச்சு வளையம் இல்லை (ப-4).

விண் கதிர்வீச்சின் திடீர் இறக்கம் நிலவுலகின் காந்தக் களத்தோடு தொடர்புடையது அன்று. புற வான் ஆலன் (Outer van Allen) கதிர்வீச்சு வளையத்தின் செறிவு கதிரவனிடமிருந்து வெளிப்படும் மின்னணுக்களின் ஓட்ட விளைவினால் அன்று (ப—5).

ஞாயிற்றின் கதிர் வீச்சுக்கள் காற்று வெளியில் மாற்றங்களை (காந்தப் புயல்கள், முனை ஒளிகள்) உண்டாக்குகின்றன. (வே-1).

திங்களைச்சுற்றிக் கதிர்வீச்சு வளையம் இல்லை; காந்தக் களம் இல்லை. (உ-2)—சி. க.

கதிரவன் 'செயலற்று' இருக்கும்பொழுது புற வான் வெளியில் விண் கதிர் வீச்சு செறிவாக இல்லை (உ-1).

திங்களைச் சுற்றி அயனவெளி உள்ளது (உ-2).

நிலக் காந்தக் களம் அதன் மேற்பரப்பிலிருந்து 100,000-கி. மீ. வரையில் விரிகிறது. அளந்தறியக்கூடிய கோள். இடைக் காந்தக்களம் உள்ளது (ப-5).

காற்று வெளியின் மேல் அடுக்குகளில் காந்தக்களம் அளக்கப்பட்டிருக்கிறது. நிலவுலகின் காந்தக் களத்தின்

அடிப் பகுதியில் மின்னேற்றத் துகள் அடுக்கு (Layer of charged particles) ஒன்றுள்ளது (எ-1).

நிலவுலகின் முதற் காந்தக் களத்தில் (Main magnetic field) திரிபும், செறிவும் உள்ளன (உ-1).

2. கோளின் வடிவம்

நிலவுலகு சிறிதளவுக்குப் பேரிக்காய் வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது. நில நடுக்கோடு முன்பு நினைத்ததை விடக் குறைவாக விரிந்துள்ளது (வே-1).

3. வெப்ப நிலை

வான் வெளியில் எதிர்பார்த்த அளவுக்கு வெப்ப நிலை மிகுதியாக இல்லை (ப-1).

நில முனைகளுக்கு (Earth's poles) மேல் 320-மைல் உயரத்தில் வெப்ப நிலை 1500—2000°C ஆகும். (அமெரிக்க இராக்கெட்-நிலா ஆராய்ச்சியின் முடிவுகள்).

காற்று வெளியில் 200—300-கி. மீ. உயரத்திற்குமேல் கெல்வின் அளவுப்படி 1000°-க்குக் குறைவான வெப்ப நிலை நிலவுகின்றது (இராக்கெட்டு ஆய்வுகளின் முடிவுகள், உருசியா).

4. பிற

அ. நிலவுலகிற்கும், திங்களுக்கும் இடையிலுள்ள வெளியில் (கோள் இடைவெளி) குறைந்த அடர்த்தியுள்ள வாயு நிரம்பியுள்ளது. இவ்வாயுவின் அடர்த்தி இடத்திற்கிடம் வேறுபடுகிறது (சி. க.)—உ-2.

ஆ. 200-மைல் உயரத்திற்குமேல், காற்றுவெளி முன்பு நினைத்ததைவிட 30-மடங்கு செறிவாக உள்ளது (அமெரிக்க இராக்கெட்—நிலா ஆராய்ச்சி முடிவுகள்).

இ. நிலவுலகின் 40—50-ஆயிரம் கிலோமீட்டர் உயரத்தில் இரு ஒளிச் 'சுடர்' மண்டலங்கள் உள்ளன. இவை

வான் வெளிச் செல்வோருக்குத் தீங்கு தருபவை (உருசிய இராக்கெட்டு ஆராய்ச்சியின் முடிவுகள்).

ஈ. விண் கொள்ளிகள் வான் வெளிச் செலவிற்குப் பெரும் இடையூறு விளைவிக்கா (உ-1, உ-2).

உ. மனிதன் எடையின்மை முதலிய வான் வெளி நிலைமைகளைத் தாக்குப் பிடிக்கலாம் (வான் வெளிக் கப்பல்-6, உருசியா).

ஊ. காற்று வெளியின் மேல் எல்லை 3000-கி. மீ. வரை உள்ளது (பூத்துனிக்குகள்).

எ. 3,500-கிலோ மீட்டர் உயரத்தில் நமக்கு நன்கு பழக்கமான நைட்ரஜன் ஆக்சைடு உள்ளது (பூத்துனிக்குகள்).

ஏ. அயன வெளியில் வானொலி அலைகள் செல்வதற்குரிய வழிகள் அமைந்துள்ளன.

ஐ. 226-கிலோ மீட்டர் உயரத்தில் வாயுக்களின் அடர்த்தி சாதாரணக் காற்றின் அடர்த்தியில் ஆயிரங் கோடியில் ஒரு பங்குதான் உள்ளது (பூ-3).

திருத்தங்கள்

1. முனை ஒளிகள் வெவ்வேறு சமயத்தில் ஏற்படாமல், ஒரே சமயத்தில் ஏற்படுகின்றன.

2. நிலவுலகின் வடிவம் முழு அளவுக்கு உருண்டை வடிவம் அன்று; சிறிதளவுக்குப் பேரிக்காய் வடிவத்தில் உள்ளது.

3. காற்று வெளி 1000-கி. மீ. உயரத்தோடு இல்லாமல், 3000-கி. மீ. வரை விரிந்து செல்கிறது.

4. அன்டார்ட்டிக்கு ஒரு தனிநிலத்தொகுதி அன்று; தீவுகள், மலைகள் அடங்கிய ஒரு தொகுதியாகும்.

5. ஆர்ட்டிக் கடலின் படிதலின் அளவு, அன்டார்ட்டிக் கடலின் படிதலின் அளவைப்போல் இரு மடங்குள்ளது.

6. உலகின் பனி அளவு முன்பு இருந்ததைக் காட்டிலும் 40-மடங்கு மிகுதியாகியுள்ளது.

7. முன்பு நினைத்ததைவிடக் குறைந்த அளவுக்கு நில நடுக்கோடு விரிந்துள்ளது.

8. மழைநீர் தூய்மையானது அன்று.

9. நிலவுலகைச் சூழ்ந்துள்ள கதிர்வீச்சு வளையங்கள் முன்பு நினைத்ததைவிட மிகச் செறிவானவை.

10. முன்பு நினைத்தபடி நில முனைகளுக்கு 320-மைல் உயரத்திற்குமேல், வெப்பநிலை 1000°C அன்று; 1500—2000°C ஆகும்.

11. எதிர்பார்த்த அளவுக்கு வான் வெளியில் வெப்பம் மிகுதியாக இல்லை. (பா. இயல் 25).

அறிவியல் முற்றும்.

௬. தொழில் நுணுக்க இயல்

(Technology)

12. வான் வெளிக் கலங்கள்

பொருளும் இலக்கணமும்

வான் வெளியில் செல்லத்தக்க கலங்கள் வான் வெளிக் கலங்களாகும். இவை நிலவுலகைச் சுற்றி வரு பவை; நிலவுலகிலிருந்து திங்கள், செவ்வாய் முதலிய கோள்களுக்குச் செல்லக் கூடியவை. இராக்கெட்டுகள், செயற்கை நிலாக்கள், வான் வெளி நிலையங்கள், வான் வெளிக் கப்பல்கள், (வான் வெளி வண்டிகள், வான் வெளி வழுக்கிகள்) முதலியவை இவற்றில் அடங்கும். இவை திண்மையாக அமைக்கப்பட்டு, வான் வெளியில் வலம் வந்துகொண்டிருப்பதை நாம் நன்கு அறிவோம். இவை அமைப்பில், ஒன்றிலிருந்து ஒன்று வேறுபடுபவை. இருப்பினும், இவற்றில் ஒன்றை மற்றொன்றாகப் பயன் படுத்த இயலும். சுருங்கக் கூறின், இராக்கெட்டின் திரிந்த—திருந்திய—பல்வகைத் தோற்றங்களே வான் வெளிக் கலங்களாகும்.

பின்னியங்கு இராக்கெட்டுகள்

இறங்கிவரும் வான் வெளிக் கப்பல்கள், பொதிகை கள் முதலியவற்றின் விரைவைக் குறைக்க, எதிர்த்திசையில் இயங்குபவை இவை. அமெரிக்க டிஸ்கவரர்களிலும் மர்க் குரிகளிலும்; உருசிய வான் வெளிக் கப்பல்களிலும் இவை பயன்பட்டன.

இராக்கெட்டு வெடி குழல்கள்

வான் வெளிக் குழுவினர் எடையின்மை நிலைமையில் செல்ல இவை பயன்படுபவை.

அழுத்த லாரிகள்

எதிர்காலத்தில் கோளில் மனிதன் குடியேறும் பொழுது, கோளை ஆராய இவை பயன்படும்.

இராக்கெட்டுகள் (பா. அறிவியல் - உ).

செயற்கை நிலாக்கள் (பா. அறிவியல் - உ).

வான் வெளி நிலையங்கள்

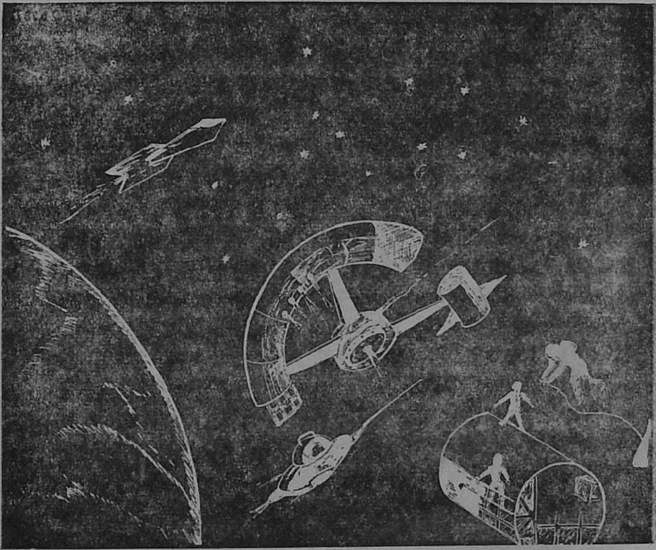
திங்கள், நிலவுலகு முதலியவை இயற்கை வான் வெளி நிலையங்களாகும். உ-3, வெள்ளி நிலா முதலியவை செயற்கை வான் வெளி நிலையங்களாகும். இவற்றின் வடிவம் பலவகைப்பட்டது; வெற்றிடத்தில் செல்வதால் எந்த வடிவத்திலும் இருக்கலாம்: வளையம், தட்டு, உருளை, கோளம். உ—3 உருளை வடிவத்தில் இருந்தது. இவற்றின் அமைப்பு செயற்கை நிலாக்களைப் போன்றதே. இவற்றின் குறைந்த சுற்றுவழி உயரம் 200-மைல் (சிறிய வான் வெளி நிலையம்); மிகுதியான சுற்றுவழி உயரம் 1000-மைல் (பெரிய வான் வெளி நிலையம் அல்லது அழியா வான் வெளி நிலையம்).

இவை முதலில் நிலவுலகில் அமைக்கப்பட்டு, நன்கு ஆராயப்படும். பின், இவற்றின் பகுதிகள் பிரிக்கப்பட்டு, வான் வெளிக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டு, மீண்டும் பிரிக்கப்பட்ட பகுதிகள் அங்குப் பூட்டப்படும்.

இவற்றின் பயன்களாவன :

1. இவை வான் வெளியையும், கோள்களையும் நீண்ட காலம் நன்கு ஆராய உதவும்.

2. வான் வெளிக் கப்பல்கள் இவற்றில் இறங்கிப் பின், வான் வெளிச் செலவை மேற்கொள்ளலாம். இதனால், எரிபொருள் செலவு குறையும்; முகப்பு எடை கூடும்.



படம் 23. வான் வெளி நிலையம் கட்டப்படுதல்

இவற்றில் எரிபொருள், ஆக்சிஜன், உணவு முதலியவற்றைத் தேக்கி வைக்கலாம்.

3. இவை வான் வெளிக் கப்பல்கள் அமைக்கச் செய்திகள் அளிக்கும்.

4. வான் வெளிச் செலவிற்கு வேண்டிய நிலைமைகளை இவற்றில் ஆராய்ந்து பார்க்கலாம்.

இவற்றை அமைப்பதிலுள்ள சிக்கல்களாவன :

1. முனை வழி நிலாக்கள் (Polar satellites) உற்று நோக்கலுக்குப் பயன்படுமே தவிர, வான் வெளி நிலையங்

களாகப் பயன்படா. பெருவட்டத் தளத்தில் (Plane of the ecliptic) அவை செல்லாததே இதற்குக் காரண மாகும்.

2. திங்கள், வான் வெளி நிலையமாகப் பயன்படு வதற்கில்லை. அது நீண்ட தொலைவிலுள்ளது. அன்றி யும், திங்களில் இறங்கி மீண்டும் திரும்பிவர, மிகுதியான எரிபொருள் தேவை.

வான் வெளி நிலையங்கள் இல்லாமலேயே, வான் வெளிச் செலவை மேற்கொள்ளலாம். நிலவுலகிலிருந்து இராக்கெட்டு ஒன்று கிளம்பி 1-வினடிக்கு 8-கி. மீ. விரை வுடன் 200—300-கி. மீ. உயரத்தில் செயற்கை நிலவாக மாறவேண்டும். இதற்குத் துணை இராக்கெட்டுகள் வாயிலாக, அடுத்த நிலைக்கு வேண்டிய பொருள்களைக் கொண்டுவரலாம். இவற்றைக்கொண்டு செயற்கை நிலா, தனது செலவை மேற்கொள்ளலாம். இதனல், விண் கொள்ளி இடரையும் நீக்க இயலும். அணு ஆற்றலால் இயங்கும் வான் வெளிக் கப்பல்களைப் பயன்படுத்த, (இது எதிர்காலத்தில் இயலும்), இடை நிலையமே தேவையில்லை. அடுக்கு இராக்கெட்டுகளைப் பயன்படுத்தி (பயனியர்கள், உலூனிக்குகள்), வான் வெளி நிலையங்கள் இல்லாமல், கருவி நிலையில் வான்வெளிச் செலவை மேற்கொள் ளலாம்.

***வான் வெளிக் கப்பல்கள்**

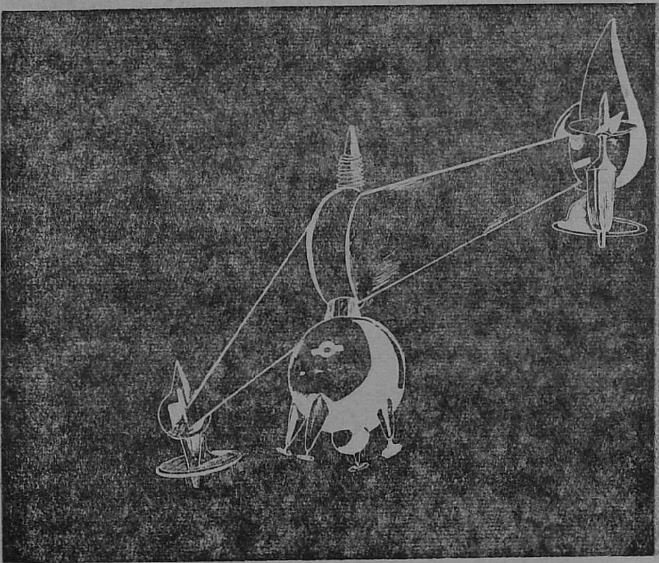
செல்லவேண்டிய இடத்திற்கும், வாழ் நிலைமைக்கும் தகுந்தவாறு இவை மாறுபடுபவை. நிலவுலகிலிருந்து வான் வெளி நிலையத்திற்குச் செல்லுபவை நில—நிலையக் கப்பல்களாகும். வான் வெளி நிலையத்திலிருந்து கோள் களுக்குச் செல்லுபவை நிலைய—கோள் கப்பல்களாகும்.

---

*பா. 18. கப்பல் வேறுபாடு, அகரவரிசை.

இவை வான் வெளி நிலையங்கள் போன்று எந்த வடிவத்திலும் இருக்கலாம் : உருளை, கூம்பு.

கருவிகளைமட்டும் வைத்து அனுப்பும் கப்பல்கள் ஆளில்லாக் கப்பல்களாகும் (கருவிகளுடன் சென்ற உருசிய வான் வெளிக் கப்பல்கள்). நாய் முதலிய விலங்குகள் உட்பட, மனிதன் செல்லும் கப்பல்கள் ஆளுள்ள கப்பல்களாகும் (உருசிய வான் வெளிக் கப்பல்கள்).



படம் 24. வான்வெளிக் கப்பல்

நில-நிலையக் கப்பலுக்குக் காற்றுத் தடையை நீக்கக் காற்றுத் தடை வரி (Stream line) கட்டப்பட்டிருக்கும். குழுவினர் வாழ்வதற்குரிய அறை சிறியதாக இருக்கும். குறிப்பிட்ட திசையில் குறி தவறுமல் செல்லக்கூடிய வான் ஊர்திபோன்று இருக்கும். பல அடுக்கு இராக்கெட்டால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். கிளம்புகின்றபொழுது இதன் முகப்பு எடை 1-டன்னும்; மொத்த எடை பல டன்களும் இருக்கும். முகப்பு எடைக்கொள்கலம் முகப்புப் பகுதியில் இருக்கும். இது செல்லவேண்டிய காலம் 1-மணி நேரத்திற்கு மேலிருக்காது. இதற்கு அரிய கருவித் தொகுதிகள் தேவையில்லை. கட்டுப்படுத்தல், அளவீடு எடுத்தல் முதலியவை தாமியங்கு முறையில் நடைபெறும். இதன் பிரிந்த பகுதிகள் விண் குடை வாயிலாக நிலத்தை அடையும். அல்லது வழுக்கிகளாக மாறியும் நிலத்தை அடையலாம். இது ஒரு சுற்றுவழி இராக்கெட்டே.

நிலைய-கோள் கப்பல் கோளில் இறங்காமல் (இறங்கலாம் உ—2), கோளைச் சுற்றிவந்து (உ—3) அதன் மேற்பரப்பை ஆராயலாம். கோளின் நிலைமைகளை அறிந்து (வாழ்வதற்கும் நிலையங்களை அங்கு நிலையாக அமைப்பதற்கும்) நிலவுலகிற்குத் திரும்பலாம். வான் வெளி வண்டி முதலிய துணைக் கருவி அமைப்புக்களைக் கொண்டிருக்கும். மற்றும், எல்லாக் கருவி வாய்ப்புக்களும் இதிலிருக்கும்.

எரிபொருளும், தீயாக்கியும் (Oxidant), மைய உருளைத் தொட்டிகளில் (Central cylindrical tanks) இருந்து எந்திரத்திற்குச் செலுத்தப்படும். தற்காலிகமாகத் தொட்டிகள் எரிபொருள் நிரப்பப்பட்டுக் கப்பலின் முதல் அறைகளாகப் (Main cabins) பயன்படுத்தப்படும். சில நிமியில் எரிபொருள் தீர்ந்ததும், இவற்றிற்குக் குழுவினர் வருவர். இதற்கிடையில், குறைவான வசதியுள்ள வழுக்கியின் அறையில் தங்கியிருப்பர்.

கோளை அடைந்ததும் (திங்களை), கப்பல் திங்களின் துணை நிலவாக மாறிவிடும். இதற்காக எரிபொருளும் தீயாக்கியும் (Oxidant), கப்பலின் பக்கக் கடைசித் தொட்டிகளில் (Lateral rear tanks) நிரப்பப்படும். எரிபொருள் செலவழிந்தபின், தொட்டிகள் பிரிக்கப்படும். திரும்பி வருவதற்கு வேண்டிய எரிபொருள் பக்க முன் தொட்டிகளில் (Lateral front tanks) தேக்கிவைக்கப் படும்.

வான் வெளி வண்டிகள்

இவை உருளை வடிவமுள்ளவை. உலோகத்தாலானவை. காற்று நிரப்பப்பட்டவை. கப்பல், வான் வெளி நிலையம் ஆகியவற்றின் காற்று இறுக்கப் பகுதிகளில் பொருத்தப்பட்டிருப்பவை. இவைகளில் சிறிய இராக்கெட்டு எந்திரங்கள் இருக்கும். இவ் வண்டிகள் வான் வெளி நிலையத்தைவிட்டு வெளியே செல்லவும், உள்ளே வரவும் பயன்படுபவை. கப்பல் கோளைச் சுற்றி வருகின்றபொழுது, அதிலிருந்து கோளில் இறங்கத் துணைசெய்பவை. வான் வெளிக் குழுவினர் எடையின்மை நிலைமையில் ஊர்ந்து செல்லவும் இவை பயன்படும்.

வான் வெளி வழுக்கிகள்

இவை வான் வெளிக் கப்பலில் இருந்தும், வான் வெளி நிலையத்திலிருந்தும், நிலவுலகை அடைவதற்குரிய கலங்கள். தாமாக இயங்குபவை. வான் ஊர்தி அமைப்பு உடையவை.

13. வான் வெளிக் கலங்களை ஏவுதல்

1. ஏவும் நிலைகள்

கலங்களை ஏவுதலில் இரு நிலைகள் உள்ளன. ஒரு நிலை செங்குத்தாக ஏவுதல். மற்றொரு நிலை கிடை மட்டமாக ஏவுதல்.

செங்குத்தாக ஏவுதல்

இதற்கு ஆராய்ச்சி இராக்கெட்டுகள் எடுத்துக் காட்டுகள் ஆகும். அமெரிக்காவும் உருசியாவும் காற்று மேல் வெளி ஆராய்ச்சிக்காகப் பல இராக்கெட்டுகளை வீசியுள்ளன. இராக்கெட்டுகள் பெரும்பாலும் ஓரடுக்கைக் கொண்டவைகளே. சில வேளைகளில் ஈரடுக்கு இராக்கெட்டுகளும் பயன்பட்டன.

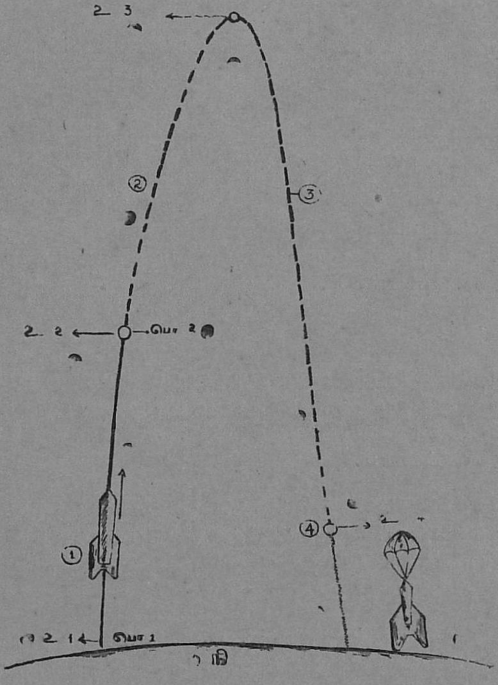
செங்குத்தாக ஏவுதலில், மற்றும், நான்கு நிலைகள் உள்ளன: ஏற்றம், மிதப்பு, இறக்கம், விரைவாக்கக் குறைவு ஆகிய நிலைகள்.

ஆற்றல் ஏற்றம் (Powered ascent)

முதல் நிலை. இந்நிலையில் எரிபொருள் எரிந்து இராக்கெட்டுக்கு வேண்டிய விரைவாக்கத்தைக் கொடுக்கிறது.

மேல் மிதப்பு (Upward drift)

இரண்டாம் நிலை. இந்நிலை உச்ச நிலையாகும். இந்நிலையில் அடையவேண்டிய உயரத்தை இராக்கெட்டு அடைகிறது. அடுக்கு மிகுதியானால், அடையும் உயரமும் மிகுதியாகும்.



படம் 25. இராக்கெட்டு செங்குத்தாக ஏவப்படுதல்.
உ-1, உ-2, உ-3, உ-4—உயரம்.
பொ-1, பொ-2—பொருண்மை.
நி—நிலவுலகு
1. ஆற்றல் ஏற்றம்.
2. மேல் மிதப்பு.
3. இறக்கம்.
4. விரைவாக்கக் குறைவு.

இறக்கம் (Descent)

மூன்றும் நிலை, தூக்கி எறியப்பட்ட கல் எவ்வாறு நிலம் நோக்கி வருகிறதோ, அவ்வாறு இராக்கெட்டும் தடையில்லாமல் நிலம் நோக்கி வருகிறது.

விரைவாக்கக் குறைவு (Deceleration)

நான்காம் நிலை. இந்நிலையில், விடுப்பு ஏற்பாட்டின் படிக் (Catapult system) கருவிகள், உயிர்கள் உள்ள இராக்கெட்டின் முகப்பு விண் குடையுடன் இணைக்கப்பட்டு, நிலத்தை அடைகிறது.

கிடைமட்டமாக ஏவுதல்*

எறிபடைகளும், நில நிலாக்களும் எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். மூன்றடுக்கு இராக்கெட்டு ஒன்று, செயற்கை நிலா ஒன்றைச் சுற்றுவழியில் விடுவதைக் காட்டாகக் கொண்டு இதை விளக்கலாம்.

இராக்கெட்டின் முதல் அடுக்கு 1-மணிக்கு 300-மைல் விரைவில் செங்குத்தாகச் சென்று 30-மைல் உயரத்தை அடையும். இப்பொழுது இரண்டாவது அடுக்கை இயக்கிவிட்டு முதல் அடுக்கு கழன்றுவிடும்.

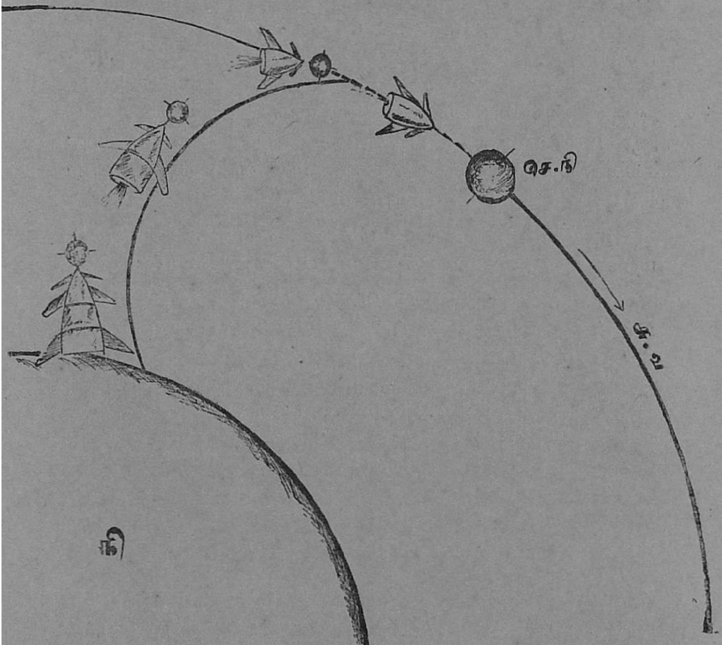
இராக்கெட்டின் இரண்டாம் அடுக்கு 1-மணிக்கு 1200-மைல் விரைவில் 45°-கோணத்தில் சென்று 260-மைல் உயரத்தை அடைந்து, அடர்த்தியான காற்றுவெளியைக் கடக்கும். இப்பொழுது இரண்டாம் அடுக்கு மூன்றும் அடுக்கை இயக்கிவிட்டுத் தான் பிரியும்.

இராக்கெட்டின் மூன்றாவது அடுக்கு 1-மணிக்கு 18,000-மைல் விரைவில் கொஞ்சங் கொஞ்சமாகச் சாய்ந்து சென்று கிடைமட்ட வழியை அடைந்து 560-மைல் உயரத்தில் நிலாவைச் சுற்றுவழியில் விட்டுத், தானும் அதைத்

---

* பா. 19. நிலா சுற்றுவழியை அடைதல், அகரவரிசை.

தொடர்ந்து பின் சுற்றும். மூன்றாவது அடுக்கின் விரைவு நிலாவின் விரைவைவிட மிகுதியாக இருக்குமானால், அது நிலாவிற்கு முன்னேசெல்லும். பூ—2-ஐச் சுற்றுவழியில் விட்ட இராக்கெட்டு சில நாட்களுக்குப்பின். விரைவு மிகுதி யின் காரணமாக நிலாவிற்குமுன் சென்றது. ஆகவே.



படம் 26. இராக்கெட்டு கிடைமட்டமாக ஏவப்படுதல்.

நி—நிலவுலகு.
செ. நி.—செயற்கை நிலா.
சு. வ.—சுற்றுவழி.

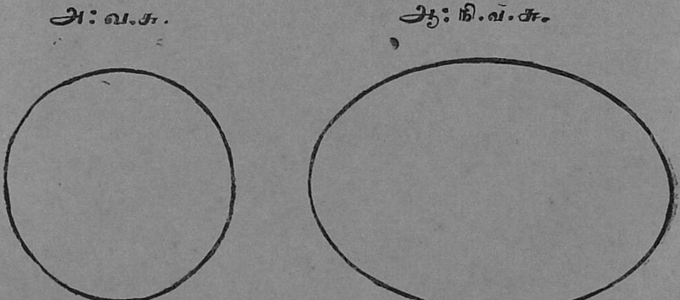
இராக்கெட்டு செங்குத்து நிலையில் தொடங்கிக் கிடைமட்ட நிலையில் முடிகிறது. V—2 முதலிய இராக்கெட்டுகளும் முதலில் செங்குத்தாக வீசப்பட்டுப் பிறகு கிடைமட்டத்தை அடைந்து, இலக்கைத் தாக்குகின்றன.

நேர் வழியா - வளை வழியா ?

எக்காரணத்தை முன்னிட்டும் கலங்களின் பறக்கும் வழி நேர் வழியாக இருக்காது. மாறாக, வளை வழியாக இருக்கும். விலக்கு ஓரடுக்கு, ஈரடுக்கு இராக்கெட்டுகள் ஆகும். இவ்வுண்மை நில நிலாக்கள், கோள் நிலாக்கள் ஆகிய இரண்டிற்கும் பொருந்தும். அதேபோன்று கலங்களின் சுற்றுவழியும் இரண்டினுள் அடங்கும். ஒன்று வட்டச் சுற்றுவழி (Circular orbit):

எ—டு. உருசியா, அமெரிக்கா ஏவிய நில நிலாக்கள். மற்றொன்று நீள்வட்டச் சுற்றுவழி (Elliptical orbit):

எ—டு. உருசியா, அமெரிக்கா விட்ட திங்கள் நிலாக்கள். மற்றச் சுற்றுவழிகள் இருப்பினும், அவற்றை இவ்விரண்டின் கிளை(ப்புக்)களாகவே கருதலாம்.



படம் 27. சுற்றுவழி: அ. வட்டச் சுற்றுவழி
ஆ. நீள்வட்டச் சுற்றுவழி.

2. சுற்றுவழியும் சுற்றுவழி விரைவும்

கலம் சுற்றிவரும் வழி சுற்றுவழியாகும். சுற்றுவழியில் செல்வதற்குரிய விரைவு சுற்றுவிரைவு ஆகும். சுற்றுவழியைப் பொறுத்துச் சுற்றுவழி விரைவும் மாறுபடுகிறது. கலங்களுக்குரிய சுற்றுவழிகளாவன: வட்டச் சுற்று வழி, நீள்வட்டச் சுற்றுவழி, பக்கவட்டச் சுற்றுவழி (Parabolic orbit), மேல் வட்டச் சுற்றுவழி (Hyperbolic orbit). அவ்வவ் வழிகளுக்குரிய விரைவு அவ்வவ் வழிகளின் பெயரைப் பெறும். அப்பெயர்களாவன :

வட்டச் சுற்றுவழி விரைவு, நீள்வட்டச் சுற்றுவழி விரைவு. பக்கவட்டச் சுற்றுவழி விரைவு, மேல்வட்டச் சுற்றுவழி விரைவு. இதுவரையில் ஏவப்பட்டுள்ள செயற்கை நிலாக்களில் நில நிலாக்கள் வட்டச் சுற்று வழியையும், வட்டச் சுற்றுவழி விரைவையும்; கோள் நிலாக்கள் நீள் வட்டச் சுற்றுவழியையும், நீள்வட்டச் சுற்றுவழி விரைவையும் அடைந்துள்ளன. எஞ்சிய இரு வழிகளையும் அவ் வழிகளுக்குரிய விரைவுகளையும் எதிர் காலத்தில் ஏவப்பட இருக்கும் கோள் நிலாக்கள் பெறும்.

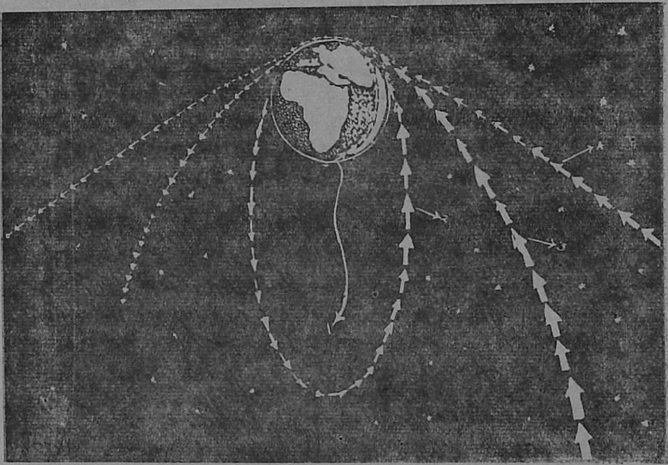
விரைவுகளில், வட்டச் சுற்றுவழி விரைவு நில நிலாக்கள் நிலவுலகைச் சுற்றிவரவும்; நீள்வட்டச் சுற்றுவழி விரைவு முதலியவை கோள்களைச் சுற்றிவரவும் பயன்பட்டுள்ளன. காட்டாக, உ—1 மேல் வட்டச் சுற்றுவழி விரைவைப் (1-விநாடிக்கு 11·4-கி. மீ.) பெற்றது.

* இவ்விரைவுகளை எல்லாம் மூன்று வகையினுள் அடக்கிவிடலாம்.

1. முதல் விண்வெளி விரைவு (First cosmic velocity) வட்டச் சுற்றுவழி விரைவு, நீள்வட்டச் சுற்றுவழி விரைவு. இவ்விரைவு நில நிலாக்களுக்குத் தேவை.

---

* பா. 20. விண்வெளி விரைவுகள், அகரவரிசை.



படம் 28. சுற்றுவழியும் சுற்றுவழி விரைவும்.

1. 7·9-கி. மீ./வி. விரைவில் சுற்றுவழி வட்டம்.
2. 7·9-11·2-கி. மீ./வி. விரைவில் சுற்றுவழி நீள் வட்டம்.
3. 11·2-கி. மீ./வி. விரைவில் சுற்றுவழி பக்கவட்டம்.
4. 11·2-கி. மீ./வி. விரைவுக்குமேல் சுற்றுவழி மேல் வட்டம்.

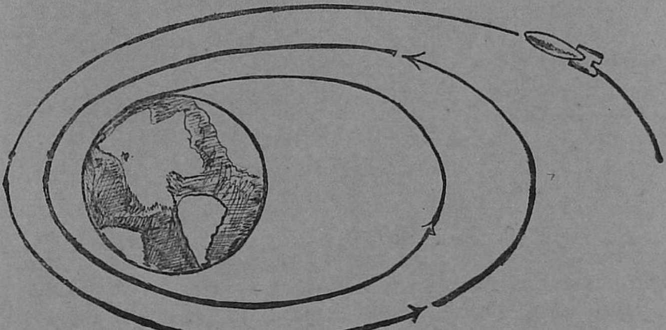
2. இரண்டாம் விண்வெளி விரைவு (Second cosmic velocity) பக்கவட்டச் சுற்றுவழி விரைவு, விடுபடுவிரைவு. இவ்விரைவு கோள் நிலாக்களுக்குத் தேவை.

3. மூன்றும் விண்வெளி விரைவு (Third cosmic velocity) மேல் வட்டச் சுற்றுவழி விரைவு. இவ்விரைவும் கோள் நிலாக்களுக் குரியதே.

சுற்றுவழி நுணுக்கங்கள் (Orbital techniques)

சுற்றுவழியை அடைவதிலுள்ள நுணுக்கங்கள் சுற்று வழி நுணுக்கங்கள் ஆகும். கோளைச் சுற்றுவதற்கும், சுற்றி மீண்டும் நிலவுலகிற்கு வருவதற்கும் உரிய சுற்று வழிகளைப்பற்றிய விளக்கங்களைச் சுற்றுவழி நுணுக்கங் கள் தெளிவுபடுத்தும். அன்றியும், சுற்றுவழியின் எளிமை, அருமை பற்றியும் புலப்படுத்தும்.

கலம் ஒன்று கோள் ஒன்றைப் பல சுற்றுவழிகளில் சுற்றுவதற்கும்; திரும்பப் பல சுற்றுவழிகளைக் கடந்து நிலவுலகிற்கு வருவதற்கும் உரிய திட்டத்திற்குப் பல சுற்றுவழித் திட்டம் (Multi-orbit scheme) என்று பெயர். இதன்படித் திங்களைச் சுற்றிக் கலம் பலதடவை சுற்றி விட்டு, நிலவுலகை அடைய மீண்டும் பலசுற்றுக்கள் சுற்றிக் கடைசியாக நிலத்தை அடையும். நில நிலாக் களைப் பொறுத்த வரையில், உருசியா, பூத்துனிக்கு களின் பொதிகைகளையும்; அமெரிக்கா, டிஸ்கவரர்களின்



படம் 29. வான்வெளி இராக்கெட்டு நிலவுலகிற்குத் திரும்புதல்.

பொதிகைகளையும் நிலவுலகச் சுற்றுவழியிலிருந்து மீட்டுள்ளன. அன்றியும், எந்தச் சுற்றுவழித் திட்டத்தை மேற்கொண்டால், செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களைச் சுற்றித் திரும்பலாம் என்பதையும் சுற்றுவழி நுணுக்கங்களால் அறியலாம்.

காடு, மேடு, சமவெளி முதலிய எல்லா இடங்களிலும் கார், புகைவண்டி முதலியவை செல்லும். ஆனால், வான் வெளிக்கலம் செல்லாது. நிலவுலகின் மையத்தின் வழியாகச் செல்லும், சமதளத்தில்தான் கலம் செல்லும்.

படம் 30. கலம் மையத்தின் வழியாகச் செல்லுதல்.

ஆனால், நேர்க்கோட்டிற்கு (Latitude) இணையாக நெடுகச் செல்ல முடியாது. விலக்கு நில நடுக்கோடு ஆகும். கலத்தின் சுற்றுவழித் தளம், விண் கோளத்திற்குச் சார்பான நிலையில் நிலையாகவே இருக்கும்.

14. வான் வெளிக் கலங்களின் இயக்கம்

1. கிளம்புதல்

நீராவி வண்டி, வான்ஊர்தி முதலியவை தொடர்ந்து சென்று கொண்டிருக்க, அவற்றின் எந்திரங்கள் தொடர்ந்து இயங்கவேண்டும். ஆனால், வான் வெளிக் கலம் தொடர்ந்துசெல்ல, அதன் எந்திரங்கள் சிலநிமிகள் மட்டும் இயங்கினால் போதும். கலம் நிலத்திலிருந்து கிளம்பினாலும் சரி, வான் வெளி நிலையத்திலிருந்து கிளம்பினாலும் சரி, அது ஒரு சில நிமிக்குள் வேண்டிய விரைவை, எந்திரங்கள் இயங்குவதனால் பெற்றுவிடுவதால், மேலும் அதன் எந்திரங்கள் விடாமல் இயங்கத் தேவையில்லை. விரைவைப் பெற்றபின், அதனுடைய நகர்ச்சி (Momentum) அதற்குக் கோள் இடைவெளியில் விரைந்து செல்லத் துணைசெய்கிறது. கோள் இடை வெளியில், காற்று வெளியில் உள்ளதுபோன்று ஈர்ப்பு, உராய்வு முதலிய தடைகள் இருக்கா. குறுகிய கால அளவில் கப்பல் எந்திரம் இயங்கி, மிகுதியான விரைவைப் பெறுமானால், குறைந்த எரிபொருள் செலவழியும். ஆனால், திடீரென்று கப்பல் விரைவைப் பெறமுடியாது; சீராக இயங்கிப் பின்புதான் விரைவைப் பெறமுடியும். அன்றியும், அளவுக்கு மீறிய கிளம்புவிரைவை மனித உடல் தாங்க முடியாது.

கப்பலின் வழி வளைகோடாக இருக்கும். போதிய அளவுக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கிளம்பு வழியை (Take off trajectory) ஒட்டிக் கப்பலின் முழுச்செலவின் முடிவும் அமையும். குறைந்த எரிபொருள் செலவழியக்கூடிய செலவு வழிகளை (Trajectories) மேற்கொள்வது அரிது. இதற்குக் கப்பலின் திசையையும் விரைவையும் இடை

விடாமல் மாற்றிக்கொண்டிருக்க வேண்டும். செங்குத்தான எளிய வழியைக் கப்பல் மேற்கொள்ளுமானால், எரிபொருள் மிகுதியாகும். நிலவுலகும், அடையவேண்டிய இடமும் (Point of destination) இயக்கத்தில் இருப்பதால், நுட்பமாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கிளம்புநேரத்தை ஒட்டி முழுச் செலவும் அமையும். ஆகவே, இயல்பான முறையில் கப்பல் கிளம்ப, முன்னுறுதி செய்யப்பட்ட வழியும், நேரமும், விரைவும் மிக இன்றியமையாதன.

2. பறத்தல்

குறிப்பிட்ட நேரத்தில் குறிப்பிட்ட விரைவோடு குறிப்பிட்ட வழியை அடைந்ததும், கப்பலின் எந்திரம் இயங்காமல் நின்றுவிடும். வான் வெளியில் கப்பல் தான் செல்லவேண்டிய முழுத்தொலேவில் 99-பங்குக்கு மேலான பகுதியைத், தன் நகர்ச்சியின் துணைகொண்டே விரைந்து செல்லும். கப்பல் திங்களுக்குச் செல்வதாகக் கொள்வோமானுல், 2,000-கி. மீ. தொலேவிற்குத்தான் இராக்கெட்டு எந்திரம் இயங்கும். ஆனுல், திங்களே அடைய, கடக்க வேண்டிய தொலேவோ பல ஆயிரம் கிலோமீட்டர் என்னும் அளவில் உள்ளது; மற்றக் கோள்களேயடைய, கடக்க வேண்டிய தொலேவு பல மில்லியன் கிலோமீட்டர் என்னும் கணக்கில் இருக்கிறது.

கப்பல், தன்னுடைய வழியை விட்டு இம்மியும் தவருமல் செல்லவேண்டும். கடல் (வழிச்) செலவு, வான் (வழிச்) செலவு முதலியவற்றைக் காட்டிலும், கப்பலின் செலவில் மிகக் கட்டுப்பாடும் உன்னிப்பும் தேவை. விரைவிலும் திசையிலும் ஏற்படும் மிகச் சிறிய திரிபும் பெரும் இடரை விளேவிக்கும். திங்களுக்குச் செல்லும் கீழ்வரைக் கிளம்பு விரைவு, 1-விஞடிக்கு 1-மீட்டர் குறையுமானுல், கப்பலின் எல்லேயில் ஏற்படும் குறைவு 4,000-கி. மீ. ஆகும். கோள் செலவுகளில் (Planetary voyages) நிலேமை இன்னும்

மிக நெருக்கடியாக இருக்கும். விரைவு 1-விநாடிக்கு 1-மீட்டர் குறையுமானால், எல்லையின் தொலைவு பல ஆயிரம் கிலோமீட்டர் என்னும் அளவில் குறையும்.

காட்டாக, இதைக் கூறலாம். 1-விநாடிக்கு 14,266-கி. மீ. கீழ்வரைக் கிளம்பு விரைவை உடைய வழியில், கப்பல் ஒன்று ஜூப்பிட்டருக்குச் செல்வதாகக் கொள்வோம். இவ்விரைவு 1-விநாடிக்கு 1-மீட்டர் மட்டுமே குறையுமானால், கப்பலின் எல்லையில் ஏற்படும் குறைவு 400,000-கி. மீ. ஆகும். இக் குறைவினால் கப்பல் அடைய வேண்டிய இடத்தை—ஜூப்பிட்டரை—அடையாது. விரைவில் பிழை ·1-பங்கிருந்தாலும் (One-tenth of one percent)-மிக முன்பாகவோ பின்பாகவோ கப்பல் வருவதனால்—தன் எல்லையில் அது 5-மில்லியன் கிலோமீட்டருக்கு மேலும் இழக்கும். கதிரவனுக்கு அல்லது நிலவுலகுக்கு அப்பாலுள்ள நீண்ட தொலைவுகளில் ஈர்ப்புவிசை (Force of gravitation) உணரப்படுவதில்லை; விரைவில் ஏற்படும் மிகச் சிறு உயர்வும், கப்பலின் எல்லையை மிகுதியான அளவுக்குக் கூட்டுகிறது. இதுவே கப்பலின் மிகுதியான அளவு எல்லை இழப்புக்குக் காரணமாகும். கப்பல் கிளம்புதலில் ·1° (One-tenth of one degree) கோணத் திரிபு (Angular deviation) ஏற்பட்டாலும், கப்பல் தன் எல்லையில் பல ஆயிரம் கிலோமீட்டரை இழப்பதால், இலக்கை அடையமுடியாது. ஆகவே, வலவர்கள் (Pilots) கப்பலின் போக்கில் கண்ணும் கருத்துமாக இருந்து, அதைக் கட்டுப்படுத்தவேண்டும். சிறு இராக்கெட்டு எந்திரத்தைக்கொண்டு, அவர்கள் இதைச் செய்யலாம். கப்பலின் திசையிலும் விரைவிலும் சிறு பிழையும் ஏற்படாமல், கட்டுப்படுத்த வேண்டியது அல்லது வழிப்படுத்த வேண்டியது வலவர்களது பொறுப்பாகும்.

3. இறங்குதல்

கப்பல் இறங்கவேண்டிய இடங்கள் இரண்டு. ஒன்று கோள் (திங்கள், செவ்வாய், வெள்ளி). மற்றொன்று நிலவுலகு. இவ்விரு இடங்களிலும் அது எவ்வாறு இறங்குகிறது?

கோளில் இறங்குதல்

கோளில் காற்றுவெளி இல்லாவிட்டால் செங்குத்தாகக் கப்பல் இறங்கும். காற்றுவெளி இருந்தால் காற்றுத் தடையைப் பயன்படுத்தி இறங்கும். இதற்குப் பீறிடு தடுப்புக்கள் (Jet brakes), பின்னியங்கு இராக்கெட்டுகள் (Retro-rockets) முதலிய இறங்கு அமைப்புக்கள் பயன்படும். கப்பலே நேராக இறங்காமல், கோளைச் சுற்றிவரலாம். பின், அதிலிருந்து வான் வெளி வண்டிகளின் வாயிலாகக் கோளில் இறங்கலாம். கோளில் நிலவுலகுபோன்று காற்றுவெளி இல்லாததால், விண் குடையை அங்குப் பயன்படுத்த முடியாது.

நிலவுலகில் இறங்குதல்

நிலவுலகைச் சுற்றிவரும் கப்பலை இறக்க, பின்னியங்கு இராக்கெட்டுகளைப் பயன்படுத்தலாம். (காகரின், ஆலன் ஷெப்பர்டு சென்ற நிலாக்கள்). குறிப்பிட்ட உயரம் கப்பல் வந்தபின், விண் குடைகளைப் பயன்படுத்த இயலும். ஆனால், பிற கோள்களுக்குச் சென்று வான் வெளிச் செலவை முடித்துக்கொண்டு, நிலவுலகைச் சுற்றத் தொடங்கும் கப்பலைப் (எரிபொருள் செலவு காரணமாக) பின்னியங்கு இராக்கெட்டுகளைக் கொண்டு இறக்க முடியாது. எரிந்துவிடுமாகையால், விண் குடைகளும் பயன்படா. காற்றுத் தடையும் பயன்படுவதற்கில்லை. பின், உள்ளவழிகள் இரண்டே. ஒன்று பல

சுற்றுவழித் திட்டத்தை பின்பற்றுவது. மற்றொன்று வான்வெளி வழுக்கிகளைப் பயன்படுத்துவது.

பல சுற்றுவழித் திட்டம் (Multi-orbit scheme)

இத்திட்டத்தில் பல சுற்றுவழிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு சுற்றுவழியிலும் வருவதால், விரைவு சீராகக் குறைந்து, கடைசியாகக் கப்பல் நிலத்தை வந்தடையும்.

வழுக்கியால் இறங்குதல்

காற்று வெளியை அடைவதற்குமுன் குழுவினர் வான் வெளி வழுக்கிகளில் அமர்ந்து, கப்பலிலிருந்து பிரிவர். கப்பல் காற்றில் விண்கொள்ளி எரிவதுபோன்று எரியலாம். அல்லது நில நிலாவாக மாறலாம். நிலாவாக மாற, அதன் எந்திரம் சிறிதுநேரம் இயங்கவேண்டும். வழுக்கிகள் நிலக்காற்று வெளியை அடைந்து, தம்முடைய விரிந்த இறக்கைகளின் உதவியினால் நிலம் நோக்கிக் கீழிறங்கும்.

வழுக்கி நிலவுலகை அடைதல்

வழுக்கி 1-விநாடிக்கு 11-கி. மீ. பிடிப்புடன் (Clip) காற்று வெளியின் மேல் அடுக்குகளுக்கு வரும். பின், மீண்டும் வான் வெளிக்குச் செல்லும். காற்றில் வழுக்கி தன்னுடைய விரைவில் கொஞ்சம் இழக்கும். காற்று வெளிக்கு வருவதன் வாயிலாகவும்; திரும்பவும் வான் வெளிக்குச் செல்வதின் வாயிலாகவும் அதனுடைய விரைவு கொஞ்சங் கொஞ்சமாகக் குறையும். இவ்வாறு வருவதும், செல்வதும் பல தடவைகள் நடைபெறும். இதுபோன்று இறங்குதல் வழுக்கியின் முகப்புத் தடை ஏற்பாடு (Fairings) உயர்ந்த வெப்பநிலையை எட்டா வண்ணம் காக்கும். வழுக்கி விரைவை இழந்ததும்,

அதன் அடிப்படை இறக்கைகளின் (Rudimentary wings) மேற்பரப்பு பயனற்றுப் போய்விடும். இந்நிலையில், சுருங்கு இறக்கைகள் (Retractile wings) செயல்படத் தொடங்குகின்றன, காற்று வெளியின் செறிவான அடுக்குகளுக்கு வழுக்கி வருகிறது. அதன் காற்று விரைவு (air speed) எல்லாம் இழந்ததும் அது நிலத்தை அடையும். வழுக்குத்தடை (Gliding retardation) சீராக உண்டாவதால், அது வெப்பத்தால் தாக்குறுது; அறையினுள் வெப்பநிலை உயராது. நிலத்தை வழுக்கி அடைவதற்குப் பல மணி நேரம் பிடிக்கும்.

இதே போன்றுதான் வான் வெளி நிலையத்திலிருந்தும், நிலவுலகிற்குத் திரும்பவேண்டும். இங்குச் சிறு இராக்கெட்டு எந்திரத்தால் வழுக்கியை நிலையத்திற்கு எதிராகக் குறைந்த விரைவில் இயங்கச் செய்யலாம். வழுக்கு இயக்கத்தினுல், காற்று வெளியில் மூழ்கி மூழ்கிக் கடைசியாக வழுக்கி நிலவுலகை அடையும்.

15 கலமும் காட்சியும்

சுற்றுகாலம் (Orbital period)

கலம் நிலவுலகை அல்லது மற்றக் கோள்களை ஒரு சுற்று சுற்றுவதற்கு ஆகும் காலம் சுற்றுகாலமாகும். கலத்தின் உயரம் அதன் விரைவை உறுதிசெய்கிறது. அதன் சுற்றுகால அளவும் உயரத்தைப்பொறுத்து அமைகிறது. உயரம் மிக மிகச் சுற்றுவழி நீண்டு (சுற்றுகாலம் மிகுதி) நிலவுலகின் ஈர்ப்பாற்றல் குறைகிறது. ஆகவே, கலத்தின் விரைவும் மைய(ம்) விலகு விசையும் குறையும். கோளுக்கும் கலத்திற்கும் இடையிலுள்ள தொலைவைப் பொறுத்தும் கலத்தின் சுற்றுகாலம் மிகுதியாகும்.

முதல் பூத்துணிக்கின் சுற்றுகாலம் முதலில் 96-நிமி 12-வினடியாக இருந்தது. வரவரக் காற்றுத் தடையினல் காலம் குறையத் தொடங்கிற்று. முதல் மூன்று வாரங்களில் ஒவ்வொரு 24-மணிக்கும் 2·3-வினடி குறைந்தது. 23-நாட்களுக்குள் சுற்றுகாலம் 95-நிமி 18-வினடியாக மாறியது. இக் காலத்திற்குள், நிலா ஒரு நாளைக்குச் சுற்றிய சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை 14·97-இல் இருந்தது, 15·11-ஆக உயர்ந்தது. காலத்தை ஒட்டிச் சுற்றுவழியின் பெரும் அச்சு (Major axis) 70- கி. மீ. அளவுக்குக் குறைந்தது, முதல் மூன்று வாரங்களில் அதன் சராசரி விரைவு 1-வினடிக்கு 7·58-கி. மீ. ஆக இருந்தது.

இரண்டாம் பூத்துணிக்கு ஒரு சுற்றுக்கு எடுத்துக் கொண்ட காலம் 1-மணி 43·7-நிமி: முதல் பூத்துணிக்கின் சுற்றுகாலத்தைவிட 7·5-நிமி மிகுதி. முதல் 70-நாட்களில் அதன் சுற்றுகாலம் கிட்டத்தட்ட 3·9-நிமி மாற்றத்தைக் காட்டிற்று. முதல் சில நாட்களில் சுற்றுகாலத்தில் ஏற்பட்ட அன்ருட மாற்றம் 2-வினடிக்குமேல் இருந்தது.

நிலா ஆயிரம் சுற்றுக்களை முடிப்பதற்குள் மாற்றம் 4·5-விஞடியாக மாறியது,

இதுவரை இரு நாடுகளாலும் விடப்பட்டுள்ள கலங்களின் சுற்றுகாலமும்; மற்றும் எடை, வடிவம், உயரம், வாழ்நாள், அண்மைத் தொலைவு, சேய்மைத் தொலைவு, சுற்றுவழிச் சாய்வு முதலியனவும் கலத்திற்குத் தகுந்தவாறு மாறுபடுவதை அகரவரிசையிலுள்ள உருசிய, அமெரிக்கச் செயற்கை நிலாக்களின் அட்டவணையில் காண்க.

கலத்தில் காலம்

கலத்தில் செல்லும் மனிதன் வழக்கத்திற்கு மாருகப் பலவற்றைக் காண்பான். விண்கோளம் மாறுபட்டு இயங்கும். முற்றிலும் எதிர்பாராத வகையில் பருவங்கள் (Seasons) மாறும். மற்றும், பல அரிய மெய்ந்நிகழ்ச்சிகளும் நிகழும். கலத்தில் நிலவுலகைப் போன்றே இரவும் பகலும் ஒன்றை ஒன்று தொடர்ந்துவரும். ஆனல், இரவு பகலின் நேர அளவைவிட மாறுபடும். இரவு பகல், கலத்தில் பல தடவைகள் ஏற்படும்.* இரவு, கதிரவன் மறைவு (Solar eclipse) போன்று இருக்கும், நிலவுலகில் உள்ளது போலவே, கலத்திலும் அரை இருள் (Dusk) இரவுக்கு முன்வரும். விடியற்காலையில் கலத்தில் கருக்கல் (Twilight) உண்டாகும். கலத்தில் இரவாக இருக்கும் பொழுது, கதிரவனைப் பார்க்க இயலாது. கதிரவன் படிவதும் எழுவதும் மிக அழகாக இருக்கும்.

பருவ காலங்களும் கலத்தில் ஏற்படும். நிலவுலகில் இரவு பகல் நீட்சியினுல் பருவ மாற்றங்கள் ஏற்படுவது போலவே, கலத்திலும் பருவ மாற்றங்கள் நிகழும். மாரிக் காலம் நீண்ட இரவுகளாகவும்; கோடைக்காலம் நீண்ட

---

* உருசிய இரண்டாம் வான் வெளி மனிதரான டிட்டோவ் சென்ற கலத்தில் 17-தடவைகள் இரவும் பகலும் ஏற்பட்டன.

பகல்களாகவும் * இருக்கும். ஓர் ஆண்டில் இரு மாரிகளும் இரு கோடைகளும் உண்டாகும். மாரிக் காலம் நீண்ட இரவு களின் நேர அளவையும்; கோடைக் காலம் நீண்ட பகல் களின் நேர அளவையும் கொண்டிருக்கும். எடுத்துக் காட்டு: முனைகளுக்கு மேல் 210-கி. மீ. உயரத்தில் வலம் வரும் கலத்தில் நடுக் கோடை ஜூன்-டிசம்பர்த் திங்களாக வும்; நடு மாரி மார்ச்சுத் திங்களின் முடிவாகவும் இருக்கும். ஆக, ஒரு நிலவுலக ஆண்டில் கலத்திற்கு இரு மாரிகளும், இரு கோடைகளும் உண்டு. கலத்தின் கால நீட்சி அறிவும், பருவ அறிவும் மிகவும் இன்றியமையாதன. இவற்ருல் ஏற் படும் பயன்களாவன:

1. நிலவுலகிலிருந்து உற்றுநோக்கல்கள் செய்யலாம்.

2. கலத்தில் இருந்துகொண்டு கருவிகள் வாயிலாகக் கதிரவன் வீச்சை (Solar radiation) ஆராயலாம்.

வான் வெளிக் காட்சி

கிளம்பிய இரண்டு நிமிக்குள். கண்ணிற்குத் தென்படும் காற்று வெளியைக் கலம் தாண்டிச் செல்லும். விண் கோளம் அதுவரையில்தான் நீல நிறமாக இருக்கும். தாண்டியபின் கறுப்பாகக் காட்சியளிக்கும். விண் பகுதிகள் கிட்டத்தட்ட முழு இருட்டில் ஆழ்ந்திருக்கும். ஒளிராப் பொருள் ஒன்று விண் பகுதிகளை நிழலிடுவதே முழு இருட்டுக்குக் காரண மாகும். கதிரவனின் சிதறிய ஒளி விண் கோளத்திற்கு வெளிச்சமளிக்காது. விண் மீன்கள், புகைமங்கள் ஆகிய வற்றின் மங்கிய ஒளியினுல் மட்டுமே விண் கோளம் ஒளி வீசுகிறது. விண் மீன்கள் கண் சிமிட்டா; மிகத் தெளிவாகத் தெரியும். கலம் ஒரு சுற்று முடிக்கும்பொழுது, முழு விண் கோளத்தையும் பார்க்கலாம்; கலத்தில் இருக்கும் உற்று நோக்குபவருக்கு. நிலவுலகு கலத்தைச் சுற்றி ஒரு முழுச் சுற்று சுற்றியதுபோல் காணப்படும். கலத்தின் சுற்றுவழி வட்டமாக இருக்குமாஞல், விண் கோளத்தைச்

* உருசிய இரண்டாம் வான் வெளி மனிதரான டிட்டோவ் சென்ற கலத்தில் 17-தடவைகள் இரவும் பகலும் ஏற்பட்டன.

சுற்றி நிலவுலகின் இயக்கம் ஒரே சீராக இருக்கும். மாருகச் சுற்றுவழி நீள் வட்டமாக இருக்குமாஞல், நிலவுலகின் விரைவு முதலில் கூடுவது போலவும்; பின் குறைவதுபோல வும் இருக்கும். கலத்தின், மாறுபடும் விரைவும் நிலவுலகி லிருந்து மாறுபடும். தொலேவும், கலத்தின் விரைவு உயர்வு தாழ்விற்குக் காரணமாகும்.

செயற்கை ஈர்ப்பை உருவாக்கும் கலத்தில் இருந்தால், விண் கோளம், நிலவுலகு, திங்கள், கதிரவன், விண் மீன்கள் ஆகியவை கலத்தைச் சுற்றி வருவதுபோல் தோன்றும். கலத்தின் சுற்று அச்சு (Axis of revolution) கிடை மட்டமாக இருந்தால், நிலவுலகு தலேக்கு மேல் செல்வது போன்று இருக்கும். கலத்தின் சுற்றச்சு குறிப்பிட்ட நிலேயில், நிலவுலகின் சுற்றச்சோடு ஒத்து அமையுமாஞல், நிலவுலகு அதனுடைய அச்சில் மிகுந்த விரைவுடன் (அதன் விரைவைக் காட்டிலும் பல நூறு மடங்கு மிகுதியாகச்) சுற்றுவதுபோல் தெரியும். கலத்தின் சுற்றச்சு நிலவுலகின் மையமாகச் செல்லுமாஞல் — நிலவுலகின் அச்சோடு ஒத்தமையாவிட்டா லும் — கலத்தின் சுற்றச்சைச் சுற்றுவது போன்று நிலவுலகு காணப்படும். நிலவுலகின் மேற் பரப்பில், கலம் உச்ச நிலேயில் காணப்படுகின்ற இடமே (Point) நிலவுலகின் முனேயாக இருப்பதுபோல், வான் வெளி நாவாயருக்குத் (Astro-nauts) தென்படும். இக்காரணம் பற்றியே, நிலவுலகைச் சுற்றிவரும் வான் வெளிச் செல்வோருக்கு, இக்கற்பனே நிலமுனே நகர்வது போன்று தென்படும். நிலேயான கலத்தில் இருந்து பார்க்க, நிலவுலகின் சுழற்சித் தோற்ற முனே (Apparent Pole of rotation) நிலேயாக இருப்பது போன்று தென்படும். எப்படி இருப்பினும், இவைபோன்ற பலவற்றில் பயிற்சிபெற, வான் வெளிச் செல்வோர் விண் வெளிக் கப்பலேச் செலுத்துதல் (Cosmic navigation) பற்றியும்; செயல் முறை வானியல் (Practical astronomy) பற்றியும் முதிர்ந்த அறிவைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான், அவர்கள் கலத்தின் சுற்று வழியைத் திருத்திக் குறிப்பிட்ட வழியில் அதைச் செலுத்த இயலும் (ஒ. பா. காகரின். ஷெப்பர்டு கண்ட காட்சி).

கலங்களை உற்றுநோக்கல்

கலத்தை உற்றுநோக்குதல், அதன் அளவு, மறிக்கும் ஆற்றல், தொலைவு, விண்ணகப் பின்னணிக்குச் (Celestial background) சார்பாக அது இருக்கும் நிலை முதலிய வற்றைப் பொறுத்து அமைகிறது. கலத்தைக் கதிரவன் எழும்பொழுதும் படியும்பொழுதும் பார்க்கலாம். காற்றில் உள்ள நீராவி, புழுதி முதலியவை கலத்தைக் காணத் தடைகளாக இருக்கும். இவற்றைவிடக் காணுதலின் குறைந்த நேரமே (Short period of visibility) பெரும் இடராகும். உற்றுநோக்கல் எளிதாக இருக்கக் கலத்தின் மேற்பரப்பு ஒளிர் பொருள் (Phos-phorescent substance) பூச்சைக்கொண்டிருக்கும். அல்லது உள்ளிருந்தே ஒளி ஏற்றப்படும்.

நிலாவில் உள்ள தொலை அளவு ஏற்பாடு (Telemetric System) செயல்படத் தவறினல், கண் உற்று நோக்கல்கள் (Visual observations), இரேடார் குறிபாடுகள் ஆகிய இரண்டு மட்டுமே கலத்தின் இயக்கத்தை உறுதி செய்யும். உயரம் மிகுதியாக இருக்கும்பொழுது, நிலவுலகின் மேற் பரப்பின் குறிப்பிட்ட பகுதிக்குமேல், கலத்தின் வழியை அறியலாம். அதிலிருந்து நிலவுலகின் மிக விரிந்த பரப்புக் களைப் (Expanses of the globe) பார்க்கலாம். நிலவுலகச் சுழற்சித் திசையில் உருசிய முதல் செயற்கை நிலாக்கள் (பூ-1, பூ-2, பூ-3) ஏவப்பட்டதால், மற்ற விண் பொருள் களில் இருந்து அவற்றை எளிதாகப் பிரித்தறிய முடிந்தது. அவைகள் விண்ணில் குறுக்காக, வடக்கு, வட கிழக்காகவும்; கிழக்கு, தென் கிழக்காகவும் சென்றன; வட மேற்காகவோ தென் மேற்காகவோ செல்லவில்லை. நிலவுலகின் வேறுபட்ட இடங்களில் (Points) செயற்கை நிலாக்களை உற்று நோக்க, வேறுபட்ட திசைகளில் நிலாக்களை ஏவ வேண்டிய தேவை இல்லை. நிலா ஒன்றை வட தென் முனைகள் வழியாகச் செல்லுமாறு (பா. டிஸ்கவரர்கள்) ஏவினல் போதும்.

கலத்தின் சுற்றுவழி உயர உயர, நிலவுலகின் பெரும் பகுதியில் இருந்து கலத்தைப் பார்க்கலாம். எடுத்துக்

காட்டு: 200-கி. மீ. உயரத்தில் வலம்வரும் நிலா ஒன்றின் காணுதல் ஆரம் (Visibility radius) 1,500-கி. மீ. ஆகும். 1,000-கி. மீ. உயரத்தில் வலம்வரும் நிலா ஒன்றின் காணுதல் ஆரம் 3,000-கி. மீ. ஆகும். காணுதல் ஆரம் செம்மையாக அமையப் பொதுவாக நிலாக்கள் உயர்ந்த சுற்றுவழிகளிலேயே வலம் வரவேண்டும்.

16. வழியறி நிலையங்கள்

கலங்களை ஏவிய பின், அவை இலக்கை அடையும்வரை, அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தி வழியறிய உதவும் நிலையங்கள் வழியறி நிலையங்கள் (Tracking stations) ஆகும். இவை நிலத்திலுள்ளவை. இவற்றில் வழியறி நிலைகள் (Tracking posts), தொலை அளவு நிலையங்கள் (Telemetering stations) கணக்கிடு மையங்கள் (Computing centres) முதலியன அடங்கும். வானொலிக் குறிபாடுகள் வாயிலாக ஏவிய கலங் களைக் கட்டுப்படுத்தவும், வழியறியவும் இவை பயன்படு கின்றன.

வழியறி நிலைகள்

இவை வான் வெளிக் கலங்களை உற்று நோக்கப் பயன் படுபவை. வானொலி, ஒளி இயல் வசதிகள் முதலியவற்றை நிரம்பப் பெற்றவை. தனிச் செய்தித் தொடர்பு ஏற்பாட்டி ஞல் (Special communication system) இணைக்கப்பட்டிருப் பவை. தனித் தொடர்பு ஏற்பாடு பல வழியறி நிலைகளை இணைப்பது; அளவுச் செய்திகளைக் (Measurement data) கணக்கிடு மையத்திற்கு அனுப்புவது; கலங்களின் சார்பு நிலைகளை (Bearings) வழியறி நிலைகளுக்குத் தெரிவிப்பது.

கணக்கிடு மையங்கள்

தானியங்கு தொடர்பு வழியாக (Automatic communication lines), எல்லா வழியறி நிலைகளிலிருந்தும் வரும் செய்திகள் இம்மையங்களை அடையும். இச்செய்திகள், குறைந்த கால அளவில் (கலங்கள் கிளம்பியதற்குப் பின் 20-30-நிமியில்) முதலில் ஓரினப்படுத்தப்படும். இதனால், முதல் ஒரு மணியில், கலம் மேல் செல்லும் வழியையும்; இலக்கை அடையுமளவுக்குத் திருத்தமாக அது தன் வழியில் செல்கின்றதா என்பதையும் கணக்கிட இயலும். அன்றியும், பின் மேற்கொள்ளப்படும் உற்று நோக்கல், அளவுகள்

ஆகியவற்றிலிருந்து கலத்தின் சார்பு நிலைகளைக் கணக்கிட லாம். உயரம் மிக மிகக் கலத்தின் காணுதல் காலமும் மிகும். அதன் காணுதல் காலம் (Period of visibility) 200-கி. மீ. உயரத்தில் 7-நிமியாகவும்; 500-கி. மீ. உயரத்தில் 11-நிமி யாகவும்; 2,000-கி. மீ. உயரத்தில் 28·5-நிமியாகவும் இருக் கும். அதாவது இக்காலங்களிலேயே, நாம் கலத்தைப் பார்க்க இயலும்.

ஓர் இடத்தில் தோன்றிய கலம் திடீர் என்று மற்றொரு இடத்தில் தோன்றாது. குறிப்பிட்ட நேரத்தில்தான் தோன் றும். எந்த எந்த இடங்களில் எந்த எந்த நேரங்களில் தோன் றும் என்பதை, அதனுடைய இணைகோடுகள் (Co-ordinates), விரைவு, திசை முதலியவற்றைக் கொண்டு உறுதி செய்ய லாம். அதே போன்று மீண்டும் தோன்றிய இடத்திலேயே எப்பொழுது தோன்றும் என்பதையும் உறுதி செய்யலாம். இராக்கெட்டு ஒன்றை ஏவுவதின் வாயிலாகக் கலம் ஒன்றின் விரைவையோ திசையையோ மாற்ற முடியாது என்பது பொதுவாகக் கொள்ளப்பட்டிருப்பது ஆகும். ஒரே கலம் குறிப்பிட்ட பகுதியின் வழியாக முதலில் தெற்கிலிருந்து வடக்காகவும்; பின், வடக்கில் இருந்து தெற்காகவும் செல் லக் கூடும். இவ்வாறு செல்லுகின்றபொழுது, நிலவுலகு அரைச் சுற்று சுற்றுமானால், விண் கோளத்தில், கலத்தின் திசை திருப்பப்படும். ஆகவே, ஒரே கலம் குறிப்பிட்ட இடத் தில் திசை திரும்பிச் செல்வது, அதன் சுற்று வழியின் திடீர் திசைத் திருப்பத்தினால் அன்று (இது நிகழ்வதற்கில்லை); மாறாக, நிலவுலகு அரைச் சுற்று சுற்றுவதால் கலத்தின் திசை திருப்பப்படுவதே (Reversed) ஆகும். கலம் (உருசிய நிலாக் கள்) கிழக்கில் இருந்து மேற்காகவும்; மேற்கிலிருந்து கிழக் காகவும் (அமெரிக்க நிலாக்கள்) செல்ல முடியும். உருசிய முதல் நிலாக்களின் சுற்று வழிகள் நடுக்கோட்டிற்கு மிகச் சாய்வாக அமைந்திருந்ததால், எல்லா நாடுகளின் வழியாக வும் அவை சென்றன.

கலம் இலக்கை அடைந்ததா என்பதையும் உறுதி செய்யலாம். கலத்தின் எல்லைகள், ஆர விரைவுகள் (Radial

speeds) பற்றிய செய்திகளை, இறுதியாகச் செப்பப்படுத்துவதின் வாயிலாகக் கலத்தின் இலக்குப் பரப்பைப் (Target area) பற்றியும்; இலக்கைத் தாக்கும் நேரத்தைப் பற்றியும் முன்னறிவிப்பு செய்யலாம் (உ—2).

வழியறி ஏற்பாடுகள்

கலம் வெற்றியுடன் செல்லக் கணக்கிடு ஏற்பாடும் வழியறி ஏற்பாடும் மிக இன்றியமையாதன. இவை கலத்திற்கு இயக்கத் திருத்தப்பாட்டை (Operational check) அளிக்கும். இத்தகைய ஓர் ஏற்பாட்டின் சிறப்பியல்பாவது: கலத்தின் செலவுபற்றிய செய்திகள் மிக விரைவாகக் கையாளப்பட வேண்டும். அப்பொழுதுதான், கலத்தின் சார்பு நிலைகளை, உற்றுநோக்கு நிலைகளுக்காகவும் (Observation posts), கணக்கிடு மையங்களுக்காகவும் கணக்கிட முடியும். இந்நிலைகளும் மையங்களும் கலத்தின் செலவு, இலக்கு முதலியவை பற்றி முன்னறிவிப்புக்கள் செய்ய இயலும்.

வழியறி ஏற்பாடுகள், கலத்தின் சாய்வு எல்லைகளையும், (Slant ranges), கோணங்களையும், ஆர விரைவுகளையும் அளக்க வானொலியை நம்பியிருப்பவை. இவை கலத்தின் சாய்வு எல்லைகளையும், கலத்தின் இரு கோணங்களான சார்பு நிலையையும், உயர்ச்சியையும் (Elevation) மிகத்திருத்தமாகக் கணக்கிடக் கூடியவை. வழியறி நிலைகளில் பெறப்பட்ட செய்திகள் இரு குறித் தொகுதியாக (Binary code) மாற்றப்பட்டு, ஓரினப்படுத்தப்பட்டு, வானியல் நேரமாக்கப்படும். இவ்வாறு நடைபெறுவது தனிப்பட்ட எண்ணுக்கும் செய்தி எந்திரங்களால் (Special purpose digital information computors) ஆகும். இதே எந்திரங்கள் தாமாகவே தொடர்பு இணைப்புகளுக்குச் (Communication links) செய்திகள் அனுப்பும்,

கணக்கிடு மையத்தில், தனி மின்னணுக் கருவி அமைப்புக்கள், வரும் செய்திகளைத் தாமாகவே பிரித்து, அவைகளைத் துளையிட்ட அட்டைகளுக்கு மாற்றும். இவ்வட்டைகள் மீண்டும் மின்னணு எந்திரங்கள் வழியாகச் செலுத்தப்படும்.

வேறுபட்ட வழியறி நிலைகளிலிருந்து பெற்ற செய்திகளினால் இவ்வெந்திரங்கள் கலத்தின் செலவு பற்றிய தொடக்க நிலைமைகளையும், சார்பு நிலைகளையும், இணை கோடுகளையும் உறுதி செய்யும். கலத்தின் செலவு பற்றிய செய்திகளை, மிகுதியாகத் தெரிந்து கொள்ளக் கலத்தின் எல்லை, ஆர விரைவு, உயர்ச்சி, சார்பு நிலைகள் ஆகியவை, கலம் இலக்கை அடையும் வரை தொடர்ந்து அளவெடுக்கப்படும். பின், குறிப்பிட்ட மெகாசைக்கிளில் நிலவுலகிற்குச் செய்திகள் தொலை அளவு செய்யப்படும். இதற்கு ஒவ்வொரு நிலாவிலும் ஒரு கம்பியிலா வானொலிச் செலுத்தி இருக்கும். நிலாவை ஏவியதிலிருந்து, தொடர்ந்து குறிபாடுகள் அதிலிருந்து வந்துகொண்டிருக்கும். இக்குறிபாடுகளின் வாயிலாகப் பல செய்திகளையும் தெரிந்துகொள்ளலாம். பின், அவற்றைப் பகுத்தறியலாம் (உ-2).

தொலை அளவு நிலையங்கள்

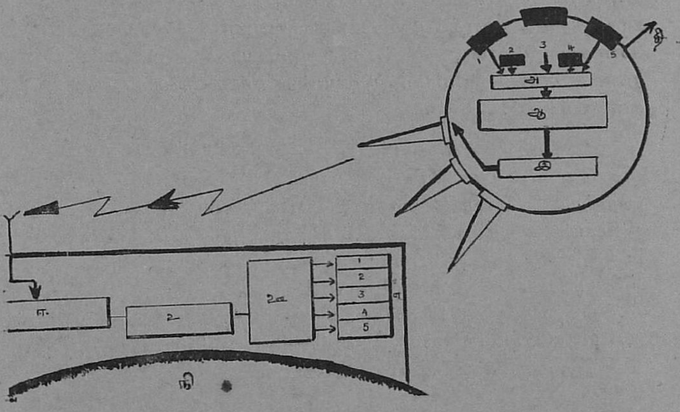
கலம் அனுப்பும் செய்திகளை, அதிலுள்ள வானொலிச் செலுத்திகள் நிலவுலகிற்கு அஞ்சல் செய்யும். இச்செய்திகளை நிலத் தொலை அளவு நிலையங்கள் பெறும். கலத்திலிருந்து எல்லாச் செய்திகளும் இம்முறையிலேயே அஞ்சல் செய்யப்படும். அஞ்சல் செய்யப்படும் செய்திகளாவன: ஆராய்ச்சிச் செய்திகள், கருவிகள் இயங்குதல், வெப்பநிலை, அழுத்த நிலை முதலியவை பற்றிய செய்திகள்.

உற்றுநோக்கல்

இது இரு வகைப்படும். ஒன்று வானொலி உற்றுநோக்கல். மற்றொன்று ஒளி இயல் உற்றுநோக்கல். இவ்விரு முறைகளாலும் கலத்தின் சார்பு நிலைகளை அறியலாம். ஒளி இயல் உற்றுநோக்கலுக்குச் செயற்கை வால் மீன் முறையைப் (artificial comet method) பயன்படுத்தலாம் (உ-1, உ-2). கலத்தைச் சுற்றிச் செயற்கையாக உருவாக்கப்படும் சோடிய முகிலே செயற்கை வால் மீன் ஆகும். இம்முகிலை உற்று நோக்கத் தகுதி வாய்ந்த ஒளி இயல் ஏற்பாடு (optical system) உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வேற்

பாட்டில், சோடிய முகிலைப் படம் பிடிக்கக் குறுக்கிடு ஒளி வடிகட்டிகளைக் (interference light filters) கொண்ட இரட்டைப் புகைப்படப் பெட்டிகளும் (twin cameras); சோடிய முகிலைக் கண்ணினால் உற்றுநோக்க மின்னணுத் தொலை நோக்கிகளும் அடங்கியிருக்கும் (உ-2).

செயற்கை வால் மீனை ஒளிப்பட முறையில் உற்று நோக்குவது (photographic observation). கலத்தின் சார்பு



படம் 31. வான் வெளி இராக்கெட்டின் தொலை அளவு ஏற்பாடு.

அ. திசைமாற்றி
ஆ. குறிப்பாட்டுத் தொகுதி
இ. செலுத்தி
ஈ. பெறுவி
உ. மாற்றி
ஊ. திசைமாற்றி
எ. பதிவுக் குறிப்பு
நி. நிலவுலகு
தி. திங்கள்

நிலைகளை மிகத் திருத்தமாக அறியவும்; இலக்கை நோக்கி அதன் வழியை விரிவு படுத்தவும் உதவி செய்யும்.

ஆகவே, வழியறி நிலையங்கள் கலத்தின் செலவு வழியை அறிய உதவுகின்றன. செலவு வழியை அறியப் பயன் படுபவை வானொலிக் குறிபாடுகளாகும். இக்குறிபாடுகளை அறிய வழியறி நிலைகளுள்ளன. பல வழியறி நிலைகள், தொடர்பு ஏற்பாட்டை (communication system) இணைக்கின்றன. தொடர்பு ஏற்பாட்டிலிருந்து வரும் செய்திகளைப் பகுத்தறியக் கணக்கிடு மையங்களுள்ளன. இம்மையங்களில் கணக்கிட மின்னணுக் கருவி அமைப்புக்கள் பயன்படுகின்றன. எனவே, வழியறி நிலையங்களைச் சிக்கலான ஏற்பாடுகள் எனலாம்.

கலங்களை ஏவிய பின், அமெரிக்காவிலும் உருசியாவிலும் உள்ள பல வழியறி நிலையங்கள், அவற்றின் வழியை அறிந்தன. தவிர, உலகின் பல பகுதிகளிலும் பல வழியறி நிலையங்கள் கலங்களின் வழியை அறிந்தன. உருசியப் பூத்துனிக்குகள் ஏவப்பட்ட பின், 66-கண் உற்றுநோக்கு நிலையங்களும் (visual observation stations); 26-வானொலி உற்றுநோக்கு நிலையங்களும், அவற்றின் இயக்கங்களை அறியச் செயல்பட்டன. கலங்களின் வழியை அறிவதில், உலகிலுள்ள பல கலைபயில் கழகங்களும் கலந்துகொண்டன.

17. ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை ஆய்வுகள்

1. எடை

எடை என்பது இயல்பியலிலும், வான் வெளி நாவாய் இயலிலும் வேறுபட்ட பொருளில் வழங்கப்படுகிறது. இயல் பியலில் எடை என்பது ஒரு பொருளின் மீது ஏற்படும் ஈர்ப்பு விசையின் அளவே ஆகும். ஆனால், வான் வெளி நாவாய் இயலில், எடை என்பது வான் வெளிக் கலத்தில் உள்ள பொருள்களை, அதன் தரையில் அழுத்தும் விசையே ஆகும். இயற்கையாக உள்ள நில ஈர்ப்பு விசையன்று. இவ்விசை ஒரு பொழுதும் மறைவதில்லை. ஆகவே, நிலக் கவர்ச்சி அல்லாத, பொருள்களை அழுத்தும் விசையே வான் வெளிச் செல்வோரால் உணரப்படுவது.

எடை உணர்வை மற்ருெரு முறையாலும் விளக்கலாம். எடை உணர்வு என்பது தரை, நாற்காலி, படுக்கை முதலிய வற்றின் தாங்குதலினுல் ஏற்படும் அழுத்தத்தின் விளை வாலும்; உடலிலுள்ள பல பகுதிகள் ஒன்றின்மீது ஒன்று ஏற்படுத்தும் ஒத்த அழுத்தத்தின் விளைவாலும் தோன்றுவது ஆகும். காட்டாக, இதைக் கூறலாம். மூன்று கற்களை ஒன்றின் மீது ஒன்ருக அடுக்குவோமானுல், முதல் கல் இரண்டாம் கல்லை ஒரு மடங்கு அழுத்தத்தோடு தாக்கும். இரண்டாம் கல் மூன்ரும் கல்லை இரு மடங்கு அழுத்தத்தோடு தாக்கும். மூன்று கற்களையும் சாளரத்திற்கு வெளியே எறிவோமானுல், ஒன்றை ஒன்று அவைகள் அழுத்தா. ஒன்றுக்கொன்று அவைகள் தாங்குதல் அளிக்காததே அழுத் தாததற்குக் காரணமாகும். இந்நிலையில், அவைகளுக்கு எடை ‘உணர்வு’ இருப்பதற்கில்லை.

இந்த அழுத்தும் விசை, வெற்றிடத்தில் இராக்கெட்டு எந்திரத்தால் உண்டாகும் இறுக்கம் (Thrust) ஆகும். இவ் விசை காற்றுத்தடை, இராக்கெட்டு எந்திர இறுக்கம் ஆகிய

இரண்டினுல் ஏற்படுகிறது. இது இல்லை என்ருல் பொருள் கள் ஒன்றுடன் ஒன்று அழுத்தப்படா. நாம் தரையில் அழுத்தப்படுவதாக உணரமாட்டோம். எடை உணர்வை இழப்போம். காற்று வெளியிலும், வான் வெளியிலும் இராக் கெட்டு எந்திரம் இயங்கும்வரை, எடை உணர்வு இருக்கும். இவ்வெந்திரம் இயங்குவது கொஞ்ச நேரமே. ஆகவே, செலவு முழுதும் எடையின்மை தொடரும்.

2. ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை

ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை என்பது எடை மிகுநிலைமையே ஆகும். ஈர்ப்பு மிகுநிலைமையில் செய்யப்படும் ஆய்வுகள் ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை ஆய்வுகளாகும்.

கலம் நிலவுலகை விட்டு வான் வெளியை அடைகின்ற வரை, ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை தொடரும். அன்றியும், வான் வெளியில் கலத்தின் எந்திரம் இயங்கினுல், ஈர்ப்பு மிகு நிலைமை உண்டாகும்.

முன்னரே கூறியவாறு இராக்கெட்டு எந்திரத்தின் இறுக்கத்தினுலும், காற்றுத் தடையினுலும் ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை உண்டாகிறது. இறுக்கத்தினுல் ஏற்படுவது விரைவாக்க மாதலால். விரைவாக்கமே ஈர்ப்பு மிகுநிலைமைக்கு மறைமுகக் காரணமாகும். அவ்வாறு ஏற்படும் ஈர்ப்பு மிகுநிலைமையின் அளவு 4-ஈ (4-G) முதல் 11-ஈ வரை இருக்கும். இந்த விசைக்கு எதிராக மனிதன் தாக்குப் பிடிக்க முடியுமா என்பதே இங்கு ஆராய்ச்சிக்குரியது.

விரைவாக்க விளைவும், ஈர்ப்பு விளைவும் ஒன்றுக்கொன்று ஒத்த நிலையில் உள்ளவை. கலம் கிளம்பும் பொழுது விரை வாக்கம், நில ஈர்ப்பைவிட மிகுதியாக இருக்கும். இல்லா விட்டால் கலம் இயங்காது; கிளம்பாது. இம்மிகுதியினுல் தான் ஈர்ப்புக்கு அப்பெயர் வந்தது. மேலும், ஈர்ப்புக்குத் தலைவாய் விரைவாக்கமாகும்.

நிலவுலகின் மேற்பரப்பிலுள்ள பொதுவான ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியைப் போல் (Ordinary gravitational Pull) ஒரு

மடங்கு என்பது ஒரு ஈர்ப்பு என்பதற்குப் பொருள். இதே போன்று ஈர்ப்பின் எண்ணிக்கை மிக மிக, மடங்கின் எண்ணிக்கையும் மிகும்: 2-ஈ, 2-மடங்கு கவர்ச்சி...... அமைதியாக உட்கார்ந்திருக்கும்பொழுது, நாம் உணர்வது ஒரு ஈர்ப்பு ஆகும்.

வான் ஊர்தி ஒன்று வானில் விடுபடுகின்ற பொழுது, வலவன் உணர்வது 4-ஈ. விரைவாக்கமாகும். அதாவது, வழக்கத்திற்கு மாருக 4-மடங்கு பளுவாக இருப்பதாக வலவன் உணர்கிருன். அதிர்ச்சியுடன் பறத்தலில் (stunt flying), வலவர்கள் 8-ஈயையும்; நீச்சல் போட்டிகளில் மூழ்கு பவர்கள் 16-ஈயையும் உணர்கிருர்கள். இவற்றில் எல்லாம் ஈர்ப்பைத் தாங்கும் நேரம் சில விஞடிகளே: வான் ஊர்தி வானில் விடுபடுகின்ற பொழுது, அது ஈர்ப்பைத் தாங்கும் நேரம் சில விஞடிகள்; நீர்மூழ்குதலில் ஈர்ப்பைத் தாங்கும் நேரம் ஒரு விஞடியில் மிகச் சிறு பகுதி. நில ஊர்திகளில், ஈர்ப்பு குறைவாக இருக்கும் பொழுது, நீண்ட நேரம் விரைவாகச் செல்லலாம். ஆனல், வான்வெளிச் செலவில் நிலை அப்படியன்று. விரைவு மிகமிக ஈர்ப்பும் மிகும். ஆகவே, ஈர்ப்பை நீண்ட நேரம் தாங்க முடியாது. கலம் நிலவுலகை விட்டு வான் வெளியை அடைய ஆகும் நேரம் 8-நிமியாகும். இந்நேர அளவில் செல்வோர் 4-ஈ முதல் 11-ஈ வரை தாங்கவேண்டி வரும். இதை மனிதன் எந்த அளவுக்குத் தாங்க முடியும் என்பதை உயிருக்கு ஊறு ஏற்படாத வகையில், ஆய்வு செய்து பார்த்துத்தான் முடிவுகட்ட வேண்டும்.

ஈர்ப்பு மிகு நிலைமையை உண்டாக்க மைய விலகு விசையாக்கியைப் (centrifuge) பயன்படுத்தலாம். இத்த எந்திரத்தைக் கொண்டு சில ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. சுழல் இயக்கத்திஞல், இவ்வெந்திரம் மைய விலகு விசையை உண்டாக்கும். இவ்விசையே விரைவாக்க விசையை உண்டாக்குகிறது. இதனல் வேண்டிய கால அளவுக்கு, விரைவாக்க விசையை உண்டாக்கி, ஆய்வுசெய்து பார்க்கலாம். கலத்தில் ஏற்படும் விரைவாக்க விசையே (ஈர்ப்பே) இதிலும் ஏற்படும்.

இவ்வாறு செய்யப்பட்ட ஓர் ஆய்வில் உயிருக்கு ஊறு நேராதவாறு, 4.5-ஈ வரை பெரும்பாலோர் தாங்க இயலும் என்பது தெரிய வந்தது.

இற்றைக்கு 20-ஆண்டுகளுக்கு முன்பு செர்மனியில் ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை ஆய்வு ஒன்று நடத்தப்பட்டது. அவ் வாய்வில் மைய விலகு விசையாக்கியினுல் விரைவாக்க விசை உண்டாக்கப்பட்டது. மைய விலகு விசை 4-ஈயுடன் ஆயப் படுபவர் (subject) ஒருவர் எந்திரத்தில் வைக்கப்பெற்று 9-நிமி வரை சுற்றப்பட்டார். அருகில் மருத்துவர் இருந்தார். ஆய்வின் முடிவில் ஆயப்படுபவர் சோர்வுற்றும் மகிழ்ச்சி யற்றும் இருந்தாரே ஒழிய, மற்றப்படி அவரது உடல் நலம் ஒன்றும் குன்றவில்லை. இதே ஆய்வுக்குத் திரும்பத் திரும்ப உட்படுத்தப்பட்ட பின்தான், காகரினும், ஷெப்பர்டும் தங்களது வான் வெளிச் செலவை வெற்றியுடன் மேற் கொண்டு 4-ஈ முதல் 11-ஈ வரை தாங்கினர். மனிதனுடைய இயற்கைத் தடையாற்றலுக்குத் தகுந்தவாறு, ஈர்ப்புத் தாக் குப் பிடிப்பும் மாறுபடுகிறது. இதை ஆய்ந்துதான் முடிவு கட்டவேண்டும்; ஆய்வுகள் பல தேவைப்படும்.

ஆளைப்பொறுத்து ஈர்ப்புத் தாக்குப் பிடிப்பு மாறுபடு வது போல, ஆள் உள்ள நிலையைப் பொறுத்தும் குறிப் பிடத்தக்க அளவில் அது வேறுபடுகிறது. நிற்பதைவிட உட்கார்ந்திருந்தால் தாக்குப் பிடிப்பு எளிதாயிருக்கும் (காகரின்?); உட்கார்ந்திருப்பதைவிடப் படுத்திருப்பது நல் லது (ஷெப்பர்டு). படுத்திருப்பது, விரைவாக்க விசையினுல் ஏற்படும் தளர்ச்சியை (Fatigue) தடுக்கச் சிறந்த வழியாகும். மிகச் சிறந்த வழி காற்று இறுக்கமுள்ள பொதிகையைப் பயன்படுத்துவது ஆகும்.

செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் பகர்வன: ஈர்ப்பு உடைகளி னுல் (g suits) ஈர்ப்பைத் தாங்கலாம். இவ்வுடைகள், மிகுதி யான அழுத்தத்தைக் (extra - pressure) காலடியைச் சுற்றி லும், உடலின் கீழ்ப்பகுதியிலும் உண்டாக்குகின்றன. இதனுல், தலையிலிருந்து வரும் குருதி ஓட்டம் தடுக்கப்படு கிறது; மூளைக்குக்குருதி எளிதாகச் செல்கிறது. கலம்

சுற்றுவழியை அடையும் வரை, கலத்திலுள்ள ஆள் 3-ஈ யைத் தாங்க முடியும். ஆனால், காகரினும் ஷெப்பர்டும் மேற் கொண்ட செலவுகள் 11-ஈ வரை தாங்க முடியும் என்பதைக் காட்டுகின்றன.

தனியாள் திறமையைப் பொறுத்து விரைவாக்க விசைத் தாக்குப் பிடிப்பு அமைகிறது. பயிற்சியால் பழக்கத்தால் வராதன ஒன்றுமில்லை. பயிற்சியால் பழக்கத்தால் ஈர்ப்புத் தாக்குப் பிடிப்பைச் சமாளிக்கலாம். மேலும், சிலருக்கு எளிதாக இருக்கும் விரைவாக்கங்கள் மற்றவருக்குக் கடினமாக இருக்கலாம்; உயிருக்கு ஊறு விளைவிக்கலாம். திருந்திய ஆய்வுகளே இவற்றிற்கு எல்லாம் இறுதி விடையளிக்க வல்லவை. இதுவரை காகரின், டிட்டோவ், ஷெப்பர்டு, கிரிசம், கிளின் ஆகியோர் விரைவாக்க விசைகளைத் தாக்குப் பிடித்துள்ளனர்.

18. ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமை ஆய்வுகள்

ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமை

ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமை அல்லது சுழிஈர்ப்பு நிலைமை என்பது எடையின்மை நிலைமையே ஆகும். ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமையில் செய்யப்படும் ஆய்வுகள் ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமை ஆய்வுகளாகும்.

பீறிடு வான்ஊர்தியில் (Jet aircraft) மேல் உயரங்களிலும், ஆய்வக நிலைமையில் தனி அறைகளிலும்,(இவ்வறைகள் பொய்யுரு வான் வெளிக் கப்பல்களாகும்); இராக்கெட்டுகளிலும் எடையின்மையின் விளைவுகள் ஆராயப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்வாய்வுகள் வான் வெளி நிலைமை* ஆய்வுகளே.

வான் ஊர்தி ஆய்வுகளில், வான் ஊர்தி குறிப்பிட்ட உயரத்தை அடைகிறது. உயர்வரை விரைவை அடையும் பொழுது, அதன் எந்திரங்கள் நிறுத்தப்படுகின்றன. ஊர்தி பின் தன் நகர்ச்சியிலேயே, வீசி எறியப்பட்ட கல் போன்று காற்று வெளியின் மெலிந்த அடுக்குகளின் வழியாகச் செல்லத்தொடங்குகிறது. இப்பொழுது அது குறைந்த காற்றுத் தடையை மட்டுமே நுகர்கிறது. இந்நிலைமையில், கிட்டத்தட்ட முழு அளவுக்கு ஈர்ப்பு விசை மறைகிறது! ஊர்தி செல்கின்ற ஊடகம், (காற்று வெளி) குறிப்பிட்ட அளவு தடையை உண்டாக்குவதால், கிட்டத்தட்ட என்று கூற வேண்டியிருக்கிறது.

ஊர்தியில் 1-நிமியளவுக்குச் சுழி ஈர்ப்பு நிலைமை (Zero-gravity state) உண்டாகிறது. மேலும், வான் ஊர்தி செங்குத்தாக விழுகின்ற பொழுதும்; நேரப்பட்ட விண் குடைக் குதிப்பின் (delayed Parachute jump) பொழுதும் உயிர்களைக் கொண்டு எடையின்மையின் விளைவை ஆராயலாம்.

---

* பா. 21. நிலைமைகள் வேறுபாடு. அகரவரிசை.

செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் பகர்வன: முதலில் ஆள் தன்னுடைய இயக்கக் கட்டுப்பாட்டை இழந்த போதிலும், 1-நிமியளவுக்கு எடையின்மை உணர்வு அவருக்குத் தீங்கு விளைவிப்பதில்லை.

அமெரிக்க ஆய்வுகள்

1955—56-இல் அமெரிக்காவில் தனிச் சிறப்புடைய ஆய்வுச் செலவுகள் (special experimental Flights) நிறைவேற்றப்பட்டன. ஆய்வில் 16-பேர் கலந்துகொண்டனர். குறுகிய கால அளவுக்கு எடையின்மையின் விளைவுகள் ஆராயப்பட்டன. இந்த ஆய்வின் முடிவுகளை, அமெரிக்க டாக்டர் எஸ். ஜே. செராதிவூல் (Dr. S. J. Gerathewohl) என்பார். 1956-இல் நடந்த 7-ஆவது அனைத்துலக வான் வெளி நாவாய் இயல் பேரவையில் தெரிவித்தார்.

எடையின்மை ஆளுக்குத் தகுந்தவாறும், சூழ் நிலைக்குத் தகுந்தவாறும் மாறுபட்டது. சிலருக்கு எடையின்மை உணர்வு இன்பமாகவும், சிலருக்குத் துன்பமாகவும் இருந்தது. துன்பத்திற்கு அறிகுறியாக வாயிலெடுப்பு உண்டாயிற்று; இறங்கிய பின்பும் வாயிலெடுப்பு இருந்தது. ஆனால், குறுகிய கால அளவு எடையின்மையில், நோய்ச் செயல் முறைகள் (Pathological Processes) குருதி ஓட்டத்தில் உற்று நோக்கப்படவில்லை. இக்குறுகிய கால அளவு எடையின்மையின் விளைவுகளை அப்படியே நீண்ட கால அளவு எடையின்மையின் விளைவுகளாகக் கொள்வதற்கில்லை. வான் வெளிச் செலவில் நீண்ட கால அளவு எடையின்மை தொடரும். இதைப் பயிற்சியாலும் தனித் திறமையாலும்தான் சமாளிக்க வேண்டும். காகரினும் ஷெப்பர்டும் குறுகிய கால அளவுக்கே (காகரின் 89·1-நிமி ஷெப்பர்டு 5-நிமி) எடையின்மையை நுகர்ந்தனர். ஆனால், டிட்டோவ் நீண்ட கால அளவுக்கு (25-மணி) எடையின்மையை நுகர்ந்தார்.

முன்பே கூறியவாறு, ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமைகளில் ஆயப்படுவோரின் உணர்வுகள் ஒத்த நிலையில் இருக்கா. 200-

தடவைகளுக்கு மேல் எடையின்மையை நுகர்ந்த, 35-வயதுடைய வலவர் ஒருவர் அதை இன்பமாகவே உணர்ந்தார். 'மேல்', 'கீழ்' என்னும் திசைகள் அவருக்கு மாறியதாகத் தெரியவில்லை. தசையின் ஒத்துழைப்பு இயல்பாக இருந்தது. கைகால்களை அசைக்க முடிந்தது. பார்த்தல், கேட்டல், மூச்சு விடுதல் முதலிய தொழில்களில் தீய அறிகுறிகள் ஒன்றும் தென்படவில்லை. நிலவுலகின் மேற்பரப்புக்குச் சார்பான நிலையில், ஊர்தியை ஒழுங்குபடுத்துவதில் இடர் ஒன்றும் ஏற்படவில்லை.

46-வயதுடைய மற்றொரு ஆயப்படுவோரின் நுகர்ச்சி யாவது: ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமையில் "மேல்", "கீழ்" என்னும் உணர்ச்சி இல்லை.

எடையின்மையின் விளைவால் நோயுற்றவர்களில் 20-வயதுடைய வேலை பழகுவோரும் (novices); 30-வயதுடைய வலவர்களும் இருந்தனர்.

ஆய்வக நிலைமை ஆய்வுகள்

1957-அக்டோபர்த் திங்களில் அமெரிக்காவில் ஓர் ஆய்வு நடந்தது. அழுத்தமுள்ள தனி அறையில், ஆய்வக நிலைமைகளில் (காற்று வெளி நிலைமைகள் செயற்கையாக உருவாக்கப்படுதல்), டாக்டர் நீல்ஸ் யூன்சன் (Dr. Niels-Junsen) என்னும் அறிவியலார், வான்வெளி உடையுடன் இருந்தார். 95-மைல் உயர அளவில் உள்ள நிலைமைகள் அறையில் உண்டாக்கப்பட்டன. மறிவினைகளையும் (Reactions), உயரத்திலுள்ள பொருள்களையும் அறிய ஆய்வு நடந்தது.

1958-செப்டம்பர்த் திங்களில் அமெரிக்கக் கடற்படையைச் சார்ந்த இரிச்சர்டு தேபர் (Richard Tabor) வான் வெளி அறையில் 72-மணி நேரத்தைக் கழித்தார். திங்களில் உள்ள நிலைமைகள், 139,000' உயரத்தில் உருவாக்கப்பட்டன. இதற்கு முன் இவர் வான் வெளி அறையில் 44-மணி நேரத்தைக் கழித்துள்ளார். அழுத்தஉடையை ஆய்ந்து பார்த்து, அதில் சில மாற்றங்களைச் செய்ய ஆய்வு நடந்தது. இவர் 36-

வயதுள்ள மருத்துவர். இவர் கூறியதாவது: "அலுப்பு பெரிய சிக்கலாக இருந்தது. ஆய்வு முடிவில் நான் உளமுறிவை உணர்ந்தேன்; முறையாக நினைக்க முடிய வில்லை".

இராக்கெட்டு ஆய்வுகள்

உருசியாவும், அமெரிக்காவும் இராக்கெட்டுகளைக் கொண்டு எடையின்மை நிலைமையில் பல ஆய்வுகளை நிறை வேற்றியுள்ளன. இவ்வாய்வுகளில் ஆய்வுப் பொருள்கள் நாய், குரங்கு முதலிய விலங்குகளாகும். இவ்வாய்வுகளை விலங்கியல் அல்லது உயிரியல் ஆய்வுகள் என்றும் கூறலாம். அவ்வாறு செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளில் ஒரு சிலவற்றை இங்குக் காண்போம்.

1960-ஜனவரி 21-இல் திருமதி சாம் என்னும் குரங்கை அமெரிக்கா வான்வெளிக்கு அனுப்பித் திரும்பக் கடலில் பெற்றது. மனிதனுக்கு முன்னோடியாக வான் வெளிக்குச் சாம் சென்றது. எடையின்மையை நுகர்ந்து வெற்றியுடன் திரும்பியது.

1961-ஜனவரி, 31-இல் ஹாம் (Ham) என்னும் வாலில்லாக் குரங்கு வான் வெளிக்குச் சென்று, எடை யின்மை நிலைமையில் தங்கி, மீண்டும் வெற்றியுடன் நிலவுலகை அடைந்தது.

உருசிய ஆய்வுகள்

உருசியாவும் பல நாய்களை இராக்கெட்டில் வைத்து வான்வெளிக்கு விட்டுத் திரும்பப் பெற்றுள்ளது. அவ்வாறு அனுப்பப்பட்ட நாய்கள் எடையின்மையை நுகர்ந்து, நலமுடன் நிலவுலகை அடைந்தன. அவைகளில் குறிப்பிடத் தக்கவை சுனோயி, கரேஜியஸ் ஆகிய நாய்களாகும். இவ்விரு நாய்களுடன் முயல் ஒன்றும் சென்றது. இவை இராக்கெட்டில் சென்றாலும், நிலவுலகை வலம் வரவில்லை. அவ்வாறு உண்மை வான் வெளியில் வலம் வந்தவை இலய்க்கா, திரல்கா, பெல்கா, பிளாக்கி ஆகிய நாய்களாகும்.

இவை உருசிய செயற்கை நிலாக்களில் சென்றன. இவற்றில் பின் மூன்று நாய்கள் மட்டுமே உயிருடன் நிலவுலகை அடைந்தன. இம்மூன்று நாய்கள் மட்டுமே உண்மை வான் வெளியில் நீண்ட நேரம் எடையின்மையை நுகர்ந்தன. எஞ்சியவை (உருசிய இராக்கெட்டுகளில் அனுப்பிய நாய்

படம் 32. தேர்ந்த உருசிய வான் வெளி நாய்கள்: சுனேயி, கரேஜியஸ். இடையில் காணப்படுவது உடன் சென்ற முயல். —USSR

கள், அமெரிக்கக் குரங்குகள்) குறுகிய நேரம் எடையின்மையை நுகர்ந்தன. தவிர, காகரினும் ஷெப்பர்டும்; டிட்டோவும் கிரிசமும் நுகர்ந்த எடையின்மையும் இங்குக் குறிப்பிடத் தக்கது. ஆக, இராக்கெட்டுகளிலும் செயற்கை நிலாக்களிலும் எடையின்மை இரு நாடுகளாலும் ஆராயப்பட்டுள்ளன.

இவ்வாய்வுகளை எடை மிகு நிலைமைக்கும் காட்டாகக் கொள்ளலாம். இராக்கெட்டு எந்திரங்கள் வேலை செய்கின்றவரை, அவற்றினல் உண்டாக்கப்படும் விரைவாக்க விசை விலங்குகளை அழுத்தும். ஆகவே, அவற்றின் எடையும் மிகும். அன்றியும், இறங்குகின்ற பொழுதும் எடை கூடும். காட்டாக, இதைக் கூறலாம். இராக்கெட்டு கிளம்பிய பொழுது, ஹாம் குரங்கின் எடை அதன் எடையைப்போல் 7-மடங்கிருந்தது (குரங்கின் எடை 32-பவு.). இறங்குகின்றபொழுது அதன் எடை உண்மை எடையைப் போல, 12-மடங்கிருந்தது.

உயிரியல் நிலைமைகள்

பம்பு போன்று மூடிய சுற்றில் வேலை செய்வதால், இதயம் நீண்ட சுழி ஈர்ப்பு நிலைமைகளில் இயல்பாக இயங்கும் என்று சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகின்றார்கள். இதற்குக் குருதிக் குழாய்களின் சுவர்களால் உண்டாகும் குருதி உராய்வை, இதயம் தவிர்க்கவேண்டும். இதயத்தின் இயக்கம், மைய நரம்பு மண்டலத்தோடு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டிருப்பதால், இதயம் இயல்பாக இயங்கும் என்று நம்புவதற்கில்லை. விலங்குகளைக் கொண்ட இராக்கெட்டு ஆய்வுகளும்; செயற்கை நிலா ஆய்வுகளும் விலங்குகளின் இதயம், முழு அளவுக்கு இயல்பாக இயங்கியதற்கு அரவணைப்பாக இல்லை. இருப்பினும், அவை தங்களது தகைவாற்றலினல் (adaptability) எடையின்மையைத் தாக்குப் பிடித்தன. விலங்குகளுக்குத் தக்கவாறு தகைவாற்றலும் மாறுபட்டது. மனிதனும் தகைவாற்றல் உடையவனே. ஆகையால், பயிற்சியாலும் தனித்திறமையாலும் கருவி அமைப்பினலும், எடையின்மையை

அவன் எளிதாக எதிர்காலத்தில் சமாளிக்க இயலும். இதைக் காகரினும் ஷெப்பர்டும்; டிட்டோவும் கிரிசமும் சமாளித்துள்ளனர்.

உயிர்த்தல் அல்லது மூச்சுவிடுதல் எடையின்மை நிலைமையில் மிகச் சிக்கலானது. விண் குடை இறக்கத்தின் பொழுது, மூச்சுவிடுதலில் தடங்கல் ஏற்படுகிறது. இக்குறுகிய கால நிகழ்ச்சியிலேயே நிலைமை இப்படி என்றால், நீண்ட கால நிகழ்ச்சியான வான்வெளிச் செலவில் நிலைமை எப்படி இருக்கும் என்று கூறத்தேவை இல்லை. செயற்கை மூச்சுக் கருவிகளைக் கொண்டு இத்தொல்லையை நீக்கலாம்.

எடையின்மை நிலைமையில் எளிதாக உண்ணலாம். உணவுக்குழலின் தசைகளின் சுருக்கத்தினாலேயே (மறிவினை) உணவு இரைப்பையை அடைகின்றது. ஆகவே, தலை கீழ் நின்று கூட நீர் அருந்தலாம். உணவு உண்ணுவதற்கும், ஈர்ப்பின்மைக்கும் ஒன்றும் தொடர்பில்லை. இருந்தாலும், வாயினுள் உணவைச் செலுத்துவதற்குச் செயற்கைக் கருவிகள் தேவை.

நோய்கள்

எடையின்மையினால் உண்டாகும் நோய்களாவன: சினம், தளர்ச்சி, உளமுறிவு, வெறுப்பு, குமட்டல், வாயிலெடுப்பு, மூச்சுத்திணறல், ஒழுங்கமைப்பு நீக்கமும் ஏற்படும். தவிர, கண்கூசும் ஒளியினால் கண்குருடாகும்; விண்கதிர் வீச்சினால் உடலில் புண் உண்டாகும். ஆக, இவை அனைத்தும் வான் வெளிச் செலவில் ஏற்படும் நோய்கள் எனக் கொள்ளலாம். தகுந்த ஏற்பாடுகளின் வாயிலாக இந்நோய்கள் ஏற்படா வண்ணம் பாதுகாத்துக் கொள்ளலாம்.

இதுகாறும் எடையின்மை நிலைமையில் செய்யப்பட்ட ஊர்தி ஆய்வுகள், ஆய்வக நிலைமை ஆய்வுகள், செயற்கை நிலா ஆய்வுகள் முதலியவற்றின் முடிவுகள் இவையே: ஈர்ப்பு நீங்கு நிலைமைகளில் நலமுடன் உயிர் வாழ இயலும். இந் நிலைமைகளுக்கேற்ற தகைவாற்றல் உயிருக்குண்டு.

19. ஈர்ப்பு நீங்குநிலைமைகளில் சில மெய்ந்நிகழ்ச்சிகள்

கலத்தினுள் ஈர்ப்பு இல்லாததால், பல மெய்ந்நிகழ்ச்சிகள் தோன்றும். அப்பல மெய்ந்நிகழ்ச்சிகளை இவ்வியலில் காண்போம்.

எடை

கலத்திலுள்ள பொருள் எடையுடன் இருக்காது. எடையை உண்டாக்க விசை உண்டாக்கப்பட வேண்டும். உடல் அசைவுகளுக்கும் (அசைவுகளை உண்டாக்க நிறுத்த) விசை தேவை. ஆனால், பொருள் அதன் பருமையை (inertia) இழக்காது.

இயக்கம்

ஈர்ப்பு இல்லாத நிலையில், "மேல்", "கீழ்" என்பதற்கே பொருள் இல்லை. மேல் எது கீழ் எது என்றே தெரியாது. கலத்தினுள் எந்நிலையிலும் தங்கலாம். நடக்க இயலாது. ஏனெனில், தரையில் அழுத்தத்தைக் காலடி உண்டாக்காது; இயக்கத்திற்கு வேண்டிய உராய்வும் இருக்காது. கலத்தினுள் நடமாடக் கலத்திலுள்ள பொருள்களைப் பிடித்துக் கொண்டுதான் நடமாட வேண்டும்.

கலத்தில் எல்லாப் பொருளும் எடையில்லாமல் இருக்குமாதலால், ஒரு பொருளை நகர்த்த அல்லது நிறுத்த அல்லது விரைவைக் குறைக்கக் குறிப்பிட்ட நேரம் விசையைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

நிலாவிற்கு வெளியே செல்ல, இணைக்கப்பட்ட கம்பியின் வாயிலாகச் செல்ல வேண்டும். பெரிய பொருளில் கயிறு ஒன்றைக் கட்டி, அதை வெளியில் குறிப்பிட்ட திசையில் எறிந்து, பின் அதற்கு எதிர்த் திசையில் செல்ல வேண்டும். சிறு இராக்கெட்டுகள் அல்லது வெடி குழல்கள்

இவைகளுக்கு மாருகப் பயன்படும். ஆனுல், இந்நுணுக்கங்கள் திரும்பப்பெற முடியாத பொருண்மை இழப்பை உடையன.

இடவசதி

நிலவுலகில் பயன்படுத்துவது போன்று நாற்காலி, மேசை, கட்டில் முதலியவற்றைப் பயன்படுத்த முடியாது. கலத்தினுள் பொருத்தப்பட்ட ஒரு பொருளின் மீது இறுகப் பிணைத்துக்கொள்ள வேண்டும். இருக்கை கலத்தின் அமைப்பிற்கேற்ப அமைக்கப்படும்.

சமைத்தல்

சமைக்க இயலும். சமையற் பொருள்களைக் கலங்களில் போட்டு, மூடிக் கலத்துடன் அவைகள் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதற்காக, அதை மைய விலகு விசையாக்கியால் சுற்ற வேண்டும். ஈர்ப்பின்மையில் மின் காந்தக் கருவி அமைப்புக்கள் வேலை செய்யுமாதலால், அவற்றைப் பயன்படுத்தினுல் மிகவும் வசதியாக இருக்கும்.

மேற்பரப்பு இழுச்சியினுல் (Surface Tension), கலத்திலிருந்து ஊற்றப்பட்ட நீர் (மம்) உருண்டை ஆகிவிடும். கெட்டிப் பொருளோடு சேருகின்றபொழுது, மேற்பரப்பு இழுச்சி விசைகளை ஒட்டு விசைகள் (forces of adhesion) விஞ்சுமானுல், உடலின் மேற்பரப்பு வழியாக நீர்மம் ஓடும். பொதுவாக, நீர்மங்களைப் பயன்படுத்துதல் வசதியற்றதாகவே இருக்கும். நீரில் நனைத்த துண்டு, கடற்பஞ்சு முதலியவை கொண்டு கழுவுதல் நடைபெற வேண்டும். சீசாவிலுள்ள நீரைக் குடிக்க முடியாது; வாயை வைத்து உறிஞ்சவேண்டும். அல்லது மைய நீங்கு விசையைக் கொண்டு நீரைச் சீசாவிலிருந்து வெளியேற்ற வேண்டும். நீரை அகற்றப் பம்பு அல்லது பீச்சுக் குழலைப் பயன்படுத்தலாம்.

தீ உண்டாக்கல்

தீயை உண்டாக்கத் தீக்குச்சியைக் கிழிக்க அதன் தலை பற்றும்; ஆனுல் எரியாது. மெழுகுவத்தி, வாயு முதலிய

எதுவுமே எரியா. காரணம் இதுவே. நில நிலைமைகளில் எரிதலின் விளை பொருள்கள் (வெப்ப வாயுக்கள்) எடைக் குறைவாக இருக்கும். ஆகவே, அவை சுழற்சியின் (convection) வாயிலாக உயரே கிளம்பி, தீச்சுடருக்குத் தேவையான புது ஆக்சிஜனுக்கு இடமளிக்கும். ஆனால், ஈர்ப்பு நீங்கு நிலைமையில், சுற்றுப்புறக் காற்றைவிட, வாயுக்கள் எடை மிகுந்திருக்கும். அவைகள் தீச்சுடரைச் சூழ்ந்து, ஆக்சிஜனுக்கு இடமளிக்காமல், அதை அணைத்துவிடும். ஆகவே, தீச்சுடர் எரிய, நிலையாக ஆக்சிஜன் பீச்சு (Jet of Oxygen) செலுத்தப்படவேண்டும். ஆக்சிஜன் தேவைப்படாத மின் வெப்பக் கருவிகளைப் பயன்படுத்துவது இதைவிட மிகச் சிறந்ததாகும்.

புழுதி

காற்றிலுள்ள புழுதி கலத்திலுள்ள தரையிலும் மற்றப் பகுதிகளிலும் படியாது. இந்நிலை உடல் நலத்திற்கு ஊறு தருவதாகும். இதை நீக்க மின் வடிகட்டிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

உடைகள்

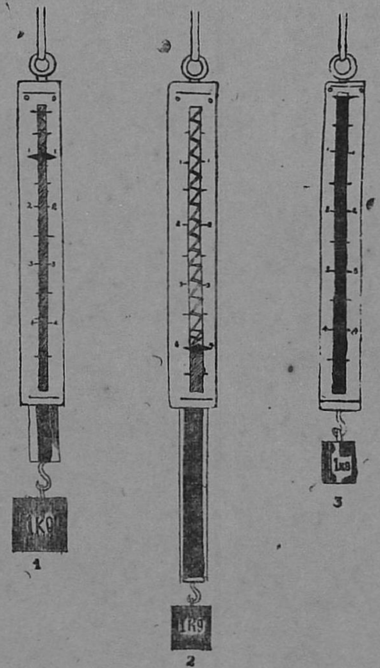
உடற்பிடிப்பு ஏற்பட, வான்வெளி உடைகளை அணிய வேண்டும். பெரிய பொருள்களை எளிதாகப் புரட்டலாம். ஆகவே, இவைபோன்ற பல மெய்ந்நிகழ்ச்சிகளைத் தாக்குப் பிடிப்பது என்பது அரிய செயலே.

ஓர் ஆய்வு

இராக்கெட்டுச் செலவின்பொழுது, எடையில் "தோற்ற" உயர்வும் ("apparent" increase) "தோற்றத்" தாழ்வும் ஏற்படுவதாகக் கருதப்படுகிறது.

இக்கருத்து அடிப்படையிலேயே தவறான கருத்தாகும். எடையில் உயர்வு தாழ்வு என்பது முழு அளவுக்கு உண்மையான நிகழ்ச்சியாகும். இதைக் கருவிகளின் துணைகொண்டு நிறுவிக் காட்டலாம்.

வான் வெளிச் செலவின் பொழுது எடை எவ்வாறு வேறுபடுகிறது என்பதைப் படம் 33 காட்டுகிறது. நிலவுலகில், இராக்கெட்டு கிளம்புவதற்கு முன்பு, வில்தராசில் தொங்கவிடப்பட்ட 1-கி. கி. எடை, அதில் 1-கி. கி. எடைக்



படம் 33. வான் வெளிச் செலவில் எடை மாற்றம்.

1. கிளம்புவதற்கு முன்.
2. ஆற்றலுள்ள நிலையில்.
3. தடையிலா நிலையில்.

குரிய குறியிலேயே குறிகாட்டியை நிறுத்துகிறது. இராக்கெட்டின் ஆற்றல் செலவில், விரைவாக்க விசையினுல் எடை நான்கு கிலோகிராமாக மாறுகிறது. மேல் பறத்தலில் (Coasting Flight), எல்லாப் பொருள்களும் இராக்கெட்டில் எடை இழப்பதால், தராசின் குறிகாட்டி O–நிலையை அடைகிறது. அதாவது, எடையின்மை நிலையைக் காட்டுகிறது.

செயற்கை ஈர்ப்பு (Artificial gravity)

இது எடையின்மையை அல்லது சுழி ஈர்ப்பு நிலையைப் போக்கப் பயன்படும். இதை இரு முறைகளால் உண்டாக்கலாம். இவற்றில் ஒரு முறை பிரெஞ்சுக்காரரான எஸ்னுல்ட் பெல்டரியாலும் (Esnault-Pelterie); மற்றொரு முறை உருசியரான சியால்கோவிசுகியாலும் கருத்தேற்றமாகத் தெரிவிக்கப்பட்டன. இவ்விரு முறைகளையும் பற்றி இங்குக் காண்போம்.

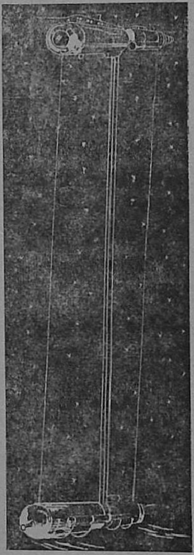
எஸ்னுல்ட் முறை

கலத்தின் எந்திரத்தைக் குறைந்த ஆற்றலுடன் நிலையாக இயங்கச் செய்து, செயற்கை ஈர்ப்பை இம்முறையில் பெறலாம். ஆனுல், எரிபொருள் வீணுகச் செலவாகும்.

சியால்கோவிசுகி முறை

கலத்தை அதன் அச்சில் சுழலச் செய்து, செயற்கை ஈர்ப்பை இம்முறையில் பெறலாம். பெறும் முறை இதுவே. கலம் இரு இணைந்த பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும். கம்பிகளால் இணைக்கப்பட்டிருந்தாலும், தேவைப்பட்டபொழுது இப்பகுதிகள் பிரியும். சிறு இராக்கெட்டு எந்திரங்களைப் பயன்படுத்தி; அவைகளை அவற்றின் பொது ஈர்ப்பு மையத்தைச் சுற்றிச் சுழலுமாறு செய்யலாம். தேவையான கோண விரைவை (Angular velocity) அடைந்ததும், வான் வெளியில் எந்திரங்கள் இயங்காமலேயே இந்த ஏற்பாடு சுழலத் தொடங்கும்; செயற்கை ஈர்ப்பு நிலையாகக் கிடைக்கும்.

கலத்தின் எந்திரங்கள் நின்றதும், நாவாயர்கள் * செயற்கை ஈர்ப்பை உருவாக்க இயலும்; அல்லது செயற்கை ஈர்ப்பு உருவாகும் வரையிலும் காத்திருக்க இயலும் என்பதையே 'இலய்க்கா' நுகர்ச்சியிலிருந்து நாம் தெரிந்து கொள்கிறோம்.



படம் 34. வான் வெளிக் கலத்தில் செயற்கை ஈர்ப்பை உண்டாக்குதல்.

* விமானிகள்.

20. கதிர் வீச்சு ஆய்வுகள்

ஞாயிற்றின் கதிர் வீச்சு, விண் கதிர் வீச்சு முதலியவை கதிர் வீச்சில் அடங்குபவை. இக்கதிர் வீச்சின் தன்மையை அறியச் செய்யப்படும் ஆய்வுகள் கதிர் வீச்சு ஆய்வுகள் ஆகும். இராக்கெட்டுகள், செயற்கை நிலாக்கள் முதலியவை இவ்வாய்வுகளைச் செய்யப் பயன்படுபவை. அன்றியும், விண் கொள்ளிகளை ஆராயவும் இவை பயன்படுகின்றன. கதிர் வீச்சு, விண் கொள்ளி ஆகியவற்றை ஆராய இவை எவ்வாறு பயன்படுகின்றன என்பதையும்; இவ்வாராய்ச்சியினுல் கிடைத்த முடிவுகள் யாவை என்பதையும் இவ்வியலில் காண்போம்.

ஞாயிற்றின் கதிர் வீச்சுக்கள் (Solar radiations)

இவற்றை அறியச் செயற்கை நிலாக்களும் (பூ-2, பூ-3), இராக்கெட்டுகளும் பயன்பட்டுள்ளன. ஞாயிற்றின் புற ஊதாக் கதிர் வீச்சு (Ultraviolet radiation), முன்பு கருதியதைவிடக் குறைவாகவே இருக்கிறது என்பதை மேல் உயர இராக்கெட்டுகள் நடத்திய ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன.

ஞாயிற்றின் கதிர் வீச்சுக்கள் உயிருக்கு ஊறு விளைவிப்பவை. இவை காற்று மேல் வெளியிலுள்ள ஆக்சிஜனுல் உறிஞ்சப்படுகின்றன. பின், ஆக்சிஜன் ஓசோனுக மாறுகிறது. இவ்வகையில் காற்று வெளி, நிலவுலகில் வாழும் உயிரைக் காக்கும் உறையாக உள்ளது.

அடுக்கு வெளியில் 16-50-கி. மீ. வரை, ஓசோன் இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக்காரணத்தால் குறைந்த உயரத்தில் பறக்கும் நிலாகூட ஞாயிற்றின் புற ஊதாக் கதிர்களிலிருந்து தப்புவதற்கு இல்லை. ஆகவே, கலத்தை உறையிடுவதின் வாயிலாக இவ்வீச்சைத் தடுக்கலாம். மாற்று முறையாக இதையும் கூறலாம். கலத்தின்

சுவர்களுக்கு இடையே ஆக்சிஜன் அடுக்கு ஒன்றை நிலவச் செய்தால், புற ஊதாக் கதிர்கள் அதைத் தாக்கும். அப்பொழுது அது ஓசோனாக மாறிப் புற ஊதாக் கதிர்களுக்குத் தடையாக அமையும். ஆக, கலத்தை உறையிடுவதின் வாயிலாகவும்; அதன் சுவர்களுக்கு நடுவே ஆக்சிஜனை நிரப்புவதின் வாயிலாகவும் புற ஊதாக் கதிர் வீச்சைத் தடுக்கலாம்.

பொதுக் கண்ணாடி பெருமளவுக்குப் புற ஊதாக் கதிர்களை உறிஞ்சுகிறது. குறைந்த அளவுக்கு, இக்கதிர்கள் கலத்தினுள் செல்லுமாறு, அதன் சாளரக் கதவுகளுக்குக் கண்ணாடிகள் பொருத்தலாம். உயிர் இயல்பாக இயங்கக் குறைந்த அளவில் புற ஊதாக் கதிர்கள் தேவையே. எனவேதான், புற ஊதாக் கதிர்கள் செல்லும் கண்ணாடியைக் கொண்ட சாளர வீடு உடல் நலத்திற்கு ஏற்றது என்று உடல் நல இயலார் கருதுகின்றனர்.

கதிரவன் நிறமாலையில் தீங்குள்ள X - கதிர்களும் அடங்கியுள்ளன. இவை எல்லாக் கட்டும் பொருள்களின் (Building materials) வழியாகவும் ஊடுருவிச் செல்வதால், கலத்திற்கு அது ஒரு சிக்கலாக அமையாது. X - கதிர்களைப் பற்றிக் கூடுதலான செய்திகளை உ - 2 வழங்கியுள்ளது.

கதிரியக்கக் கதிர் வீச்சுக்கள்

(Radio-active radiations)

கதிரியக்கத் தனிமங்களான யுரேனியம், ரேடியம் முதலியவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர் வீச்சுக்கள் கதிரியக்கக் கதிர் வீச்சுக்கள் ஆகும். வான் வெளிச் செலவிற்கு அணுக் கலம் பயன்படுமானல், அணுக்கரு எரி பொருளினல் (nuclear Fuel) உண்டாகும் கதிரியக்கக் கதிர் வீச்சுக்கள் கூடுதலான இடராக அமையும். கலத்தின் சில பகுதிகள் கதிரியக்க ஆற்றலைப் பெற்று, எந்திரங்கள் நின்ற பின், நீண்ட காலம் அதிலுள்ள உயிர்களை வதைக்கும். எடைக்

குறைவான தனிப் பாதுகாப்பு உறைகளைக் கொண்டு, இத் தீங்குள்ள கதிர் வீச்சுக்களைத் தடுக்கலாம்.

விண் கதிர் வீச்சுக்கள் (Cosmic radiations)

விண் வெளியிலிருந்து தோன்றும் வீச்சுக்கள் விண் கதிர் வீச்சுக்கள் ஆகும். இவற்றை அறிய நில நிலாக்களைக் காட்டிலும் (பூ-2, பூ-3, எக்ஸ்புளோரர்கள்), கோள் நிலாக்களே (உ—1, 2, பயனியர்கள்) பெரிதும் பயன்பட்டன. உ—2-வான் வெளியில் விண் கதிர்களை முழு அளவுக்கு அறிய, வேறுபட்ட பல கருவிகளைச் சுமந்து சென்றது; அக் கதிர்களையும் அளந்தது. இதுவரை கிடைத்த முடிவுகளிலிருந்து, மேலே செல்லச் செல்ல விண்கதிர் வீச்சின் செறிவு குறைகிறது என்றும்; வான் வெளிச் செலவிற்கு அது பெருந்தடையாக இருக்காது என்றும் தெரிய வந்துள்ளது.

விண் கதிர்கள் உயிர்களின் உடலில் படுகின்றபொழுது ஏற்படும் விளைவுகளைப்பற்றி அறிய, ஒரு சில ஆய்வுகளே செய்யப்பட்டுள்ளன. இவ்வாய்வுகளில் திசு, பயிர்கள், எலி, நாய், குரங்கு முதலியவை ஆய்வுப் பொருள்களாகப் பயன் பட்டுள்ளன. இவ்வாய்வுகள் முற்றுப்பெற்று விட்டதாகக் கருதுவதற்கில்லை. விளைவுகளைப்பற்றி (கதிர் வீச்சின்) அறிந்து கொள்ள வேண்டியதோ ஏராளம்!

அமெரிக்காவில் கறுப்புச் சுண்டெலிகள் 30-கி. மீ. உயரத்திற்கு 30-மணி நேர அளவுக்கு அடுக்குக் கருவிகளில் (Stratostats) அனுப்பப்பட்டன. முதல் நிலை விண் கதிர்களினால் (Primary cosmic rays) சுண்டெலிகளின் தோலில் சாம்பற் புள்ளிகள் (பின்) காணப்பட்டன. மற்ற ஆய்வுகளில், 24-மணி நேரக் கதிர் வீச்சு உட்படுத்துகை எவ்வகைத் தீய விளைவுகளையும் உண்டாக்கவில்லை. இவ்வாய்வுகள் எல்லாம் முடிந்த பின், நீண்ட காலம் உன்னிப்பான உற்று நோக்கலில், இவ்விலங்குகளை வைத்திருக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் சரியான முடிவுகள் கிடைக்கும்.

மனித உடலில் விண் கதிர்களின் வினையைத் தெளிவாகக் காண ஸ்விஸ் அறிவியலார் யூக்ஸ்டர் (Eugster) செய்த

ஆய்வு இதுவே. பாதுகாக்கப்பட்ட மனிதத் தோலின் ஒரு சிறு துண்டு இராக்கெட்டில் வைத்துப் பல கிலோ மீட்டர் உயரத்திற்கு அனுப்பப்பட்டு, விண் கதிர் வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்டது. பின், இத்துண்டுத் தோல் ஒரு மனிதனுடைய தோலோடு வெற்றிதரும் வகையில் ஒட்டப்பட்டது. தோல் தன்னுடைய உயிர்ப்பை (Viability) இழக்கவில்லை. பின், இவை போன்ற ஆய்வுகள் பெரிய அளவில் அமெரிக்காவில் நிறைவேற்றப்பட்டன.

எலிகளையும், புழுக்களையும் அய்டிரஜன் நிரப்பப்பட்ட குமிழிகளில் வைத்து அனுப்பியதிலிருந்து கிடைத்த முடிவுகள் :

1. செலவுக்கு மூன்று திங்கள் கழித்து எலிகளின் முதுகிற்குக் கீழ்ப் பகுதியில் சாம்பல் நிற மயிர்கள் உண்டாயின.

2. புழுக்கள் எவ்வகைக் கேட்டையும் அடையவில்லை. ஆனால், அவைகளின் வழித் தோன்றல்களில் (offspring) மாற்றம் காணப்பட்டது. ஏழாம் கால்வழிக்குரிய புழுக்கள் பருவமடையாமலேயே இறந்தன.

13-10-60-இல் விண் கதிர் வீச்சின் தன்மையை அறிய, மூன்று சுண்டெலிகளை அமெரிக்கா வான் வெளிக்கு அனுப்பியது. எலிகளின் பெயர்களாவன : சாலி (Salley), அமி (Amy), மோ (Moe). சென்ற உயரம் 700-மைல். எலிகள் நலமுடன் மீட்கப்பட்டன. கதிர் வீச்சின் விளைவுகள் பின் அறியப்படும். இந்த எலிகளுக்கும் மற்ற எலிகளுக்கும் கலவி நிகழச் செய்து, மரபணு இயல் விளைவுகள் (Genetic effects) ஆராயப்படும்.

உயிர்களின் தோலில் சாம்பல் நிறப் புள்ளி அல்லது மயிர் வளருமானால், அது விண் கதிர் வீச்சினால் ஏற்பட்ட விளைவு என்று நாம் அறியலாம். கதிர் வீச்சு மயிர்ச் சுரப்பிகளைத் (Hair glands) துருவி, அதன் நிறமாதலைத் (Pigmentation) தடைப்படுத்துகிறது என்பதைச் சாம்பல் நிற மயிர்த் தோற்றம் புலப்படுத்துகிறது.

எலிகள் மூன்று திங்கள் வயதுடையன; ஓர் உருளையில் தனி அறைகளில் சென்றன. உருளையின் நீளம் 16"; குறுக் களவு 6". உருளையில் காற்று இறுக்கம் நிலவியது. உருளை யில் பாதி, ஆக்சிஜன் உள்ள கொள்கலங்களால் நிரப்பப் பட்டிருந்தது. மற்றும், மின்னணுக் கருவியமைப்புக்களும் உருளையிலிருந்தன. இவை இரண்டும் நிலச் சூழ்நிலையை உருவாக்க இருந்தன. எலிகளின் இதயத் துடிப்பு, மூச்சு விடுதல் முதலிய செயல் முறைகளை அறிய இராக்கெட்டில் கருவிகளிருந்தன. செலவிற்கு 25-நிமி ஆயிற்று.

உருசியாவும் நாய்களையும், எலிகளையும், பயிர்களையும் காற்றுமேல் வெளிக்கும், உண்மை வான் வெளிக்கும் அனுப்பி, நலமுடன் அவைகளை மீட்டுள்ளது. பூ-5-இல் திரல்காவும், பெல்காவும், பயிர்களும், எலிகளும் சென்று, மீண்டும் நிலத்தை அடைந்தன. பூ-7-இல் கறுப்பன் என் னும் நாய் சென்று வந்தது. இவற்றின்மீது ஏற்படும் கதிர் வீச்சின் விளைவுகள் ஆராயப்பெறும். இவை போன்ற பல ஆய்வுகள் செய்து, அவற்றின் முடிவுகள் ஒப்பு நோக்கிப் பார்க்கப்படும். பின், தீர்ந்த முடிவுகள் பெறப்படும்.

விண் கொள்ளிகள் (Meteors)

பூத்துனிக்குகளும், இராக்கெட்டுகளும் விண் கொள் ளிப் பொருளின் (Meteoric substance) சராசரி அடர்த்தி மிகவும் குறைவு என்பதையும்; புற வான் வெளியில் மிகச் சிதறிய நிலையில் விண் கொள்ளிப் பொருள் காணப்படு கிறது என்பதையும் கண்டுபிடித்துள்ளன. மேற் புறப் பரப்பு 100-ச. செ. மீ. உள்ள ஒரு கலம் 14,000-மணி நேரச் செலவில் 1-கிராம் விண் கொள்ளிப் பொருளையும்; 140-மணி நேரச் செலவில் 0.01- கிராம் விண் கொள்ளிப் பொருளை யும் எதிர்நோக்கும் என்று பூத்துனிக்குகளும் இராக்கெட்டு களும் கண்டுபிடித்துள்ளன. பல மணி நேரச் செலவில், ஒரு கிராமில் ஒரு பில்லியனுக்கும் குறைந்த பகுதியே கலத்தின் மேற்பரப்பைத் தாக்கும் என்று உ — 1 புலப்படுத்தியுள்

ளது. இதனால், திங்களுக்குச் சென்று திரும்பி, விண் பொருள் மோதலின்றி வரலாம் என்பது தெரிகின்றது. ஒரு விண் கொள்ளியைக்கூட உ—2 எதிர் நோக்கியதாகத் தெரியவில்லை. விண் பொருள் மோதல் எளிதாகவே இருக்கும். ஆனால், நுண் விண் கொள்ளிகள் (Micrometeors) உண்மையான இடரை விளைவிக்கும். இருப்பினும், தகுந்த பாதுகாப்பினால் இவ்விடரையும் நீக்கலாம்.

21. உணவும் உடையும்

1. உணவு

வான்வெளிச் செலவின் தன்மையை ஒட்டி உணவுத் தேவைகள் அமைகின்றன. வான்வெளிச் செலவைக் குறுகிய கால வான்வெளிச் செலவு, நீண்ட கால வான்வெளிச் செலவு என இருவகையாகப் பிரித்துக்கொண்டு, ஒவ்வொரு வகைக்கும் வேண்டிய உணவுத் தேவைகளேயும்; பொது வாக வான்வெளிச் செலவிற்கு வேண்டிய உடைகளேயும் இவ்வியலில் காண்போம்.

குறுகியகால வான்வெளிச் செலவு

இச்செலவு சில மணிகளில் இருந்து சில நாட்கள்வரை நடைபெறுவது. கலம் மனிதனுடன் நிலவுலகைச் சுற்றி வந்து, மீண்டும் நிலவுலகை அடைவது சில மணிகளில்* நடைபெறும். கலம் மனிதனுடன் திங்களேச் சுற்றிவருவதும்; திங்களில் இறங்குவதும்; திங்களில் இருந்து திரும்பவும் நிலவுலகிற்கு வருவதும் சில நாட்களில் நிகழ்வதாகும். இச் செலவிற்கு உணவு, ஆக்சிஜன், நீர் முதலியவை நிலவுலகி லிருந்து எடுத்துச் செல்லப்படவேண்டும். உணவு கலப் புணவாக இருத்தல் இன்றியமையாதது. அதனுடன் நீரா காரம் போன்ற நீர்ம நிலேயிலோ கூழ்போன்ற அரைக்கெட்டி நிலேயிலோ; குளிகைகளேப் போன்ற கெட்டி நிலேயிலோ உணவு இருத்தல் வேண்டும். இறைச்சி, பழம், பாலாடை முதலியவற்றினுல் செய்யப்பட்ட நீர்ச்சாறு (Soup) சிறந்தது.

உணவு நீர்ம நிலேயில் இருக்குமானுல், தனிக் கொள் கலத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இக் கொள் கலத்தில் இருந்து. ஆக்சிஜன் முகமூடியின் வழியாக ஒரு குழாய்

---

* டிட்டோவின் செலவுக்கான நேரம் அல்லது காலம் 25-மணி 18-நிமி; காகரின் 108-நிமி; ஷெப்பர்டு, கிரிசம் 15-நிமி.

வாய்க்குச் செல்லும். வேண்டியபொழுது உணவை உறிஞ்சி உண்ணலாம். அவ்வாறு உண்ணுவது 4-மணிக்கு ஒரு தடவையாக இருக்கும். டிட்டோவ் மூன்று வேளை உண்டார். வான்வெளியில் எடையின்மை நிலைமை இருப்பதால், உண்ணுதல் தனிக்கருவிகள் வாயிலாக நடைபெறும். வேண்டிய நீரையும் ஆக்சிஜனையும், அய்டிரஜன் பெரா ஆக்சைடு (hydrogen peroxide) தோற்றத்தில் எடுத்துச் செல்லலாம். பெரா ஆக்சைடைச் சிதைத்து, ஆக்சிஜனையும் நீரையும் பெறலாம். சோடியம் பெரா ஆக்சைடு பயன்படுத்தப்படுமானால், அது கலத்தில் உள்ள நீராவியை உறிஞ்சி ஆக்சிஜனை வெளிவிடும்.

நீண்டகால வான்வெளிச் செலவு

இச்செலவு செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களுக்கு மேற்கொள்ளப்படும் செலவாகும். இது பல நாட்களில் இருந்து பல ஆண்டுகள் வரை நிகழ்வது. இவ்வளவு காலத்துக்கு வேண்டிய உணவு, ஆக்சிஜன், நீர் முதலியவற்றை எடுத்துச்செல்ல முடியாது. இவற்றை ஓரளவுக்கு முதலாக எடுத்துச்சென்று, அவற்றில் இருந்து அவற்றையே இயற்கைச் சுற்றுமுறையில் பெருக்கலாம். பாசி இவ்வகையில் சிறந்தது. குளோரில்லாவையும் (Chlorella) மீன் இனத்தைச் சார்ந்த திலேப்பியாவையும் (Tilapia) கூடுதலாக எடுத்துச்சென்று அவற்றிலிருந்து அவற்றையே உண்டாக்கலாம். குளோரில்லாவை உண்டு வாழும் மீன், மனிதனுக்கு உணவாகும். மற்றும், நிலவுலகில் இருந்து எடுத்துவந்த உணவு வகைகளை அரிய உணவுப் பொருள்களாக உட்கொள்ளலாம். காற்று மட்டுப்படுத்தல் வாயிலாக இவற்றை நீண்டகாலத்திற்குப் பாதுகாக்கலாம்.

கலத்தில் குறிப்பிட்ட சதுர அளவிற்கு மண்ணைப் பரப்பி அதில் "காய்கறிகளை"ப் பயிரிடலாம். கார்பன் - டை - ஆக்சைடைச் சிதைத்து ஆக்சிஜனைப் பெறலாம். நைட்ரஸ் வளர்சிதை மாற்றத்தினால் உண்டாகும் வினைபொருள்களில் (Products of Nitrous metabolism) இருந்து புரதம், கொழுப்பு, மாப்பொருள்கள், வைட்டமின் ஆகியவற்றை

இயைபியல் முறையில் (Chemical process) உண்டாக்கலாம். குளோரில்லா வெளிவிடும் ஆக்சிஜனையும் பயன்படுத்தலாம். கலத்தின் குளிர்ந்த பரப்புக்களில் படிந்திருக்கும் காற்றுத்துளிகளில் இருந்தும்; மனிதன் வியர்வை, சிறுநீர் முதலியவற்றில் இருந்தும் நீரைப் பிரித்து எடுக்கலாம். ஆகவே, நீண்டகாலச் செலவிற்குரிய எல்லாப் பொருள்களையும் கலத்திலேயே உருவாக்கிக் கொள்ளலாம்.

உணவின் அளவு

ஒரு நாளைக்கு வேண்டிய நீர் 5-பவுண்டு. ஆக்சிஜன் 2-பவுண்டு. உணவுப் பொருள் ·8 — 1·7 — பவுண்டு. 10-நாட்களுக்குத் தேவைப்படும் உணவு, நீர், ஆக்சிஜன் முதலியவை 220-பவுண்டு. 3—5—பேர் உள்ள குழுவிற்குத் தேவையான உணவு, நீர், ஆக்சிஜன் முதலியவை 1-டன். சுருங்கச் சொல்லின், வான் வெளி உணவு கலப்புணவாக இருத்தல் வேண்டும்.

2. உடை

வான் வெளி நிலைமைகளில் தாக்குப் பிடிக்க, அழுத்தம் ஊட்டப்பட்ட உடை வான் வெளி உடையாகும். இவ்வுடையை வான் வெளிச் செல்வோர் அணிந்து கொள்வர். வான் வெளி உடையைச் செயற்கை நிலைமைகளைக்கொண்ட ஓர் ஏற்பாடு எனலாம் (பா. படம் 8, 21).

பயன்கள்

1. விண் கொள்ளி கலத்தின் ஒரு பகுதியைத் தாக்கி அழுத்தத்தை நீக்கும்பொழுது, வான் வெளி உடையைக் கொண்டு (அணிந்திருப்பதால்) எளிதில் வெளியேறி உயிர் தப்பலாம். அல்லது கலத்தின் மற்ற அறைகளுக்குச் செல்லலாம்.

2. கலத்தின் உள்ளும் வெளியும் நடக்கும் இயக்கத்திற்குத் துணை செய்யும் (நடக்க, உட்கார, வேலை செய்ய).

3. ஆக்சிஜன் போதாமை, குறைந்த அழுத்தம், வெப்ப நிலை மாறுபாடுகள் முதலியவற்றை நீக்கும். சிறப்பாகப் புற ஊதாக் கதிர்கள் கண்களைத் தாக்கா.

அமைப்பு

உடல் அளவுக்கு ஏற்ப அமைக்கப்பட்டிருக்கும். தலைமூடி, மார்பு உடை, இடுப்பு உடை, கையுறை காலுறை எனப் பல பகுதிகளைக் கொண்டது. உடை தனிமம் அல்லது நைலான் கலந்த ரப்பர் துணியாலானது; மெல்லியது; பளுவற்றது; அழுத்தம் ஊட்டப்பட்டது. கதிரவன் வெப்பத்தைத் தடுக்க, உடையில் காற்று மட்டுப் படுத்தும் அலகு (Air-conditioning unit) இருக்கும்.

தலை மூடியில் கண்பார்வைக்காக மட்டும் ஒளி ஊடுருவக் கூடிய கறுப்புக் கண்ணாடி அல்லது கறுப்புப் பிளாஸ்டிக் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இக்கண்ணாடியின் வழியாக ஒளி ஊடுருவும். ஆனால், புற ஊதாக் கதிர்கள் ஊடுருவா. கையுறையில் வேலை செய்வதற்கு ஏற்றவாறு சில கருவிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். காலுறையின் காலடியில் (Boots) பிடிப்புடன் நடக்கக் காந்தமிருக்கும்.

பிற

வேண்டிய ஆக்சிஜனை எஃகு உருளைகளில் நிரப்பி, முதுகில், செல்வோர் சுமந்து செல்வர். வான் வெளியில் காற்று இல்லாததால், பேசுவதற்காக வானொலிக் கருவி பயன்படும். இக்கருவி ஒலி வாங்கி (Mike), ஒலிச் செலுத்தி (Transmitter), செவிப் பேசிகள் (Ear phones) என மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது. மற்றும், கலத்திற்கு வெளியே இயக்கம் நடத்தச் சிறு இராக்கெட்டு எந்திரங்கள் அல்லது இராக்கெட்டு வெடி குழல்கள் பயன்படும். வான் வெளியில் அடித்துச் செல்லப்படாமல் இருக்கத் தங்களைக் கலத்துடன் கம்பிகளால் செல்வோர் கட்டிக்கொள்வார்கள்.

செல்வோரின் தகுதிகள்

கலத்தை இயக்க ஓர் ஆள் போதாது. ஒரு குழு தேவை. குழுவிற்கு அரிய ஆற்றலும், முதிர்ந்த பட்டறிவும் உடைய

தலைவன் தேவை. தலைவனாக இருக்கவும், குழுவின் உறுப்பினர்களாக இருக்கவும், அவர்களுக்குச் சில தகுதிகள் தேவை அத்தகுதிகள் யாவை?

1. வயது 28 — 35 — ஆண்டிற்குள் இருத்தல் வேண்டும்.

2. பொறி இயல் (கொள்கை முறை, செயல் முறை), மருத்துவ இயல், வானியல், விண் பொறிநுட்ப இயல், நாவாய்ச் செலுத்துதல் முதலியவற்றில் போதிய அறிவு இருக்க வேண்டும்.

3. ஒல்லியும் நடுவகை உயரமும் தேவை: 5′—4″.

4. எல்லாவற்றிற்கும் மேலாக நல்ல பயிற்சி வேண்டும்.

5. நல்ல குருதி ஓட்டமும்; எந்த நிலையையும் தாக்குப் பிடிக்கக் கூடிய திண்ணிய உடல் அமைப்பும் வேண்டும். செல்வோர் பெண்களாய் இருந்தால் போதிய அறிவும், உடலமைப்பும், பயிற்சியும் தேவை. இவர்கள் வானொலித் தொடர்பான கருவிகளை இயக்குவர். உருசியாவும் அமெரிக்காவும் வான் வெளி வலவர்களைத் (செல்வோரைத்) தேர்ந்தெடுத்து, உரிய பயிற்சி அளித்து வருகின்றன. விலங்குகளுக்கு அடுத்ததாக, வான் வெளிக்குச் செல்பவர்கள் இவர்களாக இருப்பார்கள் (ஒ. பா. காகரின், ஷெப்பர்டு தகுதிகள்).

22. சிக்கல்களும் தீர்வுகளும்

வான் வெளிச் செலவிலுள்ள சிக்கல்களை இரு வகையினுள் அடக்கலாம்: தொழில் நுணுக்கச் சிக்கல்கள் (technical problems), உயிரியல் சிக்கல்கள் (biological problems). இவ்விரு வகைச் சிக்கல்களுக்குரிய தீர்வுகள் யாவை என்பதை இவ்வியலில் விரிவாகக் காண்போம்.

I. தொழில் நுணுக்கச் சிக்கல்கள்

1. எரிபொருளும் எடையும்

இராக்கெட்டின் எடையில் 80-பங்கு எரிபொருள் எடையாகும். எஞ்சிய 20-பங்கில் அமைப்பு எடையை நீக்க, மிஞ்சுவது 10.15-பங்குள்ள முகப்பு எடையாகும். தற்கால இராக்கெட்டுகளுக்கு முன்னேடியான V-2 இராக்கெட்டின் எடையில் எரிபொருள் எடை 69-பங்காகவும் (8·8-டன்). அமைப்பு எடை 23-பங்காகவும் (3-டன்), முகப்பு எடை 8-பங்காகவும் (1-டன்) இருந்தன.

எரிபொருள் எடையையும் முகப்பு எடையையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க, எரிபொருள் எடை முகப்பு எடையைக் காட்டிலும் மிகுதியாக இருப்பது நன்கு விளங்கும். எரிபொருள் எடை எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு குறைகின்றதோ அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு முகப்பு எடை மிகும். வான் வெளிச் செலவில் எரிபொருள் எடை குறைந்து, முகப்பு எடை கூடுவது நல்லது. அப்பொழுதுதான், ஆராய்ச்சிக் கருவிகளை மிகுதியாக எடுத்துச் செல்லலாம். வான் வெளிச் செல்வோரும் எண்ணிக்கையில் கூடுதலாகச் செல்லலாம். தவிர, நிலாக்களுக்குத் தகுந்தவாறும் முகப்பு எடை மாறுபடும். இதுவரை இரு நாடுகளாலும் ஏவப்பட்டுள்ள நிலாக்களில் பெரிய உருசிய நிலாவின்[1] (முகப்பு) எடை 7·1-டன்; பெரிய அமெரிக்க நிலாவின்[2] எடை 4·5-டன். சிறிய உருசிய

---

1. பூத்துனிக்கு-7. 2. அட்லாஸ்.

நிலாவின்[1] எடை 184-பவு. சிறிய அமெரிக்க நிலாவின்[2] எடை 3.5-பவு.

தற்பொழுதுள்ள நிலையில் உயர்வகை எரிபொருள்களைக் குறைந்த அளவுக்குப் பயன்படுத்தி முகப்பு எடையைக் கூட்டவேண்டும். அணுக்கரு எரிபொருளைப் பயன்படுத்தி முகப்பு எடையை 50-பங்குக்கு மேலும் கூட்டலாம். முகப்பு எடை மிகமிக எரிபெருள் எடையும் மிகுவதால், இயன்ற அளவுக்கு முகப்பு எடையைக் குறைத்து, எரிபொருள் எடையைக் குறைக்கலாம். ஆனல், அதே நிலையில் முகப்பு எடை, கருவிகளும் மனிதனும் இடம் பெறத்தக்கதாகவும் இருக்க வேண்டும். இதற்குச் சிறிதாக்கல் (miniaturization) முறையைக் கையாளலாம். ஆக, உயர்வகை எரிபொருள்களைக் கொண்டும், அணுக்கரு எரிபொருள்களைக் கொண்டும் எரிபொருளின் எடையைக் குறைக்கலாம். தவிர, சிறிதாக்கல் வாயிலாகவும் எரிபொருள் எடையைக் குறைக்கலாம். இவ்வகையில், எரிபொருளினல் ஏற்படும் எடைச் சிக்கலை ஒருவாறு தீர்க்கலாம்.

2. எரிபொருளும் விரைவும்

எரிபொருளைப் பொறுத்தே விரைவும் அமைகிறது கெட்டி எரிபொருள்களைக் காட்டிலும், நீர்ம எரிபொருள்கள் கூடுதலான விரைவை அளிக்கும். நீர்ம எரிபொருள்களிலும் எளிய வகை நீர்ம எரிபொருள்களைவிட, அரிய வகை நீர்ம எரிபொருள்கள் உயர்ந்த விரைவுகளை அளிக்கும். தற்பொழுதுள்ள உயர்வகை நீர்ம எரிபொருள்கள் மூன்று வகை விண்வெளி விரைவுகளையும் அளித்துள்ளன.

மற்றும், விரைவை நான்கு வழிகளிலும் பெருக்கலாம். முதல் வழியில் இராக்கெட்டின் அடுக்குகளைக் கூட்டி விரைவைப் பெருக்கலாம். நில நிலாக்களையும், திங்கள் நிலாக்களையும் ஏவிய இராக்கெட்டுகள் அடுக்கு இராக்கெட்டுகளே. இதனல், செல்லவேண்டிய தொலைவும் மிகும்; எரிபொருள் செலவும் குறையும்.

---

1. பூத்துனிக்கு-1, 2. வேன்கார்டு-1.

இரண்டாம் வழியில் வான்வெளி நிலையத்தை அமைத்து விரைவைப் பெருக்கலாம். இதிலும் செல்லவேண்டிய தொலைவுமிகும்; எரிபொருள் செலவு குறையும். உயர்வகை எரிபொருள்கள் வான் வெளி நிலையத்திலிருந்து கிளம்பவும் தேவையில்லை. திங்கள், செவ்வாய், புதன் முதலிய கோள் களுக்குச் செல்லும் இராக்கெட்டு 1-விநாடிக்கு 11·1—11·6-கி. மீ. விரைவில் நிலவுலகிலிருந்து கிளம்ப வேண்டும் (பயனியர்கள், உலூனிக்குகள்). இதற்கு எரிபொருள் மிகுதியாகத் தேவை. ஆனால், வான் வெளி நிலையத்தி லிருந்து கிளம்பினால். வேண்டிய விரைவு 3·1—3·6-கி. மீ. இதற்கு எரிபொருள் குறைவாக இருந்தால் போதும். நிலையம் முன்பே 1-விநாடிக்கு 8-கி. மீ. விரைவில் சுழல்வ தால், இவ்விரைவில் இராக்கெட்டு கிளம்பினால் போதும். வேண்டுமானால், மேல் விரைவையும் பெறலாம்.

மூன்றாவதாகச் செலவு வழியின் போக்கை மாற்றுவ தாலும் விரைவைப் பெருக்கலாம்; எரிபொருள் செலவைக் குறைக்கலாம். செங்குத்தாகச் செல்வதைவிட வளைவாகச் சென்றால், விரைவாகச் செல்லலாம். திங்கள் முதலிய கோள் களுக்கு முதலில் இராக்கெட்டு செங்குத்தாகச் சென்று, பின் வளைவாகச் செல்லும், செலவு வழியின் வகையை மாற்றுவ தாலும் விரைவை உயர்த்தலாம். காட்டாக, இதைக் கூறலாம். 1-விநாடிக்கு 11·6-கி. மீ. விரைவில் அரை நீள்வட்ட வழியில் சென்றால், செவ்வாயை 259-நாட்களில் அடையலாம். 1-விநாடிக்கு 16·7-கி. மீ. விரைவில் சென்றால் (மேல் வட்ட வழியில்) செவ்வாயை அடைய 70-நாட்கள் ஆகும். இதில் விரைவு உயர்வது மட்டுமின்றிக் காலமும் குறைகிறது. ஆனால், எரிபொருள் செலவு கூடும். பொதுவாகத் திங்கள் செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களுக்குச் செல்ல, அரை நீள்வட்ட வழியே சிக்கனமானது.

நான்காவதாக அணு ஆற்றலைப் பயன்படுத்தியும் விரை வைப் பெருக்கலாம். மற்ற மூன்று வழிகளைக் காட்டிலும் இதில் கருதத்தக்க அளவுக்கு மிகுதியாக விரைவைப் பெற லாம். அய்டிரஜனைப் பயன்படுத்த 1-விநாடிக்குப் பல பத்துக்

கிலோ மீட்டர் விரைவைப் பெறலாம். அணு ஆற்றலில் ஒருவகையான ஒளியாற்றலேயும், துகளாற்றலேயும் பயன் படுத்த, ஒளியின் விரைவைப்பெற இயலும் (ஒளியின் விரைவு 1-மணிக்கு 1,86,000-மைல்). இது கொள்கை நிலையில் இயலும். எதிர்காலத்தில் செயல் நிலேயில் நடைபெறலாம். இவ்விருவகை ஆற்றலால் இயங்கும் இராக்கெட்டுகள் ஒளி யாற்றல் இராக்கெட்டுகள் (Photon rockets), துகளாற்றல் இராக்கெட்டுகள் (Quantum rockets) எனப் பெயர் பெறும். இவற்றைக்கொண்டு வான்வெளியின் எந்தப் பகுதிக்கு வேண்டுமானாலும் செல்லவும் திரும்பவும் இயலும். வான் வெளி சுருங்கும்.

திரு. சி. உ.ரோமிக் என்பார் கூறிய முறையிலும் வான் வெளிச் செலவிற்கு வேண்டிய எரிபொருளேப் புதிய முறை யில் வாயுவாகப் பெறலாம். இதைச் சிறிய இடத்தில் மிக்க அழுத்தத்தில் தேக்கிவைக்கலாம்; எடையும் குறையும். மொத்த எடை 1000-டன் உள்ள இராக்கெட்டு 1-மணி நேரம் செல்ல இந்த வாயு எரிபொருள் 11·6-பவு. இருந் தால் போதும். இதனால் மிக்க விரைவையும் பெறலாம்.

எரிபொருளினால் உண்டாகும் உயர்ந்த விரைவு மிக்க விரைவாக்கம் இல்லாத நிலேயில், மனித உடலேத் தாக்காது. மனிதன் உணர்வது உயர்ந்த விரைவையன்று; மிக்க விரைவாக்கத்தையே. 1-மணிக்கு 100,000-கி. மீ. விரைவுக் குச் சற்று மிகுதியாக நிலவுலகு கதிரவனைச் சுற்றுகிறது. 1-மணிக்கு 70,000-கி. மீ. விரைவில் கதிரவன் குடும்பம் வான் வெளியில் இயங்குகிறது. இவ்விரைவுகளே நாம் உணர்வதில்லே. ஆகவே, எரிபொருளினால் உண்டாகும் உயர்ந்த விரைவு மனித உடலேத் தாக்குவதற்கில்லே. இவ் வகையில், எரிபொருளினால் ஏற்படும் விரைவுச் சிக்கலும் தீர்ந்த சிக்கலே.

3. ஈர்ப்பும் விரைவும்

ஈர்ப்பு, நிலவுலகில் வாழ்வதற்குத் துணையாக இருந்தா லும், வான் வெளிச் செலவிற்கு வேண்டிய விரைவைப்

பெறுவதற்குத் தடையாகவே உள்ளது. உயரம் அல்லது தொலைவிற்குத் தகுந்தவாறும், கோள்களுக்குத் தகுந்தவாறும் அது மாறுபடுகிறது. அதற்கேற்ப விரைவும் வேறுபடுகிறது. 200-மைல் உயரத்தில் நிலாக்கள் நிலவுலகைச் சுற்றிவரத் தேவையான விரைவு 1-மணிக்கு 18,000-மைல். 1,000 மைல் உயரத்தில் நிலா (வான் வெளி நிலையம்) நிலையாகச் சுற்றிவர, வேண்டிய விரைவு 1-மணிக்கு 16,000-மைல். இவ்வுயரத்தில் நில ஈர்ப்பும் விரைவும் ஒன்றுக்கொன்று சமன் செய்து கொள்வதால், நிலா நிலவுலகை நிலையாகச் சுற்றிவரும்.

விடுபடுவிரைவின் (நிலவுலகின் ஈர்ப்பை மீற வேண்டிய விரைவு) அளவு 1-மணிக்கு 25,000-மைல். இவ்விரைவை உருசிய அமெரிக்கத் திங்கள் நிலாக்கள் பெற்றுள்ளன. திங்களின் விடுபடு விரைவு 1-மணிக்கு 5,000-மைல். நிலவுலகின் ஈர்ப்பைக் காட்டிலும் திங்களின் ஈர்ப்பு குறைவாக இருப்பதால், விடுபடு விரைவும் குறைகிறது. இவ்விடுபடு விரைவு கோள்களுக்கு ஏற்பவும் வேறுபடுகிறது (பா. அட்டவணை 22). சில சிறு கோள்களின் ஈர்ப்பு மிக நலிவாக உள்ளதால், அங்குத் தாண்டுவதின் வாயிலாக விடுபடு விரைவைப் பெறலாம்.

தொடக்க நிலையில் கலம் விடுபடுவிரைவை அடைந்தாலும், அதே விரைவில் கடைசி வரையிலும் செல்லாது. நிலவுலகிலிருந்து விலகிச் செல்லச் செல்ல, அதன் கவர்ச்சியினல் அல்லது பின் இழுப்பினல் (Pullback) விரைவு குறைந்து கொண்டே வரும் (பா. உ-3-இன் விரைவு). திங்களுக்குக் கலம் செல்லுமாகில், நடுநிலை இடத்தில் (neutral point) நிலவுலகின் ஈர்ப்பும், திங்களின் ஈர்ப்பும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாக இருக்கும். இவ்விடத்தைக் கலம் கடந்து, திங்களை நோக்கிச் செல்கின்ற பொழுது, திங்களின் ஈர்ப்பு மிகுதியாகும். நிலவுலகின் ஈர்ப்பு அறவே நீங்கும்.

ஈர்ப்பை வெல்லத் திடீரென்று விரைவைப் பெற இயலாது. தொடக்கத்தில் விரைவு மிகமிகக் காற்றுத் தடையும் மிகுவதால், கலம் சீராகத்தான் விரைவைப் பெற

இயலும். 10-மைல் உயரம் வரை இராக்கெட்டு அல்லது கலம் மெதுவாகச் செல்லும். பின், இயன்ற அளவுக்கு அது விரைவைப் பெறும். கழிந்த ஒவ்வொரு வினாடிக்கும் 1-வினாடிக்கு 100′ என்னும் அளவில் விரைவு கூடும். கழியும் ஒவ்வொரு வினாடியிலும் முன்னைய வினாடியைவிட 1 வினாடிக்கு 100′ அளவில் கலம் உயரும். இவ்வாறு கலம் விடுபடு விரைவை அடைய ஆகும் நேரம் 6-8-நிமியாகும்.

ஈர்ப்பு விரைவைத் தடை செய்வதால், திங்கள் செலவில் கதிரவன், திங்கள், நிலவுலகு முதலியவற்றின் ஈர்ப்பு, கணக்கில் கொள்ளப்பட வேண்டும். இல்லாவிடில் இலக்குப் பிழைகள் ஏற்படும். திங்களின் கவர்ச்சியும் நிலவுலகின் கவர்ச்சியும் கணக்கில் கொள்ளப்படா விட்டால், இலக்கை அடைவதில் பல நூறு கிலோமீட்டர் பிழை ஏற்படும். கதிரவன் கவர்ச்சியால் ஏற்படும் இலக்குப் பிழை 100-150-மீட்டர் தொலைவே. அருகிலுள்ள கோள்களின் கவர்ச்சியினால் ஏற்படும் இலக்குப் பிழை சில மீட்டர் தொலைவே. ஆதலால், இப்பிழை தள்ளுதற்குரியதே.

திங்களை அடைவதற்கு நில ஈர்ப்பு தடையாய் இருந்தாலும், திங்களைச் சுற்றித் திரும்ப அது துணையாகவே உள்ளது. தவிர, கதிரவன் ஈர்ப்பும் கலம் திங்களை அடையாதவாறு கவர்ச்சி செய்து, நிலவுலகிற்குத் திரும்புமாறு துணை செய்கிறது. பொதுவாகத் திங்களைச் சுற்றி வருவதில், நிலவுலகு, திங்கள், கதிரவன் ஆகிய மூன்றின் ஈர்ப்புக்கு உட்பட்டே கலம் செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. மற்றக் கோள்களின் ஈர்ப்பின் விளைவு இதில் தள்ளுதற்குரியதே. ஆக, ஈர்ப்பை விரைவால் வெல்லலாம் என்பதும் தீர்ந்த சிக்கலே.

4. கலத்தைக் கட்டுதல்

வான் வெளிக் கலத்தைக் கட்டுவது ஈர்ப்பு, எரிபொருள், இறுக்கம், வெப்ப நிலை முதலியவற்றிற்குத் தகுந்தவாறு அமையும். மேலும், மனிதன் வாழ்வதற்குரிய சூழ்நிலைகளும், பல தாமியங்கு ஏற்பாடுகளும் (சிறப்பாக மீட்பு ஏற்பாடு), கருவி அமைப்புக்களும் இருக்குமாறு கட்டப்பட வேண்டும்.

அடைகின்ற இடத்தைப் பொறுத்தும், அல்லது கோள்களின் ஈர்ப்பைப் பொறுத்தும் கலத்தின் அமைப்பு மாறுபடும். நிலவுலகிற்கும் வான் வெளி நிலையத்திற்கும் இடையே செல்லும் கலம் காற்றுத் தடை வரியையும், நிலைப்புத் துடுப்புக்களையும், வெளிக் கட்டுப்பாட்டுத் தகடுகளையும், உருளை வடிவ எரிபொருள் தொட்டிகளையும் கொண்டிருக்கும். வான் வெளி நிலையத்திலிருந்து கிளம்பும் கலத்திற்கு மேற்கூறியவை தேவை இல்லை. உறையும் தேவை இல்லை. ஆனால், எடையைக் குறைக்கக் கோள வடிவத் தொட்டிகள் தேவை.

திங்களைச் சுற்றிவரும் கப்பலைக் காட்டிலும், திங்களில் இறங்கும் கப்பல் குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்கு அமைப்பில் வேறுபடும். செவ்வாய்க்குச் செல்லும் கலம் வான் வெளிக்குச் செல்லும் கலம் போல இருக்காது. நீர்ம எரிபொருளால் இயங்கும் கலத்தைப்போல் அணுக்கரு எரிபொருளால் இயங்கும் கலம் இருக்காது. எரிபொருள் பயன்படுவதை ஒட்டியும், கலத்தின் அளவும் (பெரியதா சிறியதா), பளுவும் (பளு மிக்கதா பளுக்குறைந்ததா) அமையும். அமெரிக்கா ஏவிய நில நிலாக்களில் அளவில் சிறியது வேன்கார்டு-1. இதன் குறுக்களவு 6″. அளவில் பெரியது எதிரொலி-1. இதன் குறுக்களவு 100′. ஆள் உள்ள கலம் ஆளில்லாத கலத்திலிருந்து அமைப்பில் வேறுபடும்.

இராக்கெட்டு 1-மணிக்கு 28,000—40,000-கி. மீ. விரைவைப் பெற, வலுவான இராக்கெட்டு எந்திரங்களால் இயக்கப்பட வேண்டும். இதற்கு உருசிய வடிவ அமைப்பாளர்கள் (designers) பல ஆண்டுகள் உழைத்துக் குறைந்த எடையில் உயர்வரை இறுக்கத்தைப் பெறுமாறு, இராக்கெட்டு எந்திரங்களை உருவாக்கியுள்ளனர்.

கலம் கோள்களின் காற்று வெளிகள் வழியாகச் செல்கின்ற பொழுது, மேல் ஒலி வாயு ஓட்டத்திற்கு (hypersonic gas flow) உட்படும். இதனால், கலத்தின் உறையில் உண்டாக்கப்படும் அதிர்வுகள், அவ்வுறையை அழிக்க வல்லவை. இவ்வதிர்வுகள், ஏற்படாமல் இருக்க, அமைப்புப் பகுதி

களின் வடிவத்தையும், அளவுகளையும் அறிவியலார் மிகத் திருத்தமாகக் கணக்கிடவேண்டும். இதற்குக் கலத்தின் மெலிந்த சுவர் உறை (thin walled-shell) விண் பொரு ளுடன் எவ்வாறு வினைப்படும் என்பதை உறுதி செய்ய வேண்டும். தன் அசைவு நிலையில் (auto-oscillatory condition), உறையின் இயக்க வலுவையும் அறிவது இன்றியமை யாதது.

கலம் காற்று வெளியின் வழியாக விரைவுடன் செல் கின்றபொழுது, வலுவான வாயு அதிர்ச்சி அலைகள் (shock waves of gas) உண்டாகும். இதனால் கலத்தின் உறையைச் சுற்றி, மிக உயர்ந்த வெப்ப நிலையை உடைய தீங்கு தருப் வாயு அடுக்கு உண்டாகும். குறைந்த அளவுக்குக் காற்றுத் தடையைக் குறைக்கக் காற்றுத் தடைவரி வடிவமும், வாயு அடுக்கின் வெப்ப நிலையைக் குறைக்கத் தனி வெப்பத் தடைப் பாதுகாப்பு உறையும் (special heat-resistant protective coating) கலத்திற்குத் தேவை. அறிவியலாரும் வடிவ அமைப்பாளர்களும் செய்ய வேண்டிய முதற் பணி களில் இது ஒன்றாகும். மேல் ஒலி விரைவுகளில் (supersonic velocities) வாயு இயக்கவியலின் பல சிக்கல்களை இதற்காக ஆராய வேண்டும். பொதுவாக, மிக்க இறுக் கத்தைத் தாங்குமாறு இராக்கெட்டு எந்திரங்களின் சுவர் களும் (எரியறைகளின் சுவர்கள்), உயர்ந்த வெப்ப நிலையைத் தாக்குப் பிடிக்குமாறு இராக்கெட்டு உறையும் உயர்ந்த-ஆனால் அதே சமயத்தில் எடைக் குறைவான- உலோகக் கலவைகளால் ஆக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். வெற்றிடத்தில் கலத்தின் திசையை மாற்றத் தக்க உள் சுக்கான்கள் (internal rudders) முறிப்பாற்றலுடைய (refractory) தனிமக் கலவைகளால் ஆக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். நீர்ம எரிபொருள் இராக்கெட்டு எந்திரத்தின் (எரியறையின்) வெப்ப நிலை 3000°C-ஐ அடைவதே இதற் குக் காரணமாகும். அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த ஜேம்ஸ்வைல்டு (James Wyld) என்பார் முறைப்படி இராக்கெட்டு எந்தி ரத்தை இரட்டைச் சுவருள்ளதாகச் செய்து, வெப்பத்தைத் தணிக்கலாம். இராக்கெட்டு எந்திரத்தின் வெப்பத்தைத்

தணிக்கும் இம்முறை ஒரே காலத்தில் அமெரிக்காவாலும் செர்மனியாலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

தகுந்த தடிமனுள்ள ஈய உறைகளைக் கொண்டு கதிரியக்கக் கதிர் வீச்சையும், விண் கதிர் வீச்சையும் தடுக்க இயலும்.

கலத்தின் அறையில் குறைந்த அழுத்தம் இருக்குமானல், அதன் சுவர்கள் மெலிந்ததாகவும், வான் வெளி உடை முதலியவற்றின் அமைப்பு எளிமையாகவும் இருக்க வழியுண்டு. இதனல், கலத்தின் உடலிலுள்ள நலிந்த இணைப்புக்களில் காற்று ஒழுக்கினல் ஏற்படும் தீங்கு குறையும். அல்லது விண் கொள்ளிகளால் ஏற்படும் காற்று ஒழுக்கும் நீங்கும்.

உயிர் நலமுடன் வாழ்வதற்கேற்ற சூழ்நிலைகளும், அச்சூழ்நிலைகளை உருவாக்கத் தக்க ஏற்பாடுகளும் கருவி அமைப்புக்களும் கலத்தில் இடம் பெறவேண்டும். இவை உருசிய வான் வெளிக் கப்பல்களிலும், அமெரிக்க மர்க்குரி நிலாக்களிலும் மிகத்திருத்தமாக இயங்கின. சிறப்பாக மீட்பு ஏற்பாடு செம்மையாக அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். கலம் சுற்று வழியிலிருந்து (பூ—6, பூ—8, பூ—9, பூ—10) அல்லது துணைச் சுற்று வழியிலிருந்து (ம—2, ம—3) நில வுலகை அடைய, இவ்வேற்பாடு மிக இன்றியமையாதது, இதில் தெறிப்பு இராக்கெட்டுகளும் (breaking rockets)., விண் குடைகளும் இருக்கும்.

கலத்தின் வடிவ அமைப்பை நிறைவு செய்யவும், உயிர் நலத்துடன் வாழ்வதற்குரிய ஏற்பாடுகளை அமைத்து, அவற்றை ஆராய்ந்து பார்க்கவும், மீட்பு ஏற்பாட்டை ஆராயவும் உருசிய வான் வெளிக் கப்பல்கள் ஏவப்பட்டன. இக்கப்பல்கள் தந்த செய்திகளைக் கொண்டு, வான் வெளிச் செலவிற்கேற்ற கலத்தை அமைக்க இயலும். இவ்வகையில் வாஸ்தோக்கு—1. வாஸ்தோக்கு—2 ஆகிய இரண்டு கலங் களும் சிறந்த வான்வெளிக் கலங்களாகும்.

கலத்தைக் கட்டுவதில் சிறிதாக்கலும் கணக்கில் கொள்ளப்பட வேண்டும். இட நெருக்கடி காரணமாகவும்,

எரிபொருள் சிக்கல் காரணமாகவும், பயன்படும் கருவிகள் முதலியவை சிறிதாக்கப்பட வேண்டும். தகுந்த தனிமங்களைக் கொண்டு, எடை குறைவாக இருக்குமாறு அவை அமைக்கப்பட வேண்டும்.

கலத்தைக் கட்டுவதில் பல அறிவியல்களின் துணையும் மிக இன்றியமையாதது. பல அறிவியல்களில் செய்யப்படும் (செய்யப்பட்ட) ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகளைக் கொண்டு கலத்தைக் கட்ட வேண்டும். அவ்வாறு பயன்படும் பல அறிவியல்களாவன : வான் வெளி நாவாய் இயல், வீழியல் (ballistics), எண்ணு கணக்கியல் (computing mathematics), மின்னணு இயல், பொறி நுட்ப இயல், இயல்பியல், இயைபியல், தனிமவியல், வானியல், நிலவியல், நில உள்ளியல், பொறியியல், தொழில் நுணுக்க இயல், மருத்துவம், உயிரியல். ஆக, கலத்தைக் கட்டுவதிலுள்ள சிக்கல்களும் அமைதி தரக் கூடிய அளவுக்குத் தீர்க்கப்படும் என்றே கொள்ளலாம்.

5. ஏவுதலும் இலக்கை அடைதலும்

இலக்கு என்பது அடைய வேண்டிய இடத்தையே குறிக்கும். நிலவுலகில் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்தை அடைவது எறிபடைகளுக்கு இலக்கு. சுற்றுவழியை அடைவது நில நிலாக்களுக்கு இலக்கு. திங்கள் முதலிய கோள்களைச் சுற்றிவருவது அல்லது கோள்களை அடைவது கோள் நிலாக்களுக்கு இலக்கு. இவ்வாறு அடைய வேண்டிய இடத்தைப் பொறுத்து இலக்கு வேறுபடுகிறது. இலக்கை அடைந்தால்தான் கலம் வெற்றியுடன் ஏவப்பட்டதாகக் கருதலாம்.

கலம் வெற்றியுடன் ஏவப்பட வேண்டுமானால், திசை, கோணம், விரைவு, நேரம், வழி, ஏற்பாட்டியக்கம் முதலியவை கணக்கில் கொள்ளப்படவேண்டும்.

ஏரிபொருள் தீர்ந்தவுடன் சரியான திசையில் கலம் செல்லவேண்டும். நிலவுலகிற்குக் கிழக்காக அல்லது

மேற்காகக் கலம் ஏவப்படலாம். கிழக்காக ஏவப்படுமானல், நில இயக்கத்திற்குச் சார்பாகச் செல்லும். உருசிய முதல் நிலாக்கள் வடக்கு வடகிழக்காகவும், கிழக்கு தென்கிழக்காக வும் சென்றன. உ—1 நில இயக்கத்திற்குச் சார்பாக விடப்பட்டது. எ—1, எ—3 தென் கிழக்காக விடப்பட்டன; எ—4 முதன் முதலில் வட தென் சுற்றுவழியில் சென்றது. ப—3 வட கிழக்காகச் சென்றது. டிஸ்கவரர் வரிசை நிலாக்கள் முனைக்கு முனைச் சுற்றிவரத் தெற்கு நோக்கிச் சென்றன. நிலைத்த நிலவாக இருக்க, நிலா மேற்கிலிருந்து கிழக்காகச் செல்லவேண்டும். வான் வெளி நிலையத்திலிருந்து நிலவுலகின் இயக்கத்திற்கு எதிராக வெள்ளி நிலையம் விடப்பட்டது.

கணக்கிடப்பட்ட கோணத்தில் கலம் தவருது செல்ல வேண்டும். இக்கோணம் கலத்திற்குத் தகுந்தவாறு மாறு படும். பொதுவாகச் சுற்றுவழியில் நிலாக்களை விடும் இராக் கெட்டுகள் இரண்டாம் நிலையில் 45° கோணத்தில் செல்லும். எ-1-ஐ ஏவிய ஜூப்பிட்டர் இராக்கெட்டு 110° கோணத்தில் கிழக்காகச் சென்றது. இக்கோணத்திலிருந்து சில பாகை கள் விலகினுலும் கலம் இலக்கை அடையாது. குறிப்பிட்ட கோணத்தில் செல்லாமல் $3\frac{1}{2}$° மிகுதியான கோணத்தில் சென்றதால் ப-1 இலக்கை அடையவில்லை. அன்றியும், முதல் அடுக்கு மிகச் செங்குத்தான கோணத்தில் சென்றது. இதனுல், ப-1-ஐ ஏவியதில் பிழை ஏற்பட்டது. நிலாக்களின் சுற்றுவழிச் சாய்வுக்கோணமும் நிலாக்களுக்குத் தகுந்தவாறு மாறுபடும். அவற்றின் அண்மைத் தொலைவும் சேய்மைத் தொலைவும் அப்படியே (பா. செயற்கை நிலாக்களின் அட்ட வணைகள், அகரவரிசை). அடைய வேண்டிய இடமும் (கோள்) குறைந்த இறக்கக் கோணத்தில் (angle of declination) இருக்கவேண்டும். உ-2-ஐ ஏவியபொழுது திங்களின் இறக்கக் கோணம்—18° ஆக இருந்தது. குறிதவருமல் குறிப்பிட்ட விரைவில் சென்ருல்தான் கலம் இலக்கை அடையும். அன்றியும், குறிப்பிட்ட நேரத்தில் குறிப்பிட்ட விரைவைப் பெறவேண்டும். இல்லாவிடில், கலம் வான் வெளிக்குச் செல்லாது: காற்று வெளிக்குத் திரும்பி வந்து

அழியும். ப-1கிளம்பிய பொழுது விரைவு 1-மணிக்கு 23,500-மைல். நீள்வட்டச் சுற்றுவழியை அடையவேண்டிய விரைவு 1-மணிக்கு 25,000-மைல். கிளம்புகின்ற பொழுது இவ் விரைவு இல்லாததால், ப-1 ஏவுகை தோல்வியில் முடிந்தது. ப-3 ஏவுகையும் தோல்வியில் முடிந்தது. ஆனால், ப-4, ப-5, உ-1, உ-2, உ-3 முதலியவை குறிதவருமல் இலக்கை அடைந்தன. விரைவு குறையுமானால், இலக்கு எல்லையும் குறையும். ப-1 நிலாவின் விரைவு குறைந்ததினால், அது தன் இலக்கு எல்லையில் $\frac{1}{3}$-பகுதியையே அடைந்தது. பின், காற்று வெளிக்கு வந்து அழிந்தது. விரைவில் ஏற்படும் பிழை ·1-பங்குகூட இருக்கக்கூடாது.

குறிப்பிட்ட விரைவைப் பெற, எரிபொருள் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் எரிய வேண்டும். ப-3-ஐ ஏவிய இராக்கெட்டின் முதலடுக்கு 3·7-வினாடி முன்னேயே எரிந்து விட்டதால், விரைவுக் குறைவினால் அது இலக்கை அடைய முடியவில்லை. இலக்கைக் கலம் அடைய ஏவுநேரம் (launching time) மிகத் திருத்தமாகக் கணக்கிடப்பட வேண்டும். ஏவுநேரம் திட்டமிட்ட நேரத்தின் சில வினாடிகளுக்குள் (10-வினாடிகள்) அடங்க வேண்டும். ப-1 திட்டமிட்ட நேரத்தின் 10-வினாடிக்குள் கிளம்பியது. ஆனால், வேறு பல காரணங்களால் அது இலக்கை அடையவில்லை. உ-2 திட்டமிட்ட நேரத்தின் 1-வினாடிக்குள் கிளம்பியது.

இலக்கை அடையும் நேரம் அல்லது காலம் இலக்கிற்குத் தகுந்தவாறு மாறுபடும். உ-2 திங்களை 36-மணி நேரத்தில் அடைந்தது. மற்றக் கோள்களை அடையக் காலம் நாள் கணக்கிலாகும். தவிர, கலத்திற்குத் தகுந்தவாறும் சுற்றுகாலம் மாறுபடும். இதுவரை விடப்பட்டுள்ள நில நிலாக்களின் சுற்றுகாலம் 90-நிமியிலிருந்து 140-நிமி வரையுள்ளது.

கணக்கிடப்பட்ட சுற்றுவழியைக் கலம் அடையச் சில நிலைகளில் செல்ல வேண்டும். நிலவுலகைச் சுற்றிவரக் கலம் முதலில் செங்குத்தாகச் சென்று, பின் கிடைமட்ட நிலையில் சுற்றுவழியை அடைய வேண்டும். திங்கள் முதலிய

கோள்களுக்குக் கலம் முதலில் செங்குத்தாகக் கிளம்பிக் கிழக்காகச் செல்லும். பின், வளை வழியில் அது திங்கள் நோக்கிச் செல்லும். அவ்வாறு செல்லும்பொழுது அது நேராகத் திங்களை அடையலாம் (உ-2). அல்லது திங்களை நீள்வட்ட வழியில் வலம் வரலாம் (உ-3). அதன் செலவு வழியிலும் மேலும் இரு நிலைகள் உள்ளன. அவற்றில் முதல் நிலை வீறுள்ள நிலையாகும். இந்நிலையில் நில ஈர்ப்பை வெல்லுதற்குரிய விடுபடுவிரைவைக் கலம் பெறும்; தானியங்கு வழிப்படுத்து ஏற்பாட்டால் கட்டுப்படுத்தப் படும். இரண்டாம் நிலை வீறற்ற நிலையாகும். இந்நிலையில் இலக்கை அடைவதற்குரிய விரைவைக் கலம் பெறும்; கட்டுப் படுத்தப் படாமலேயே இலக்கை அடையும்.

எ-3 செங்குத்தாகவே சென்று-கிடைமட்டமாகச் செல்லா மல்-சுற்றுவழியை அடைந்ததால், அதன் வாழ்நாள் சில நாட்களே. கணக்கிடப்பட்ட சுற்றுவழியில் ஏற்பட்ட தோற்றத் திரிபினால் (apparent deviation), அதன் வாழ் நாள் குறைந்தது. பொதுவாகக் கலத்தின் உயரம் குறை யக் குறைய, அதன் வாழ்நாளும் குறையும். காற்றுத்தடை, ஈர்ப்பு ஆகியவற்றினல் அதன் சுற்றுவழி கொஞ்சங் கொஞ்ச மாக மாறுவதே இதற்குக் காரணமாகும். சுற்றுவழி மாற்றத் தினல் கடைசியாக அது காற்று வெளியை அடைந்து அழி யும். சுற்றுவழி உயரக் குறைவினல் பல நிலநிலாக்கள் அழிந்தன (பூத்துனிக்குகள்). உ-2 நிலாவின் திரிபு வீதம் 0·002 ஆக இருந்தது. இதன் செலவு வழித் தளத்தின் சாய்வுக் கோணம் மிகத் திருத்தமாகத் தேர்ந்தெடுக்கப் பட்டது. இதனல், உந்துநிலையில் இதன் செலவுத் திசையை யும், ஏவுமிடத்தையும் உறுதி செய்ய முடிந்தது.

ஏவுதல் ஒழுங்காக நடைபெறப் பற்று ஏற்பாடும் (ignition system), வழிப்படுத்து ஏற்பாடும் இயல்பாக இயங்க வேண்டும். பற்று ஏற்பாடு சரிவர இயங்காததால், ப-1 நிலாவை ஏவிய இராக்கெட்டின் மூடுகருவியமைப்பு (shut off device) தானுக மூடிக்கொண்டது; 10-விநாடிக்கு எரிய வேண்டிய எரிபொருள் எரியாமலே நின்றுவிட்டது.

இதனுல், பெறவேண்டிய விரைவைப் பெருமல் ப-1 இலக்கை இழந்தது. இதே போல ப-3 நிலாவை ஏவிய இராக்கெட்டின் முதல் அடுக்கு பிழையுள்ள அடைப்புக் (faulty valve) காரணமாக 3·7-விஞடிக்கு முன்னே எரிந்து, விரைவை விட்டது.

கலம் இலக்கை அடைய உந்துநிலை வரை வழிப்படுத்தப் படவேண்டும். இதற்குத் தானியங்கு வழிப்படுத்து ஏற்பாடு இன்றியமையாதது. உந்துநிலை வரை வழிப்படுத்திஞல் தான், கலம் இலக்கை வெற்றியுடன் அடையும். நுட்பமாக வழிப்படுத்தப்பட்டதனுல், உருசிய உலூனிக்குகளும் அமெரிக்கப் பயனியர்களும் இலக்கை அடைந்தன. ஆக, பிழையில்லாமல் குறிப்பிட்ட திசை, கோணம், விரைவு, நேரம், வழி, நிலை, திருந்திய ஏற்பாடு முதலியவற்றைக் கணக்கில் கொண்டு, கலம் ஏவப்படுமாஞல் தவருது இலக்கை அடையும் என்பது உறுதி. இதுவரை இரு நாடுகளும் விட்டுள்ள நிலாக்களைக் கொண்டு பார்க்கின்ற பொழுது, ஏவுசிக்கல் தீர்ந்த சிக்கலே.

6. திருத்தப்பாடும் திருத்தக்கேடும்

கலத்தை வெற்றியுடன் ஏவுதலில், அதன் திசை, வழி, கோணம், விரைவு, நேரம் முதலியவற்றின் நுட்ப அமைவே திருத்தப்பாடு (precision or accuracy) ஆகும். கலத்தை ஏவுதலில் நூற்றுக்கு நூறு கொள்கை நிலையில் திருத்தப் பாட்டை எதிர்பார்க்க முடியாது. ஆய்வுப் பிழைகள் என்னும் வகையில் சில பிழைகள் இருக்கத்தான் செய்யும். இப்பிழைகள் மிகக் குறைந்த அளவுக்கே இருக்கும். ஆதலால், கலம் வெற்றியாகவே ஏவப்படும்.

பொதுவாகப் பிழைகள் இருக்கவேண்டிய அளவு பின் வருமாறு :

1. திசை தேர்ந்தெடுப்பதில் விரைவு இழப்பு மிகக் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

2. செலவு வழியிலிருந்து கலத்தின் திரிபு வீதம் 0. 002-ஆக இருக்க வேண்டும்.

3. கோணத்தில் ஒரு பாகைக்கு மேல் பிழை ஏற்படக் கூடாது.

4. விரைவு 1-வினடிக்கு 1-மீட்டர்கூடக் குறையக் கூடாது.

5. ஏவு நேரத்தில் 10-விஞடிப் பிழைகூட ஏற்படக் கூடாது. இப்பிழைகள் எல்லாம் கலத்திலுள்ள தாமியங்கு ஏற்பாடுகளினுல் அறியப்படுகின்றன.

பிழைகளின் அளவு அதிகமானல், நுட்ப அமைவு குறைந்து திருத்தக்கேடு (inaccuray) ஏற்படும். இக்கேடுகளும் கலத்தை ஏவுதலில் ஏற்படத்தான் செய்யும். கலத்தை நிலைப்படுத்துவதிலும் (positioning of the vehicle) இராக்கெட்டு இறுக்கத்திலும் திருத்தக் கேடுகள் ஏற்படலாம். மேலும், பல தற்செயல் பிழைகளும் (accidental errors) ஏற்படலாம். இவற்ருல் கலம் தன் உண்மை வழியிலிருந்து பிறழலாம். இயன்றவரை இவற்றைத் தாமியங்கு ஏற்பாடுகளால் திருத்த முயல வேண்டும். கலத்தின் வழியில் ஏற்படும் திரிபு அல்லது மாற்றம் கட்டுப்பாடுகளால் (controls) வானெலி வாயிலாக அடிக்கடி அளக்கப்பட்டு, அதற்கேற்ற திருத்தங்கள் செய்யப்படுகின்றன. பிழைகள் சிலவற்றிற்கு உட்பட்டுத்தான் கலம் இலக்கை அடைகிறது; ஏவுதல் வெற்றியாக முடிகிறது. உ—2, வெள்ளி நிலையம் ஆகியவை திருத்தப்பாட்டிற்கும், ஏவு நுணுக்கத்திற்கும் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். ஆக, திருத்தப்பாடும் தீர்ந்த சிக்கலே.

7. வழிப்படுத்துதலும் செலவும்

வழிப்படுத்துதலைப் பொறுத்துக் கலத்தின் செலவு திருத்தமாக நடைபெறுவது அமைகிறது. கலத்தின் செலவில் வீறுள்ள நிலை மட்டுமே கட்டுப்படுத்தப்படும். இந்நிலையில் கட்டுப்பாடு திருத்தமாக அமையுமானல், வீறற்ற நிலையில் கலத்தைக் கட்டுப்படுத்தத் தேவையில்லை; கட்டுப்படுத்தவும் இயலாது. ஆகவே, கலம் இலக்கை அடையும்.

ஏவுதளத்தைக் கலம் விட்டதும், அதன் வழி அறியப்படும். அதன் முகப்பிலுள்ள செலுத்திகள் அனுப்பும் வானொலிக் குறிபாடுகள் வாயிலாக வழியறி நிலையங்கள் வழியைக் கடைசிவரை அறியும். தானியங்கு வழிப்படுத்து ஏற்பாடு கலத்தைத் திட்டமிட்ட வழியில் திரும்பச் செய்யும். இராக்கெட்டுக் கட்டுப்பாடுகளுக்குச் (rocket controls) செலுத்தப்படும் கட்டளைக் குறிபாடுகளின் (command signals) உதவியினால் கலம் திட்டமிட்ட வழியில் திரும்பும். இந்த ஏற்பாடு கலத்தின் உயரத்தை அடிக்கடி அளந்து, உண்மை வழியோடும் கலம் செல்லும் வழியோடும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும். வழியில் ஏதாவது திரிபு ஏற்படுமானால், இவ்வேறுபாடு கட்டளைக் குறிபாடுகளைக் கட்டுப்பாடுகளுக்கு அனுப்பும் இவ்வாறு அனுப்பப்படும் கூடுதலான கட்டளைக் குறிபாடுகள் கலத்தின் திசையைச் சரி செய்யுமாறு மேற்படி ஏற்பாட்டைப் பணிக்கும். இதனால், கலம் பிறழ்ச்சியிலிருந்து விலகி, உண்மையான வழியில் செல்லும். கலத்தின் செலவைக் கவர்ச்சி செய்யும் எல்லா மெய்க்கூறுகளையும் கணக்கில் கொள்வதற்குக் கணக்கீடுகள் இல்லை. உந்து நிலையில் கலம் காற்றுவெளியின் அடர்ந்த அடுக்குகளின் வழியாகச் செல்லும்பொழுது, அதன் விரைவு மிகுதியாக இல்லாவிட்டால் காற்றோட்டங்கள் அதை அதன் வழியிலிருந்து விலகுமாறு செய்யும்.

அதிக உயரங்களில் வான் வெளி வெற்றிடமன்று; செறிவான விண் பொருள் காணப்படுகிறது என்பதைச் செயற்கை நிலாக்கள் விளக்கமாகக் காட்டியுள்ளன. காற்றிலா ஊடகம் (airless medium), காற்று ஆகியவற்றின் பண்புகளில் பலவற்றைச் செலவு இயக்கவியலின் (flight dynamics) பகுப்பு தெளிவாக்கியுள்ளது. கலத்தை நிலைப்படுத்துதலிலும் (ship's stabilisation), வழிப்படுத்து ஏற்பாடுகளின் பொறி நுட்பத்திலுமுள்ள பல சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு கண்டால்தான் செலவுத் திருத்தப்பாட்டை (flight precision) உறுதி செய்ய முடியும். செலவு முழுதும் எடுக்கும் திருத்தமான அளவுகளினால், கலத்தை இறங்குமிடத்திற்கு நுட்பமாக வழிப்படுத்த இயலும். நுட்பமாக வழிப்படுத்தப்பட்டதி

ஞல், உருசிய இரண்டாம் வான் வெளிக் கப்பல் தன் இலக்கில் பத்துக் கிலோமீட்டருக்குள் இறங்கியது. விரைவில் 1-விஞடிக்கு 1-மீட்டர் பிழை ஏற்பட்டிருக்குமா ஞல், கப்பல் இலக்கிற்கு அப்பால் 50.கி. மீ. தொலைவு சென்றிருக்கும். உயரத்தை வரையறை செய்வதில் 100-மீட்டர் பிழை ஏற்பட்டிருக்குமாஞல், கப்பல் இலக்கி லிருந்து 4·5 கி மீ. தொலைவை அடைந்திருக்கும். செலவுத் திசையைக் கணக்கிட்டதில் 1-மீட்டர் பிழை ஏற்பட்டிருக்கு மாஞல், இலக்கிலிருந்து உண்டாகும் திரிபு 50-60-கி. மீ. இருந்திருக்கும். வா-1, வா-2 ஆகிய இரண்டும் குறிப்பிட்ட இடத்தில் இறங்கின.

ஒவ்வொரு அடுக்கும் பிரியும் பொழுது, கலத்தின் பொருண்மையில் (vehicle's mass) திடீர் மாற்றங்கள் நிகழும். இவற்றை நீக்கிப் பார்த்தாலும் குறிப்பிட்ட வழியில் பல அடுக்குள்ள கலத்தை வழிப்படுத்துவது மிகச் சிக்கல் வாய்ந்ததாகும். இதற்கு, ஒவ்வொரு அடுக்கிலும் எந்திரங் கள் நிற்கின்றனவா என்று உறுதி செய்ய வேண்டும். எந்திரங்கள் நிற்கும் பொழுது, கலம் குறிப்பிட்ட திசை யில் செல்வதைப் பொறுத்தும், குறிப்பிட்ட விரை வைப் பெறுவதைப் பொறுத்தும் அதன் செலவுவெற்றி அமைகிறது. இங்கு ·01-அளவுக்குக் கூடப் பிழைகள் பொறுத்தற்கு இயலாது. கலத்தின் பொருண்மை, விரைவு, திருத்தப்பாடு ஆகியவற்றின் உயர்வு காரணமாக அதை வழிப்படுத்துவது என்பது மிகமிகக் கடினமாகும். உ—2 நிலாவை ஏவியதில் இச்சிக்கல்கள் எல்லாம் வெற்றியுடன் தீர்க்கப்பட்டன. இராக்கெட்டு வழிப்படுத்துக் கொள்கை யிலும் (rocket guidance theory), நுணுக்கங்களிலும் (techniques) உருசியா அடைந்துள்ள உயர் தகுதிகளுக்கு இத்தீர்வுகள் சான்ருகும்.

8. வழியறிதலும் உற்றுநோக்கலும்

கலத்தை இறுதியடுக்கு வரை வழிப்படுத்தலாம். செலவு முழுதும் வழியறியலாம். வழியறிதலை வழியறி நிலையங்கள் மேற்கொள்ளும். கலம் இலக்கை அடையும் வரை வாஞெலி

யினுல் வழியறியலாம். கதிரவன், வெள்ளி, திங்கள் முதலிய கோள்களுக்கு வானெலித் தொடர்பு கொள்ளப்பட்டிருக் கிறது. இதனுல், எதிர்காலத்தில் கலம் கோள்களை அடை யும் வரை வழியறியலாம் என்பது உறுதியாகின்றது.

உற்றுநோக்கு நிலையங்கள் கலத்தை உற்றுநோக்கு வதை மேற்கொள்ளும். உற்றுநோக்கலை இரு முறைகளில் நடத்தலாம். ஒரு முறை ஒளி இயல் உற்றுநோக்கல் முறையாகும். மற்ருென்று வானெலி உற்றுநோக்கல் முறையாகும். முன்முறையில் செயற்கை வால் மீன் உருவாக் கப்பட்டு, கலம் உற்று நோக்கப்படும், இம்முறை குறுகிய நேரம் நடைபெறுவது. இதனுல், கலத்தின் சார்பு நிலைகளை அறியலாம். ஆனுல், கலத்தின் செலவு முழுதும் இதை நம்ப முடியாது. பின் முறையில் கடைசி வரை கலத்தை உற்றுநோக்கலாம். கலத்தின் செலவு, எல்லை, ஆரவிரைவு (radial speed), உயர்ச்சிகள் (elevations), சார்பு நிலைகள் முதலியவற்றை மிகத் திருத்தமாக அறியலாம் (உ-2). வானெலி இயங்குவது, ஆற்றல் ஊற்றுக்கள் இயங்குவதைப் பொறுத்தது. ஆற்றல் ஊற்றுக்கள் மின் கல அடுக்குகள் ஆகும். இவ்வடுக்குகள் கதிரவன் மின் கல அடுக்குகளாக வும் (solar batteries), இயைபியல் மின் கல அடுக்குகளாக வும் (chemical batteries) இருக்கும். எதிர்காலத்தில் அணு மின்கல அடுக்குகள் (atomic batteries) பயன்படலாம் (பா. டிரான்சிட் 4-A.). இதுவரை ஏவப்பட்டுள்ள நிலாக் களைக் கொண்டு பார்க்குமிடத்து வழியறிதலும், உற்று நோக்கலும் தீர்ந்த சிக்கல்களே ஆகும்.

9. கலத்தைச் செலுத்துதல்

காரை ஓட்டுவது, கப்பலையும் வான் ஊர்தியையும் செலுத்துவது அவ்வளவு கடினமன்று. ஆனுல், வான் வெளிக் கலத்தைச் செலுத்துவது மிகக் கடினமாகும். வழி யில் ஏற்படும் திரிபைத் திருத்துவது, முன்னதில் எளிது; பின்னதில் அரிது. வலவர் உணரும் விரைவாக்கங்களும், அவரது நொடி நேரச் செயற்பாடும் கலத்தைச் செலுத்து

வதிலுள்ள கடினத்திற்குக் காரணங்களாகும். ஆகவே, கலத்தைச் செலுத்தப் பொதுவாகப் பயிற்சியும், சிறப்பாக உடற் பயிற்சியும் வலவருக்குத் தேவை.

அதிக விரைவாக்கம், ஈர்ப்பின்மை நிலைமைகள், குறைந்த அழுத்தம், உயர்ந்த வெப்பநிலை மாறுபாடுகள் முதலியவை வலவரின் உடற்பயிற்சிக்குரிய காரணங்களாகும். அன்றியும், நிறைந்த அறிவும், மிக்க சுறுசுறுப்பும், போதிய தொடக்கப் பயிற்சியும் கலத்தைச் செலுத்துவதற்கு இன்றியமையாதன. உடல் நலமும், பொறுத்தலும் வேண்டிய மற்றத் தகுதிகளாகும். இவற்றை' வலவர்கள் பெற்றிருக்க வேண்டும். காகரின், ஷெப்பர்டு முதலிய வான் வெளி வலவர்கள் இவற்றை நிரம்பப் பெற்றவர்களே.

வான் வெளி நிலைமைகளுக்கு இணையான நிலைமைகளை ஆய்வகத்தில் உருவாக்கி, அவற்றைத் தாக்குப்பிடிக்க வலவர்கள் பயிற்சி பெறவேண்டும். இத்தகைய பயிற்சிக்குரிய ஆய்வுகள் ஆய்வகத்தில் நடத்தப்படும். இப்பயிற்சியைக் காகரின், ஷெப்பர்டு முதலியோர் பெற்றனர்.

ஆய்வகத்தில் பொய்யுருக் கலங்களில் (dummy ships) பயிற்சிக்குரிய ஆய்வுகள் நடைபெறும். இக்கலங்களிலுள்ள பல வகை ஏற்பாடுகளும் கருவி அமைப்புக்களும் வான் வெளி நிலைமைகளை உண்டாக்கும். இந்நிலைமைகளைத் தாக்குப்பிடிக்க வலவர்கள் பழகிக் கொள்வர்.

குறிப்பிட்ட அளவு அழுத்தத்தையும், விரைவாக்கத்தையும் ஆய்வக நிலைமைகளில் உண்டாக்கலாம். ஆனால், ஈர்ப்பின்மை, விண் கதிர் வீச்சுக்கள், விண் கொள்ளித் தாக்கல்கள் முதலியவற்றை உண்டாக்க முடியாது. இவற்றின் விளைவுகளை உண்மை வான் வெளி நிலைமைகளில்தான் அறிய வேண்டும்.

வலவர்கள் விரைவாக்கத்தைத் தாங்க ஈர்ப்பு (எதிர்ப்பு) உடையை அணிய வேண்டும். இயல்பான நிலைகளில் மட்டும் கலத்தைச் செலுத்துவதற்கு வான்வெளிக் குழுவினருக்குப் பயிற்சி அளித்தால் போதாது. எதிர்பாராத வகை

யில் திடீரென்று தீங்கு நேருகின்ற பொழுது, விரைவாக உயிர்க்காப்புக் கருவியமைப்புக்களைப் பயன்படுத்தவும் அவர்கள் பயிற்சி பெறவேண்டும்.

தவிர, விண்கொள்ளித் தாக்குதலினால் ஏற்படும் பழுதையும், கலத்தின் உறை மிகுதியாகக் குளிர்வதையும் வெப்பம் பெறுவதையும், ஆக்சிஜன் ஏற்பாடு இயங்கத் தவறுவதையும், கட்டுப்பாட்டு ஏற்பாடு, தொடர்பு ஏற்பாடு, மின் ஏற்பாடு முதலியவற்றில் ஏற்படும் பிழைகளையும் எந்த அளவுக்கு உயிர்க்காப்புக் கருவி அமைப்புக்கள் தாக்குப் பிடிக்கின்றன என்பதைத் திருந்திய ஆய்வுகளின் வாயிலாக அறிய வேண்டும்.

செலவின்பொழுது தாமியங்கு ஏற்பாடுகளும் கருவி அமைப்புக்களும் குழுவினாது நிலையான கட்டுப்பாட்டி லிருக்கும். கருவி அளவீடுகளை எடுத்து, அதற்கேற்ப அவர்கள் செயற்படுவர். பயிற்சி அளிப்பவர்களின் (instructor controllers) துணையுடன் குழுவினர் முதலில் கலத்தைச் செலுத்துதல், உயிர்க்காப்பு முதலிய செயற்பாடு களைக் கற்பர். நிறைவான பயிற்சிக்குப் பின், முழு வான் வெளிக் கலமும் குழுவினருடன் இறுதி ஆய்வுக்கு உட்படுத் தப்படும். இப்பொழுது குழுவினரின் செயல்கள் பலதுறை அறிவுள்ள வல்லுநர்களால் கண்காணிக்கப்படும்; வேண்டிய திருத்தங்கள் செய்யப்படும். காகரின் சென்ற கப்பல் செலவு முழுதும் தானாகவே இயங்கிற்று. ஆனால், ஷெப்பர்டு சென்ற மர்க்குரி நிலா ஏற்றத்தின் பொழுது தானாகவே இயங்கிற்று; இறக்கத்தின் பொழுது அதன் இயக்கம் ஷெப்பர்டால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டது. இவ்விருவரும் செலவு முழுதும் வல்லுநர்களால் உற்று நோக்கப்பட்டார்கள். கலத்தைத் திருந்திய வடிவத்தில் அமைப்பதும், அமைத்த கலத்தைத் திறம்படச் செலுத்தத் தகுதி வாய்ந்த வலவர்களுக்குப் பயிற்சி அளிப்பதும் வான் வெளிச் செலவு நிறைவு பெறுவதற்கு இன்றியமையாதன வாகும். இதில் இரு நாடுகளும் நாளுக்கு நாள் முன்னேற்றத்தைக் கண்டவண்ணமே உள்ளன. இப்பயிற்சிச் சிக்கல் முழு அளவுக்குத் தீர்க்கப்படாத சிக்கலே.

10. நுட்ப ஏற்பாடுகள்

அ) மீட்பு ஏற்பாடு

கலமும் கலத்திலுள்ள பொதிகையும் சுற்றுவழியிலிருந்து விலகி, நிலவுலகை அடைவதற்குரிய ஏற்பாடு, விடுப்பு ஏற்பாடு (catapult system) அல்லது மீட்பு ஏற்பாடு (recovery system) ஆகும். உண்மையில் இவ்வேற்பாடு தானாகவே இயங்கும் இறங்கு ஏற்பாடே ஆகும். இதில் விடுப்பு இராக்கெட்டுகளும், பின்னியங்கு இராக்கெட்டுகளும், விண் குடைகளும் இருக்கும். கிளம்புகின்றபொழுது அல்லது தொடக்கச் செலவின் பொழுது கலம் பழுதுறுமானால், அதிலுள்ள வலவர்கள் தங்கள் உயிரைக் காப்பாற்றிக் கொள்ள இவ்வேற்பாடு பயன்படும்.

இவ்வேற்பாட்டினல் நடைபெறும் மீட்பு, சுற்றுவழி மீட்பு, துணைச் சுற்றுவழி மீட்பு என இருவகைப்படும். இவற்றில் முன்னது உண்மையான மீட்பாகும். இது உருசிய வான் வெளிக் கப்பல்களிலும், அமெரிக்க டிஸ்கவரர்களிலும் பயன்பட்டது. பின்னது உண்மையான மீட்பன்று. இது அமெரிக்க மர்க்குரிகளில் பயன்பட்டது.

கலம் இறங்குவது இடத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். திங்கள் முதலிய கோள்களில் இறங்குவது, நிலவுலகில் இறங்குவதைவிட வேறுபடும். கோளில் (திங்கள்.........) காற்று வெளி இல்லாவிட்டால், கலம் செங்குத்தாக இறங்கும். காற்று இல்லாததால், இங்கு விண் குடைகளைப் பயன்படுத்த முடியாது. மாறாகப் பின்னியங்கு இராக்கெட்டுகள் விரைவைக் குறைத்து இறங்கப் பயன்படும். கோளில் (செவ்வாய்) காற்று இருந்தால், அதைத் தடுப்பாகப் பயன்படுத்தி இறங்கலாம். அப்பொழுது கலத்திற்குச் சிறகுகள் இருக்கும். கலம் கோளை வலம் வருகின்ற பொழுது (திங்கள், செவ்வாய், வெள்ளி), வான் வெளி வண்டிகளின் வாயிலாக அதில் இறங்கி அதை ஆராயலாம்.

பொதிகை அல்லது கொள்கலம் கலத்திலிருந்து எவ்வாறு நிலவுலகில் இறக்கப்படலாம் என்பதைச் சற்று நுணுக்கமாக இங்குக் காண்போம்.

பொதிகை இறங்குதல் இரு நிலைகளில் நடைபெறும். முதல் நிலையில் வீழ்ச்சியும், இரண்டாம் நிலையில் மிதப்பும் ஏற்படும். முதல் நிலையில் 30-500 மைல் உயரத்தில் (மேல் உயர இராக்கெட்டுகள், நில நிலாக்கள்) பொதிகை விண் குடையுடன் நிலாவிலிருந்து வெளித்தள்ளப்படும். விடுப்பு ஏற்பாட்டிலுள்ள விடுப்பு இராக்கெட்டு இயங்கி-விடுப்பு வெடிப்பு (catapult explosion)-நொடி நேர அளவில் பொதிகையை வெளித்தள்ளும். பின்னியங்கு இராக்கெட்டு கள் பொதிகையின் விரைவைக் குறைக்கும். விண் குடை திறக்கும்வரை பொதிகை தடையில்லாமல் விழும். இந்நிலை யில் விரைவாக்கக் குறைவு விசைகளினால் (deceleration forces) பொதிகையிலுள்ள உயிர்களின் எடை கூடும்; உயிர்கள் இறுக்கப்படும். பொதிகை நிலாவிலிருந்து வெளித்தள்ளப்படுமானால், அதன் செலவுத் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் அது தள்ளப்படும். பொதிகையிலுள்ள தனிப் பிரிப்புக் கருவித் தொகுதி, பிரியும் பொழுது நிலவுலகின் சிறு நிலாவாக மாறாமல் அதைத் தடுக்கும். பொதிகை வானொலிக் குறிபாட்டினால் பிரிக்கப்படும். காலம், இறங்கும் கலத்திற்கேற்ப மாறுபடும். நிலாவிலிருந்து பொதிகை நிலத்திற்கு வர 2-3-மணியாகும். மேல் உயர இராக்கெட்டு களிலிருந்து நிலத்தை அடைய, 15-நிமியாகலாம்.

இரண்டாம் நிலையில் விரைவாக்கம் நீங்கி, மிதப்பு நிலை தொடங்கும். இப்பொழுது உயிர்களின் எடை உயர்வு நீங்கும். மிதத்தல் விண் குடையினால் நடைபெறும். விண் குடை திறப்பதும் கலத்திற்கேற்ப வேறுபடும். நிலாவி லிருந்து பொதிகை பிரியுமானால், 60-மைல் உயரத்திலும்; மேல் உயர இராக்கெட்டிலிருந்து பிரியுமானால் 3-4-மைல் உயரத்திலும் விண்குடை திறக்கும். பின், சீராகப் பொதிகை உயிர்களுடன் நிலத்தை அடையும்.

• டிஸ்கவரர் தன் சுற்றுவழியில் இருந்த பொழுது, சிறு வாயுப் பீச்சுக்களினால் (gas-jets) அதன் முகப்பு நிலவுலகு நோக்கி 60° பின்னோக்கு கோணத்தில் (backward angle)

திருப்பப்பட்டது.* இவ்விசைவு நிலையில் (attitude) அதன் முகப்புப் பகுதியிலிருந்து 300-பவுண்டுள்ள பொதிகை வெளித்தள்ளப்பட்டது. தள்ளப்பட்ட பொதிகை வளைவு வழியில் விண் குடை வாயிலாக நிலத்தை அடைந்தது.

பூ-6-இல் 7,500-மீட்டர் உயரத்தில் விடுப்பு ஏற்பாடு இயங்கி, அறையிலிருந்து கொள்கலத்தைப் (விலங்குள்ள) பிரித்தது.

ஆய்வு நிலையில் சின்ன ஜோ இராக்கெட்டிலிருந்து 35,000′-இல் வான் வெளிப் பொதிகை பிரிந்தது. 10,000′ உயரத்தில் விண் குடைகள் திறந்து, பொதிகையின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தின.

மூன்றும் அமெரிக்கப் பொதிகை 90-மைல் உயரத்தில் 'ரெட்ஸ்டோன்' இராக்கெட்டிலிருந்து பிரிந்தது. அதன் ஏற்றத்தின்பொழுது ஈ. எடை (G. load) 6. இராக்கெட்டிலிருந்து பொதிகை பிரிந்த பொழுது எடையின்மை ஏற்பட்டது. பொதிகை தானாக அரைக் குட்டிக்கரணம் அடித்தது. இந்நிலை சுற்றுவழி உயரத்திற்குரியதாகும். பின், இறக்கம் தொடங்கிற்று. ஏற்றத்தில் எல்லாம் தாமாகவே இயங்கின. இறக்கத்தில் அதன் இயக்கம் வலவரால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டது.

தொடுவானத்திற்கு மேல் 34° கோணத்தில் பொதிகையின் மொட்டையான முனை (blunt leading end) திருப்பப் பட்டது. தெறிப்பு இராக்கெட்டுகளின் இயக்கத்தை ஆய்ந்து பார்க்க, இச்செயல் நிகழ்ந்தது. பின்னியங்கு இராக்கெட்டுகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இயங்கின. பின், மீள் நுழைவு உயரத்திலிருக்குமாறு பொதிகையின் மொட்டை முனை கீழாகத் திருப்பப்பட்டது. தானியங்கு கட்டுப்பாடு இப்பொழுது இயங்கத் தொடங்கியது. பொதிகை காற்று வெளியை அடைந்ததும் விரைவாக்கக் குறைவு விசைகள் (deceleration forces) தலைகாட்டின. உயரம் குறையக் குறையக் காற்றுச் செறிவும் அதிகமாயிற்று; உராய்வுத் தடை

* 64° சாய்வுக் கோணத்தில் டிட்டோவ் இறங்கினார்.

உண்டாயிற்று. அரை நிமியளவுக்கு ஈ 11-ஆக இருந்தது. இந்நிலையில் குரல் கம்மிற்று; தசைகள் அதிர்ச்சி அடைந்தன.

இறுதியாகச் சிறிய நிலைப்பு விண் குடை 21,000′ உயரத்தில் திறந்தது. ஒரு மைல் கழித்து ஓர் அடைப்பு திறந்தது ; புதிய காற்று உள் வந்தது. 10,000′ உயரத்தில் பெரிய விண் குடை திறந்தது; பொதிகையைச் சீராகக் கீழிறக்கியது. ஏவிய 15-நிமிக்குப் பின் பொதிகை கடலை அடைந்தது.

மீட்புச் சிக்கலுக்குத் தீர்வு காணப் பல ஆண்டுகள் பிடித்தன. இதற்காகத் தனிம இயலார் (metallurgists), இயல்பியலார், பொறி இயலார் முதலியோர் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சி செய்தனர். மீட்புச் சிக்கலில் கணக்கில் கொள்ளப்பட வேண்டியன :

1. கலத்தின் வடிவம்

கலத்திற்குச் சிறகுகள் இருக்கலாம். இதற்கு வான் வெளி வழுக்கிகளை எதிர்காலத்தில் பயன்படுத்தலாம்.

2. கோணம்

கோணம் என்பது கலம் சுற்றுவழியிலிருந்து விடுபடும் கோணத்தைக் குறிக்கிறது. இது டிஸ்கவரரில் 60° ஆக இருந்தது ; வா-2-இல் 64° ஆகும்.

3. நேரம்

நேரம் என்பது நிலவுலகைக் கலம் அடைய ஆகும் நேரத்தைக் குறிக்கிறது. நேரம் மிகுதியாக இருப்பது நல்லது.

4. வெப்பத்தை உறிஞ்சும் தன்மை

கலம் காற்று வெளியின் வழியாக வரும்பொழுது உராய்வினால் மிகுதியான வெப்பம் ஏற்படும். இவ் வெப்பத்தை உறிஞ்ச அதன் உறை புளுயன் (fluon), நைலான், ரெசின் கலந்த கண்ணாடி ஆகியவற்றால் ஆக்கப் பட்டிருக்க வேண்டும். இக்கலவையின் வெப்பக் கடத்தும்

திறன் குறைவாகவும், மறை வெப்பமும், வெப்ப எண்ணும் உயர்ந்தனவாகவும் இருக்கும். இதனல், உருகுவதற்கு முன்பு அதிக வெப்பத்தை உறிஞ்சுவதற்கு வாய்ப்புண்டு.

கலங்களை இறக்குவதற்குரிய நுணுக்கங்களாவன:

1. விண்குடை நுணுக்கம்

இதுவே தற்பொழுது மீட்பு ஏற்பாடு என்னும் பெயரில் பயன்படுகிறது. இருநாடுகளும் இதையே பயன்படுத்து கின்றன.

2. வழுக்கிகளால் இறங்குதல்

இந்நுணுக்கம் கொள்கை அளவிலேயே உள்ளது; எதிர்காலத்தில் பயன்படலாம்.

3. பல சுற்றுவழித் திட்டம்

இந்நுணுக்கமும் கொள்கை நிலையிலேயே உள்ளது. எதிர்காலத்தில்தான் இதனுடைய பயன் தெரியும். ஆக, மீட்புச் சிக்கலும் ஒருவகையில் தீர்ந்த சிக்கல் என்றே கொள்ளலாம்.

ஆ) வழிப்படுத்து ஏற்பாடு

வரையறுக்கப்பட்ட வழியில் கலத்தைச் செலுத்துவதற்குரிய ஏற்பாடு வழிப்படுத்து ஏற்பாடாகும். இவ்வேற்பாடு செலவின் உந்துநிலை வரையிலுமே பயன்படும்: இராக்கெட்டு எந்திரங்கள் இயங்குகின்ற வரையில் செயற்படும். இராக்கெட்டுகளை வழிப்படுத்தும் முறைகளில் சிலவற்றை இங்குக் காண்போம்.

சியால்கோவிசுகியின் கருத்திற்கேற்பச் சுக்கான்களினுல் இராக்கெட்டை அல்லது கலத்தை வழிப்படுத்தலாம். இதற்குச் சுக்கான்களைக் கலத்திலிருந்து விரைவாக வெளிவரும் வாயுவின் வழியில் பொருத்த வேண்டும். இச்சுக்கான்களுக்கு வாயு அல்லது உள்சுக்கான்கள் (gas or internal rudders) என்று பெயர். காற்று வெளிக்கு அப்பால் கலத்தின் வழியை ஒழுங்குபடுத்த இவைபயன்படும். காற்று

வெளியில் நிலைப்பை அளிக்கும் நிலைப்புத் துடுப்புக்களும், வெளிக் கட்டுப்பாட்டுத் தகடுகளும் வெற்றிடமாகிய வான் வெளியில் பயன்படா.

இராக்கெட்டு எந்திரத்தின் ஒழுங்கமைப்பைச் (orientation) சிறிது மாற்றுவதாலும் கலத்தை வழிப்படுத்தலாம். இதற்குக் கலத்தின் செவ்வமைப்பு அச்சுக்குச் (vehicle's axis of symmetry) சார்பாக அதன் உடலில் கிம்பால் நிலையில் (கிடைமட்ட நிலையில்) எந்திரம் பொருத்தப்பட வேண்டும்.

தற்கால இராக்கெட்டுகளை வழிப்படுத்த மிகுதியாகப் பயன்படுவது சுழல் நோக்கி (gyroscope) ஆகும். இராக்கெட்டு தன் ஈர்ப்பு மையத்தைச் சுற்றி ஒழுங்கில்லாமல் சுழலுவதைத் தடுக்கவும், அதன் நிலையை நிலைப்படுத்தவும் சுழல் நோக்கி பயன்படுகிறது.

ஈர்ப்பு மையத்தைச் சுற்றிக் கலத்தைத் திருப்பக் குறைந்த விசை பயன்படுவதால், சிறிய இராக்கெட்டு எந்திரங்களைப் பெரிய இராக்கெட்டு எந்திரத்தின் குறுங்குழலைச் சுற்றிப் பொருத்திக் கலத்தை வழிப்படுத்தலாம்.

இராக்கெட்டு எந்திரத்தின் குறுங்குழலைச் செலவுத் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் திருப்புவதன் வாயிலாகவும் கலத்தை வழிப்படுத்தலாம். இவ்வாறு செய்வதால், இறுக்கம் கலத்தின் ஈர்ப்பு மையத்தின் வழியாகச் செல்லாது. புரட்டுவிசை (torque) உண்டாகிக் கலத்தை விரும்பிய திசையில் திருப்பும். எந்திரம் மிக்க இறுக்கத்தை உண்டாக்குவதால், கலத்திற்குச் சார்பாக வேண்டிய திரும்பு கோணம் குறைவாக இருக்கும். பின், எந்திரத்தின் குறுங்குழல் தன்னுடைய பழைய நிலைக்குத் திரும்பக் கொண்டுவரப்படும். எந்திரத்தின் இறுக்கம் கலத்தின் ஈர்ப்பு மையத்தின் வழியாகத் திருத்தமாகச் சென்று. கலத்தைப் புதிய திசையில் நேராகத் திருப்பும். ஆக. வழிப்படுத்துச் சிக்கலும் தீர்ந்த சிக்கலே.

II. உயிரியல் சிக்கல்கள்

1. உணவு

குறுகிய காலச் செலவிற்கு உணவு, ஆக்சிஜன், நீர் முதலியவற்றை நிலவுலகிலிருந்து எடுத்துச் செல்லலாம். உணவு நீர்ம நிலையில் கலப்புணவாக இருக்கும். காகரினது உணவு பசை நிலையிலிருந்தது. நீண்ட காலச் செலவிற்கு வேண்டிய உணவு, ஆக்சிஜன், நீர் முதலியவை முதலாக நிலவுலகிலிருந்து எடுத்துச் செல்லப்படலாம். இம்முதலில் இருந்து அவற்றை மீண்டும் தொடர்ச்சியாகக் கலத்தில் உருவாக்க இயலும். குளோரில்லா முதலிய பாசிகளும், திலேப்பியா முதலிய மீன்களும் உணவுப் பொருள்களாகப் பயன்படும். சிறுநீரிலிருந்தும், வியர்வையிலிருந்தும் தகுந்த ஏற்பாட்டின் வாயிலாக நீரைப் பிரித்தெடுக்க இயலும். இப்பிரிப்பு ஆய்வில் அமெரிக்க வேதிப் பொறி இயல் வல்லுநரான எலிசபெத்து பெலிசி (Elizebeth pellizi) என்பார் ஈடுபட்டு வெற்றி கண்டுள்ளார். வான் வெளி உணவை உருவாக்குவதற்கென்றே தனித் தொழிற்சாலை ஒன்று உருசியாவில் நிறுவப்பட்டுள்ளது.

2. உடை

விரைவாக்கத்தைத் தாங்க ஈர்ப்பு உடைகளையும், வான் வெளியில் செல்ல வான் வெளி உடைகளையும் வலவர்கள் அணிவர். வான் வெளி உடை அணிந்தே காகரினும் ஷெப்பர்டும் வான் வெளிக்குச் சென்று நலத்துடன் திரும்பினர்.

3. எடை மிகுதி

இது விரைவாக்கத்தினுல் ஏற்படுவது. 4-ஈ முதல் 16-ஈ வரை வலவர்கள் தாங்க வேண்டும். ஷெப்பர்டு ஏற்றத்தின் பொழுது 6-ஈயையும், இறக்கத்தின் பொழுது 16-ஈயையும் தாங்க முடிந்தது. பழக்கத்தாலும் பயிற்சியாலும் இதைத் தாங்க இயலும்.

4. எடைக் குறைவு (எடையின்மை)

செலவு முழுதும் எடையின்மை தொடரும். இதைச் செயற்கை ஈர்ப்பினுல் சமாளிக்கலாம். தாமியங்கு கருவி அமைப்புக்களின் வாயிலாக எடையின்மை நிலைமையில் உயிர் நலத்துடன் வாழ இயலும்.

5. விண் கொள்ளிகள்

இவற்ருல் ஏற்படும் இடர் மிகச் சிறிதே என்று புள்ளி இயல் பகுப்பு (statistical analysis) அறிவிக்கிறது. இவை தடைகளாக இருக்கா என்றே பூத்துனிக்குகளும், உலூனிக்கு களும் தெரிவிக்கின்றன. உ-2 விண்கொள்ளிகளைச் சந்தித்த தாகவே தெரியவில்லை.

விண் கொள்ளி தாக்கினுல் அறையிலிருந்து காற்று நீங்கும். இருப்பினும், 15-வினடிக்குள் வலவர்கள் தங்களுடைய கட்டுப்பாட்டை மீண்டும் பெறலாம் என்று ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. அதற்குள் வான் வெளி உடையிலுள்ள ஆக்சிஜன் கருவியிலிருந்து ஆக்சிஜனைப் பெறலாம்.

கலத்தின் பொதுவான உறை விண் கொள்ளிப் புழுதித் தாக்குதலைச் சமாளிக்கும். பல அடுக்குள்ள உறை சிறு விண் கொள்ளித் தாக்குதலுக்குப் பாதுகாப்பாக அமையும். ஆனுல், பெரிய விண் கொள்ளிகளிலிருந்து எப்படித் தப்புவது? இரேடார் வாயிலாக அவை வருவதை அறிந்து, கலத்தின் திசையை மாற்றலாம். அல்லது விண் கொள்ளி (எதிர்ப்பு எந்திர) வெடி குழல்களைப் பயன்படுத்தி, அவற்றைத் தகர்க்கலாம். தகர்க்கப்படுவதால், சிதறும் துகள்களின் தாக்குதலைக் கலத்தின் உறை தாங்கும். இத்துகள்கள் விண் கொள்ளிப் புழுதியைக் காட்டிலும் தீங்குடையவை என்று கருதுவதற்கில்லை. கலம் செயற்கை நிலவாக இருக்குமானுல், 200-கி. மீ. உயரத்தில் அதை வலம் வரச் செய்து, விண் கொள்ளி இடரைத் தடுக்கலாம். சிறு விண் கொள்ளிகள் இவ்வுயரத்திற்கு ஊடுருவி வரா.

விண் கொள்ளித் தாக்குதலில் இருந்து கலத்தைப் பாதுகாக்கத் திருத்தமான முறைகள் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. ஆயினும், செலவின் நேரத்தையும், வழியையும் திறமுடன் தேர்ந்தெடுப்பதின் வாயிலாக விண் கொள்ளித் தடையை நீக்கலாம். செவ்வாய்க்கு அப்பால் கலம் செல்லுமானால், சிறு கோள்கள் அதைத் தாக்கும். இவற்றிலிருந்து தப்பவும் எதிர்காலத்தில் வழிவகை செய்யப்படவேண்டும். நுண் விண் கொள்ளிகள் உண்மையாகத் தீங்கு விளைவிக்கும். இதற்குத் தகுந்த பாதுகாப்பை மேற்கொள்ள இயலும். ஆனால், பெரிய விண் கொள்ளிகள் மோதுவது மிகக் குறைவாகவே இருக்கும்.

6. கதிர் வீச்சுக்கள்

கலத்தின் சுவர்களுக்கிடையே ஆக்சிஜனை நிரப்பிப் புறஊதாக் கதிர் வீச்சைத் தடுக்கலாம். X - கதிர் வீச்சைத் தடுப்பதற்கில்லை. விண் கதிர் வீச்சைத் தகுந்த தடிமனுள்ள ஈய உறைகளைக் கலத்திற்கு இடுவதினால் தடுக்கலாம். உயரே செல்லச் செல்ல விண் கதிர் வீச்சின் செறிவு குறைந்துகொண்டே செல்கிறது. ஆகவே, செறிவுக்கு ஏற்றவாறு கலங்களுக்கு ஈய உறைகள் அமைக்கலாம். நிலவுலகைச் சூழ்ந்துள்ள கதிர் வீச்சு வளையங்கள் வான் வெளிச் செலவிற்குத் தடையாய் இருக்குமென்று ஒரு சாரரும், இருக்காது என்று மற்றொரு சாரரும் கருதுகின்றனர். 1-மணி நேரத்திற்குள் இவ்வளையங்களைக் கடந்தால் தொல்லை ஏற்படாது என்று கருதப்படுகிறது. கதிரவன் பொழிவுகளில் (Solar showers) இருந்தும் தகுந்த உறைகளைக் கொண்டு தப்பலாம். காற்று மேல் வெளியிலுள்ள ஒளிச் சுடர் வெளிகளினால் ஏற்படும் தீங்கையும் நீக்க இயலும்.

7. வான் வெளி நோய்கள்

வான் வெளிச் செலவில் எடையின்மை காரணமாகவும், எடை மிகுதி காரணமாகவும், அழுத்தக் குறைவு காரணமாகவும் உண்டாகும் நோய்களை வான் வெளி நோய்கள் எனக் கொள்ளலாம். உள முறிவு, மூச்சுத் திணறல்,

அலுப்பு, குமட்டல், வாயிலெடுப்பு, உடல் வீக்கம் முதலியவை அந்நோய்களாகும். புற ஊதாக் கதிர் வீச்சு உடலில் புண்ணை ஏற்படுத்தும்; பார்வை இழக்கச் செய்யும். தகுந்த ஏற்பாடுகளின் வாயிலாக இவற்றை நீக்கலாம். வான் வெளி மருத்துவமும் இவற்றிற்குத் துணையாக அமையும். உளமுறிவு, குமட்டல் முதலிய நோய்களைப் பயிற்சியாலும் பழக்கத்தாலும் நீக்கலாம்.

இதுகாறும் பல சிக்கல்கள் கூறப்பட்டு, அச்சிக்கல்களுக் குரிய தீர்வுகள் யாவை என்பது நன்கு ஆராயப்பட்டன. இருப்பினும், வெப்பத்தைத் தணித்தல், விண் கதிர் வீச்சிற் கேற்ப ஈய உறைகளை அமைத்தல், விண் கொள்ளி இடரைத் தவிர்த்தல், நீண்ட கால எடையின்மையைத் தாக்குப் பிடித்தல் முதலியவை இன்னும் அறத் தீர்க்கப்படாத சிக்கல் களே. பொதுவாகத் தொழில் நுணுக்கச் சிக்கல்களுக்கும், உயிரியல் சிக்கல்களுக்கும் தீர்வு காணவே இராக்கெட்டு களிலும் நிலாக்களிலும் விலங்குகள் வைத்து இரு நாடுகளா லும் அனுப்பப்பட்டன.

23. வான்வெளிச் செலவு

1. பொது.

பொருளும் இலக்கணமும்

வான் வெளியில் நடைபெறுகின்ற செலவு வான் வெளிச் செலவு ஆகும். வான் வெளியில் குறிப்பிட்ட ஓர் இடத்தி லிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குச் சென்று, மீண்டும் கிளம்பிய இடத்திற்கே வந்தால்தான், அது உண்மையான வான் வெளிச் செலவாகும்.

வான் வெளியில் குறிப்பிட்ட ஓர் இடத்திலிருந்து கிளம்புவது என்பது இரு இடங்களையே குறிக்கும். அவ்விரு விடங்கள் முறையே நிலவுலகும், வான் வெளி நிலையமும் ஆகும். மற்றோர் இடத்தை அடைவது என்பது திங்கள், செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களுக்கும், விண் மீன் களுக்கும் செல்வதைக் குறிக்கும். ஆகவே, வான் வெளிச் செலவு என்பது வான் வெளியில் வலம் வரும் கதிரவன் குடும்பத்துக் கோள்கள், விண்மீன்கள் முதலிய வான் வெளிப் பொருள்களுக்குச் சென்று, திரும்பும் செலவே ஆகும்.

வழிகள்

கோள்களுக்குச் செலவு வழிகள் நேர் வழியாக இரா; வளை வழியாகத்தான் (Curved path) இருக்கும். குறுகிய வழியாக இருக்குமானால், செல்லுகின்ற நேரமும், வேண்டிய விரைவும் குறையும். நீண்ட வழியாக இருக்குமானால், நேரமும் விரைவும் கூடும். வகையைப் பொறுத்தமட்டில், நீள் வட்ட வழியிலிருந்து மேல் வட்ட வழி வரையில் கொள்ள இயலும். நிலவுலகிலிருந்து மற்றக் கோள் களுக்குச் செல்ல வேண்டிய கிளம்பு விரைவு, மேற்கொள் ளும் வழியைப் பொறுத்து அமைகிறது. இவ்வகையில் கோள்களை அடைய மிகச் சிக்கனமான வழி அரை நீள்

வட்ட வழியே ஆகும். கதிரவன் குடும்பத்துக் கோள்களுக்குச் செல்ல ஆகும் காலம் கிளம்பு விரைவைப் பொறுத்துள்ளது.*

குறிப்பிட்ட வழிகளில் சென்றால்தான், ஒரு கோளில் இருந்து மற்றொரு கோளை அடையலாம். இவ்வழிகள் கோள்களின் குறிப்பிட்ட சார்பு நிலைகளுக்கு (Configurations) ஏற்ப அமையும். இவற்றைப் பொறுத்துத்தான், கிளம்புவதற்குரிய நாளும், திரும்புவதற்குரிய நாளும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். நீத்த பருவங்கள் (Dead Seasons) பல திங்கள்கள் முதல் 1½-ஆண்டுகள்வரை (இதற்கு மேலும் இருக்கலாம்) கோள்களில் நிலவுகின்றன. இப்பருவங்களில் கோள்களின் சார்பு நிலைகள் உதவா நிலையில் இருப்பதால், கப்பல் நிலவுலகிலிருந்து கிளம்பவோ, கோளை அடையவோ முடியாது. தவிர, திரும்புவதற்கும் கோள்களின் சார்பு நிலைகள் உதவும் நிலையில் இருக்க வேண்டும். மேலும், செலவில் ஒரு வழிச் செலவு, இரு வழிச் செலவு என இரு வகையும் உண்டு. ஒரு வழிச் செலவு என்பது கலம் கோள்களுக்குச் செல்வதை மட்டுமே குறிக்கும். ஆனால், இரு வழிச் செலவு என்பது கலம் கோள்களுக்குச் செல்வதை மட்டுமல்லாமல், திரும்பி நிலவுலகிற்கு வருவதையும் குறிக்கும். பல செலவு வழிகளில் சுற்றி வருவதின் வாயிலாகவும் நிலவுலகை அடைய இயலும். வேறுபட்ட 1000-செலவு வழிகளில் திங்களை அடையலாம் எனச் சோவியத்து அறிவியலார் திரு. ஏ. வி. யகரோவ் (A. V. Yegorov) கூறுகிறார். எத்தகைய செலவு வழிகளை மேற்கொண்டால், வான் வெளிச் செலவு எளிதாகும் என்பதை வான் வெளி அறிவியலார் ஆராய்ந்த வண்ணம் உள்ளனர். அதற்குரிய வான்வெளிப் படங்களை (Space Maps) வரைவதில் முனைந்துள்ளனர்.

நிலைகள்

செலவைப் பொறுத்தமட்டில், வான்வெளிச் செலவு நான்கு நிலைகளை உடையது எனலாம். அந்நான்கு நிலைகளாவன:

பா. 22. விரைவும் காலமும், அகரவரிசை.

கலம் கிளம்புதல், கலம் செல்லுதல், கலம் சுற்றி வருதல், கலம் இறங்குதல் என்பனவாகும்.

கலம் கிளம்புதல் ஒரு சில நிமிகளில். 6-8-நிமிகளில் நடைபெறும். இந்நேரத்திற்குள் கலம் போதிய விரைவுடன் வான்வெளியை அடையும். வான்வெளி நிலையம் பயன்படு மானல், கலம் நேராக அதிலிருந்து வான்வெளி நோக்கிக் கிளம்பும்.

வான்வெளியில் செல்லுவதற்குக் கலத்திற்கு நீண்ட காலம் பிடிக்கும். அன்றியும், வான்வெளியில் வெற்றிடத்தில் கலம் நீண்ட காலம் செல்ல வேண்டும். கலம் இலக்கை அடையும் வரையில், எடையின்மை நிலைமை நீடிக்கும்.

திங்கள் முதலிய கோள்களுக்குச் செல்லும் கலம் முதலில் அதைச் சுற்றி வந்து ஆராயும். உ.3 திங்களைச் சுற்றி வந்து, அதன் மறைந்த பகுதியைப் படம்பிடித்தது யாவரும் அறிந்த செய்தியே. கலம் கோளைச் சுற்றி வருகின்ற பொழுது, அதிலிருந்து வான் வெளி வண்டிகளின் வாயிலாக மனிதன் கோளில் இறங்கலாம்; குடியேறுவதற்குரிய நிலைமைகள் குறித்து நன்கு ஆராயலாம்.

இறுதியாகக் கலம் மனிதனுடன் கோளில் இறங்குதல் நடைபெறும். இறக்கப்படும் கோளின் நிலைகள் நன்கு ஆராயப்பட்ட பிறகே, அதில் மனிதன் கலத்துடன் இறங்குவான். மனிதன் இறங்குவதற்கு முன் ஆய்வு நிலையங்கள் இறக்கப்படும். இறங்குதல் என்பது இலக்காகிய திங்கள் முதலிய கோள்களில் இறங்குவதை மட்டுமன்றித், திரும்ப நிலவுலகைக் கலம் அடைவதையும் குறிப்பதாகும்.

நிறைவேற்றுவதைப் பொறுத்த அளவிலும், வான் வெளிச் செலவு நான்கு நிலைகளைக் கொண்டது எனலாம். வான் வெளியை ஆராய்தல், கோள்களைப் படம் பிடித்தல், கோள்களில் நிலையத்தை இறக்குதல், கோள்களில் ஆளை இறக்குதல் ஆகியவை அந்நான்கு நிலைகளாம்.

வான் வெளியை ஆராய்தல் என்பது காற்று மேல் வெளியையும், வான் வெளியையும் இராக்கெட்டுகள், செயற்கை நிலாக்களைக் கொண்டு ஆராய்தலைக் குறிக்கிறது. இந்நிலை முடிந்த நிலையாகும். இதற்காக உருசியாவும் அமெரிக்காவும் பல இராக்கெட்டுகளை யும், செயற்கை நிலாக் களையும் விட்டது யாவரும் அறிந்த செய்தியே. கோள் களைப் படம் பிடித்தல் என்பது இறங்க வேண்டிய கோள் களை முதலில் கலம் சுற்றி வந்து படம் பிடிப்பதைக் குறிக் கிறது. திங்களைப் பொறுத்த மட்டில் இந்நிலை உ-3-இன் துணையால் நிறைவுபெற்றுவிட்டது. செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களைப் பொறுத்த அளவில், இந்நிலை நிறை வேறவேண்டும். உருசியா, வெள்ளிக்கு விடுத்த நிலையம் வெள்ளியைப் படம் பிடிக்கலாம் என நம்பப்படுகிறது? கோள்களில் நிலையத்தை இறக்குதல் என்பது கருவிகள் உள்ள ஆய்வு நிலையங்கள், இறங்க வேண்டிய கோள்களில், முன்னதாக இறங்குவதைக் குறிக்கிறது. இவ்வகையில் உ-2-ஐ ஆய்வு நிலையமாகக் கருதலாம். ஆனால், நிலையாகத் திங்களில் குடியேறிய போதிலும், பாதுகாப்பாக அதிலுள்ள கருவிகள் எல்லாம் இயங்குமளவுக்கு அது இறங்கவில்லை. ஆகவே, உண்மையான ஆய்வு நிலையம் என்று அதைக் கருதுவதற்கில்லை. நிலையங்கள் பல இனி விடப்பட வேண்டும். கலங்கள் கோள்களைச் சுற்றிவந்த பிறகே, நிலையங்கள் அவற்றில் இறக்கப்படும். நிலையம் தொலைக்காட்சிப் படப் பெட்டியையும், அளவு கருவிகளையும் சுமந்து செல்லும். புகைப்படப் பெட்டி தரும் செய்திகள் நிலையத்தைத் தொலைவிலிருந்து கட்டுப்படுத்த உதவி செய்யும். கோளின் நிலக் காட்சி, மண்ணின் தன்மை, அமைப்பு, காற்றுவெளி நிலைமைகள் முதலியவை பற்றிய செய்திகள் அளவு கருவிகளினால் கிடைக்கும்.

மனிதன் சென்ற பிறகு, அவனுடன் நிலையான நிலையமும் கோளில் அமைக்கப்படும். முதலில் செல்லும் பயணிகளுக்கு நீர், உணவு, காற்று, மற்றக் கருவிகள் முதலியவை நிலவுலகில் இருந்து இராக்கெட்டால் சுமந்து செல்லப்படும். திரும்பி வருவதற்கு வேண்டிய எரி

பொருளும் அதே போன்று செல்லும். வானொலி, தொலைக் காட்சி ஆகியவற்றின் வாயிலாக நிலவுலகுடன், செல்வோர் தொடர்பு கொள்வர். முதல் ஆராய்வாளர்கள் எவ்வளவு காலம் வேண்டுமானாலும் கோளில் தங்கலாம்.

கோள்களில் ஆளை இறக்குதல் என்பது மனிதனுள்ள கலத்தைக் கோள்களில் இறக்குவதைக் குறிக்கிறது. இதற்கு முன்பு நாய் முதலிய விலங்குகளும், மனிதனும் நிலவுலகைச் சுற்றிச் செயற்கை நிலாக்களில் வலம் வரச் செய்து மீட்டல் நடைபெறும். நாய்கள் உள்ள மூன்று வான் வெளிக் கப்பல்களையும்; மனிதனுள்ள (காகரின், டிட்டோவ்) இரு வான் வெளிக் கப்பல்களையும் உருசியா வெற்றியுடன் மீட்ட செய்தி யாவரும் அறிந்ததே. இதேபோன்று திங்களைச் சுற்றி வருதலும் நடைபெறும். கடைசியாகத்தான் மனிதன் திங்களில் காலடி எடுத்து வைப்பான்: நிலையாக அங்குக் குடியேறுவான்; வான் வெளிச் செலவும் நிறைவேறும்.

2. சிறப்பு

நிலவுலகில் இருந்து திங்கள், செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களுக்கும், விண்மீன்களுக்கும் மேற்கொள் ளும் செலவு எவ்வாறு அமையும் என்பதை இனிக் காண்போம்.

திங்கள் செலவு

வான் வெளியில் நடைபெறும் முதற்செலவு திங்கள் செலவாகவே இருக்கும். திங்கள் செலவைப் பொறுத்த மட்டில், இதுவரையில் உள்ள நிலை இதுவே. உ-2 கருவி களுடன் திங்களில் நிலையாகக் குடியேறி உள்ளது. உ-3 திங்களைச் சுற்றி வந்து, அதன் மறைந்த பகுதியைப் படம் பிடித்துள்ளது. இவை இரண்டும் 30-மணி நேரத்தில் இலக்கை அடைந்தன. பொதுவாகத் திங்களை 12 அல்லது 36 அல்லது 60-மணி நேரத்தில் அடையலாம். கிளம்பு விரைவு 1-விநாடிக்கு 11·2-கி. மீ. இருந்தால், 51-மணி நேரத்தில் கலம் திங்களை அடையலாம். கலம் நேராகத் திங்களைத் தாக்குமானால் வழி, வளை வழியாக இருக்கும்.

திங்களைச் சுற்றி வரச் செல்லுமானால், முதலில் வளை வழியில் சென்று, பிறகு வட்டச் சுற்றுவழி அல்லது நீள்வட்டச் சுற்று வழியில் செல்லும்.

வானொலிக் குறிபாடுகள் அல்லது மின்னொளி வாயிலாகக் கலம் திங்களை அடைந்ததை அறியலாம். திங்களின் மேற்பரப்பைக் கலம் தாக்குகின்றபொழுது, அப்பரப்பின் பெரும் பகுதியில் வெள்ளை அல்லது சிவப்புத் தூளைத் தூவும். இதனாலும் கலம் திங்களை அடைந்ததை நிலவுலகில் இருந்து பார்க்க இயலும்.

உயிர்களுடன் கலங்கள் முதலில் திங்களைச் சுற்றிவந்து ஆராயும். பிறகு நிலையங்கள், மேலும் ஆராய்வதற்காக இறக்கப்பட்டு நிலையாக அமைக்கப்படும். கடைசியாக மனிதனும் மக்களும் செல்வர்; திரும்புவர்; இருவழிச் செலவு நிறைவேறும். கோடைக்கானல்கள் குற்றாலங்கள் திங்களில் உருவாகும். பல நாட்டு மக்களும் செல்வதற்கு (பணம் படைத்த மக்கள் மட்டுமே) வாய்ப்பு உண்டாகும். வான் வழிச் செலவு போன்று, வான் வெளிச் செலவும் நடைபெறும்.

திங்களின் காற்றுவெளி மிக மெலிந்தது. ஆகவே, அதைத் தடையாகப் பயன்படுத்திக் கலம் இறங்க முடியாது. இதற்கு இராக்கெட்டு எந்திரங்கள் பயன்படும். திங்களில் வான் வெளிச் செல்வோர் காற்று இறுக்கமுள்ள இடங்களில் (வளை கூடங்களில்) வாழவேண்டும். வான் வெளி உடைகளை அணிந்து வெளியே செல்ல வேண்டும். அழுத்தம் ஊட்டப்பெற்ற வண்டிகளைக் கொண்டு திங்களை ஆராய வேண்டும். ஆராய்வதற்குரிய பல கருவி அமைப்புக்களும், உயிர் நலமுடன் வாழ்வதற்குரிய கருவி அமைப்புக்களும் நிலவுலகில் இருந்து திங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படும். திங்களில் உயிர் வாழுகின்றதா என்பதைத் திங்களுக்குச் செல்லும் முதல் மனிதன் உறுதி செய்வான். திங்களின் ஈர்ப்பு நிலவுலகைக் காட்டிலும் மிக நலிவாக உள்ளதால், திங்களைவிட்டு மீண்டும் கிளம்பக் கலம் 1-விநாடிக்கு

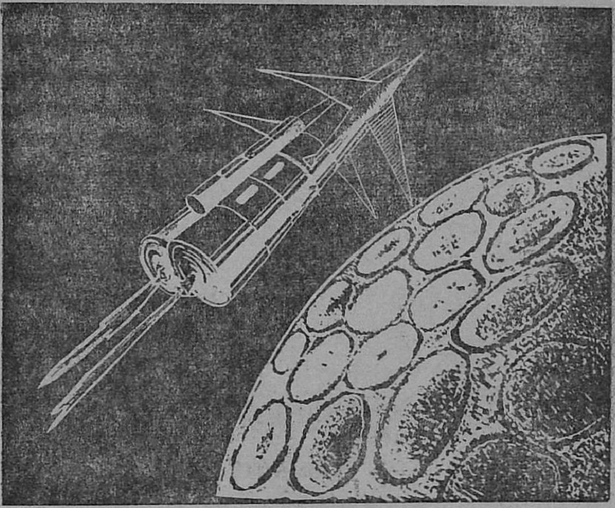
2·5-கிலோ மீட்டருக்குக் குறைவான விரைவைப் பெற்றால் போதும்.

வான் வெளி நிலையத்தில் இருந்து திங்களை ஆராய்வ தற்காகக் கிளம்பும் மனிதனுள்ள கலத்தின் செலவு எவ்வாறு அமையும் என்பதை இனிப் பார்ப்போம்.

மேல் தூக்கி எறியப்பட்ட கல்லைப்போல், ஆற்றலற்ற செலவில் (Coasting flight) கலம் சீராக விரைவை இழக்கும். ஐந்து நாட்களுக்குப் பிறகு, கலம் திங்களின் ஈர்ப்புக் களத்தை அடையும். பின், மீண்டும் கலத்தின் விரைவு கூடும். திங்களின் மேற்பரப்பிற்கு மேல், பல பத்துக் கிலோ மீட்டர் உயரத்தில் கலத்தின் விரைவு 1- வினாடிக்கு 2·5-கி. மீ. ஆக இருக்கும்.

படம் 35—1. கலம் வான்வெளி நிலையத்திலிருந்து கிளம்புதல்.

10-கி. மீ. உயரத்தில் கலத்தைத் திங்கள் நிலவாக மாற்ற விரைவு 1-வினாடிக்கு 1·7-கி. மீ. ஆகக் குறைக்கப்பட வேண்டும். இவ்விரைவே, இவ்வுயரத்திற்குச் சுற்றுவிரைவு (Circular velocity) ஆகும்.

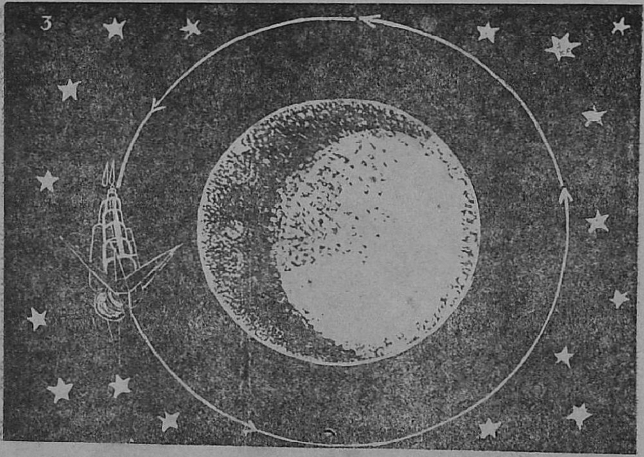


படம் 35—2. கலம் திங்களின் நிலவாக மாறுதல்.

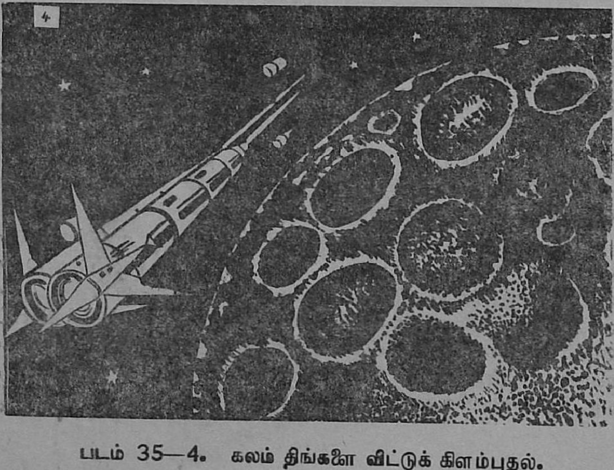
கலத்தின் சுற்றுகாலம் 1-மணி 50-நிமியாகவும்; தொடு வானத் தொலைவு 186-கி. மீ. ஆகவும்; மேற்பரப்பில் கண்ணுக்குப் புலப்படும் பொருள்களின் குறைந்த அளவு 3-மீட்டராகவும் இருக்கும்.

எரிபொருள் செலவின்றிக், கலம் திங்களைச் சுற்றி எவ்வளவு காலம் வேண்டுமானாலும் வலம் வர இயலும்.

நிலவுலகிற்குத் திரும்பிவர, எந்திரங்கள் முடுக்கப்படும். கலம் விரைவைப் பெற்றுச் சுற்றுவழியை விட்டு விலகும். கலத்தில் இருந்து விடுவிக்கப்பட்ட எரிபொருள் தொட்டிகள் மட்டும் திங்களைச் சுற்றிக் கொண்டிருக்கும். இத்தொட்டிகளில் உள்ள தாமியங்கு கருவிகள், அளவுகளின் முடிவுகளைக் குறிப்பிட்ட இடைவேளைகளில் நிலவுலகிற்கு வானொலி வாயிலாகத் தெரிவிக்கும்.

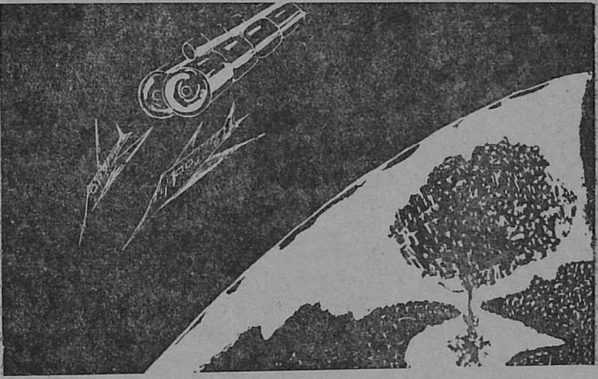


படம் 35—3. கலம் திங்களைச் சுற்றுதல்.

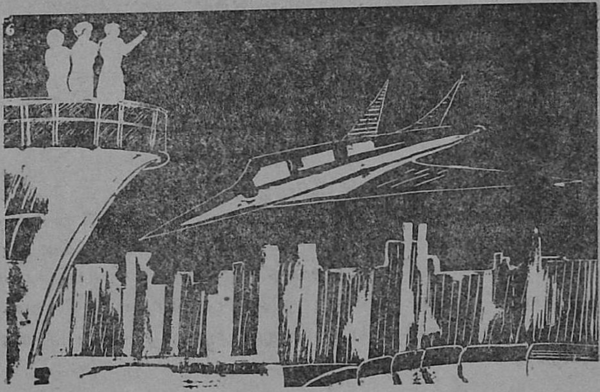


படம் 35—4. கலம் திங்களை விட்டுக் கிளம்புதல்.

கலத்தில் இருந்து வழுக்கியின் வாயிலாக இறங்குதல் நடைபெறும். முழு அளவுக்கு விரிந்த சிறகுகளுடன் வழுக்கி இறங்கும்.



படம் 35—5. கலத்திலிருந்து வழுக்கிகள் பிரிதல்.



படம் 35—6. வழுக்கிகள் நிலவுலகை அடைதல்.

ஆனால், முதல் வான் வெளி மனிதரான காகரின் விண்குடை உதவியால் நிலவுலகை அடைந்தது இங்கு ஒப்பு நோக்கத் தக்கது.

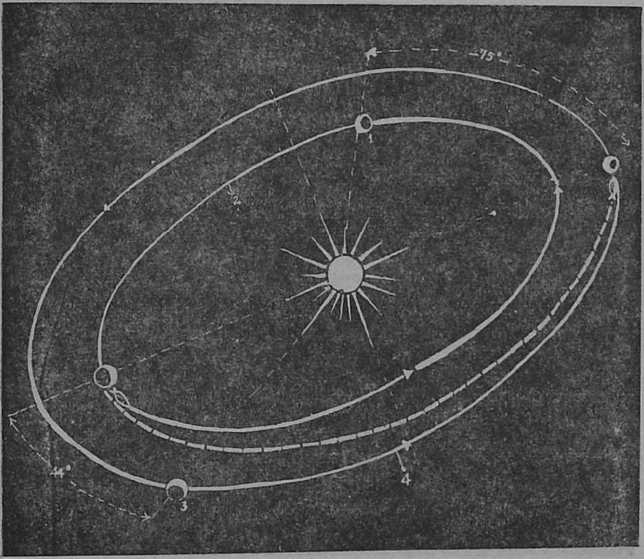
செவ்வாய்ச் செலவு

நிலவுலகிற்கு அருகிலும், நிலவுலகின் இயல்பியல் நிலைமைகளையும் (Physical coditions) செவ்வாய்கொண்டிருப்பதால், செவ்வாய்ச் செலவு, நாட்டம் செலுத்தற்குரியதே. திங்கள் செலவு போன்றே முதலில் சுற்று ஆராய்வுச் செலவு (Circumnavigation reconnoitring mission) செவ்வாய்க்கு மேற்கொள்ளப்படும். பின்பு, செவ்வாயில் இறங்குதல் தொடரும்.

செவ்வாயைச் சுற்றிவரச் செலவு வழிகள் காலம், விரைவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். 1-வினடிக்கு 39-கி. மீ. விரைவில் செல்ல 85-நாட்களில் செவ்வாயை அடையலாம். இது மிகக் குறுகிய வழியே. இதில் விரைவு மிகுதியாக இருப்பதால் இவ்வழி ஏற்றதன்று. 1-வினடிக்கு 11·6-கி. மீ. விரைவில், அரை நீள் வட்டவழியில் செல்ல 259-நாட்களில் செவ்வாயைப் பிடிக்கலாம். நீண்ட வழியாக இருப்பதால், இதைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கில்லை. 1-வினடிக்கு 16·7-கி. மீ. விரைவில், மேல் வட்ட வழியில் செல்ல, 70-நாட்களில் செவ்வாயை அடையலாம்.

இரண்டு ஆண்டுகளில் செவ்வாய்க்குச் சென்று திரும்பும் வழியில் கலம் எவ்வாறு செல்லும் என்பதை இனிக் காண்போம்.

வான் வெளி நிலையத்திலிருந்து 1-வினடிக்கு 4·3-கி. மீ. விரைவில் கலம் ஒன்று நள்ளிரவில் (உள் நாட்டு நேரப்படி) செய்வாய்க்குக் கிளம்புவதாகக் கொள்வோம். கிளம்பும் பொழுது விரைவு உயர்ந்ததாக இருக்கும். பின்பு, வான் வெளியில் அதன் விரைவு நிலையாக மாறும். நிலவுலகிலிருந்து தொலைவுக்கு ஏற்றவாறு, அதன் விரைவு சீராகக் குறையும்.



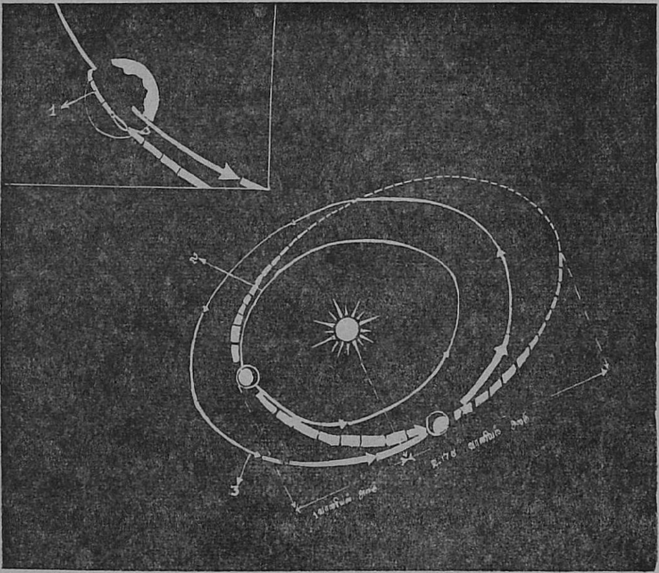
படம் 36. அரை நீள்வட்ட வழியில் செவ்வாயை அடைதல்.

1. செவ்வாயில் கப்பல் இறங்கும் பொழுது நிலவுலகின் நிலை.

2. நிலவுலகின் சுற்றுவழி.

3. நிலவுலகிலிருந்து கப்பல் கிளம்பும்பொழுது செவ்வாயின் நிலை.

4. செவ்வாயின் சுற்றுவழி.



படம் 37. ஈராண்டுகளில் செவ்வாயை வலம் வருதல்.
மேல் : வான் வெளி நிலையத்திலிருந்து கலம் கிளம்புதல்.

1. நில நிலாவின் சுற்றுவழி.
2. நிலவுலகின் சுற்றுவழி.
3. செவ்வாயின் சுற்றுவழி.

முன்னுறுதி செய்யப்பட்ட தொலைவில் கலம் செவ்வாயை அடையும். பிறகு, அதைக் கடந்து ஆழ்வான் வெளிக்குச் (Deeper space) செல்லும். செவ்வாயைக் கடந்து கலம் செல்லுகின்ற பொழுது, செவ்வாயின் முழு மேற்பரப்பையும் படம் பிடிக்க இயலும். வான் வெளி நாவாயர்கள் இதைச் செய்யலாம். இப்பொழுது செவ்வாய் தன் அச்சில் சுழலும்.

கிளம்பிய காலத்தில் இருந்து ஓர் ஆண்டில் கலம் தன் செலவு வழியின் கடைப்புள்ளியை (Extreme point of its trajectory) அடையும். இவ்வழியின் தொலேவு 2 · 175- வானியல் அலகுகள் ஆகும். இங்குக் கலத்தின் விரைவு குறைவாக இருக்கும்.

பின்பு, நிலேயாக உயர்ந்த விரைவுடன் கலம் செவ்வாயின் சுற்றுவழியை மீண்டும் அடையத் தொடங்கும். இரண்டாவது தடவையாகக் கலம் செவ்வாயின் சுற்று வழிக்குக் குறுக்காகச் செல்கின்ற பொழுது, செவ்வாயைச் சந்திக்காது. இரண்டாண்டுக் காலத்தில் கலம் தன் நீள் வட்ட வழியை முடித்துத் தொடக்க விரைவுடன் நிலவுலகிற்குத் திரும்பும். செவ்வாயின் சிறு நிலாக்களான போபாசிலும் (Phobos), டெய்மாசிலும் (Deimos) இறங்க மிக ஆற்றல் வாய்ந்த இராக்கெட்டுகள் தேவை. இவற்றில் இறங்கி விரிந்த ஆராய்ச்சிகளே நடத்தலாம். இவைகள் அளவிலும் பொருண்மையிலும் சிறியனவாக இருப்பதால், இவற்றின் ஈர்ப்பு தள்ளுதற்குரியதே. ஆகவே, செவ்வாயில் இறங்குவதைக் காட்டிலும், இவற்றில் இறங்குவதும் எளிது; திரும்புவதும் எளிது. செவ்வாயில் பயிரினம் வாழ்கிறது என்று பெருமளவுக்கு நம்புவதற்கு இடமிருக்கிறது. இதன் காற்று வெளியில் ஆக்சிஜன் காணப்படுகிறது; உயிருக்கு ஊறுதரும் வாயுக்கள் இல்லே. ஆனுல், இதன் மேற்பரப்பில் காற்று மிக நலிந்ததாக உள்ளது. எனவே, செல்வோர் காற்று இறுக்கமுள்ள கூடங்களில் வாழவேண்டும்; வான் வெளி உடைகளே அணிந்து வெளியே செல்லவேண்டும். இதில் நீர் இருப்பதற்கும் இடமிருக்கிறது. இங்குக் கதிரவன் வீச்சின் செறிவு நிலவுலகில் உள்ளதில் பாதி அளவுக்கு இருப்பதால், தட்ப வெப்ப நிலே கடுமையாக இருக்கும். திங்கள் செலவிற்குப் பிறகு இச்செலவு மேற்கொள்ளப்படலாம்.

செவ்வாய்ச் செலவிலுள்ள இடர்களாவன:

1. திரும்பி வருவதற்கு வேண்டிய எரி பொருளேக் கலத்தில் நிலவுலகிலிருந்து எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். இதனுல்,

கலத்தின் எடை மிகுவதால், உயர்ந்த இராக்கெட்டு இறுக்கம் தேவைப்படும்.

2. இதன் மேற்பரப்பை விளக்கமாக ஆராய வேண்டும். அப்பொழுதுதான், இறங்குவதற்குரிய இடங்களைக் கண்டறிய இயலும்.

3. இதன் காற்று வெளி, கலம் இறங்குவதற்குக் காற்றுத் தடுப்பாகப் (Air-braking) பயன்படுமா என்பதை உறுதி செய்யவேண்டும். இவ்வாறு உறுதி செய்வது இரு நன்மைகளை உண்டாக்கும். ஒன்று செவ்வாயின் காற்று வெளி உயிர் வாழ்வதற்கு ஏற்றதா என்று அறியலாம். மற்றொன்று அதன் காற்று வெளி வீழ் மீன்களுக்கும் (Falling stars), தீங்குள்ள கதிர் வீச்சுக்களுக்கும் போதிய காப்புறையாக அமையுமா என்பதையும் அறியலாம்.

4. கதிரவனின் புற ஊதாக் கதிர்கள், ஓசோன் குறைவாக உள்ள செவ்வாயின்காற்று வெளி வழியாக ஊடுருவுவதால், அவை வான் வெளிச் செல்வோருக்கு இடராக அமையும்.

வெள்ளிச் செலவு

முதலில் ஆராய்வுச் செலவே வெள்ளிக்கு மேற்கொள்ளப்படும். பின்புதான், இறங்குதல் நடைபெறும். நீள்வட்டச் செலவு வழிகளில் வெள்ளியை அடையலாம். செலவிற்கு ஆகும் காலம் 60, 80, 146-நாட்களாகும். இதற்குக் குறைந்த காலத்திலும் செல்ல இயலும். வெள்ளிக்கு ஒரு நிலையத்தை உருசியா விடுத்துள்ளது (?). வெள்ளிக்கு முதற் செலவை மேற்கொண்ட நிலையம் இதுவே ஆகும். இது 100-நாட்களில் வெள்ளியின் சுற்றுப்புறத்தை அடையும் எனக் கூறப்பட்டது.

வெள்ளி நமக்கு மிக அருகிலுள்ள கோளாகும். கதிரவன் குடும்பத்து மற்ற 7-கோள்களைக் காட்டிலும் பெருமளவுக்கு நிலவுலகைப் போன்ற கோள் இதுவே ஆகும். இதன் அளவும், பொருண்மையும் நிலவுலகின் அளவையும், பொருண்மையையும் காட்டிலும் சற்றே குறைவாக இருப்பதால், எடையைப் பொறுத்த வரையில்

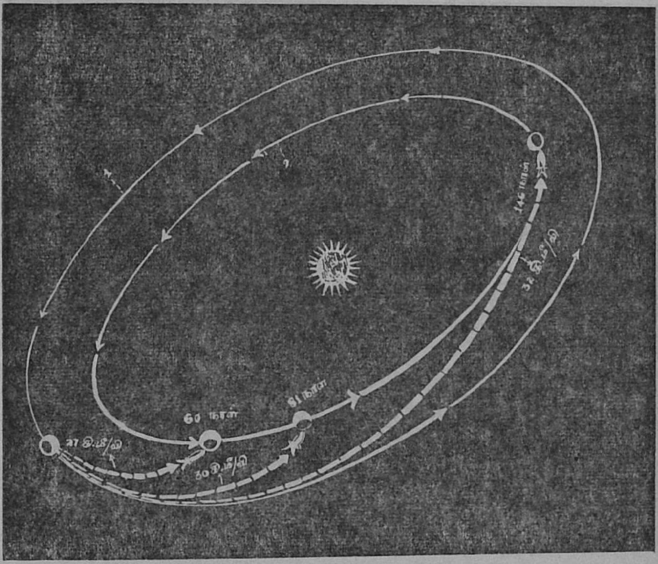
நிலவுலகில் உள்ளது போன்ற நிலையை இங்கு வான் வெளிச் செல்வோர் உணர்வார்கள். வெள்ளியின் காற்று மேல் வெளியில் நீராவியோ ஆக்சிஜனோ இல்லை; மாறாகப் பெருமளவுக்குக் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு உள்ளது. ஆகவே, மூச்சுவிட ஆக்சிஜனைத் தேவையான அளவுக்குச் செல்வோர் எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். இதன் மேற்பரப்பில், காற்று வெளி அழுத்தம் (Atmospheric pressure) நிலவுலகில் உள்ளதைப் போல இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்குகள் இருப்பதாகத் தெரிய வருகிறது. இது கலம் இறங்குவதற்குக் காற்றுத் தடுப்பாக அமையும்.

வெள்ளியின் சுற்றுகாலம், சாய்வுக் கோணம் முதலியவைபற்றி ஒருமித்த கருத்தில்லை. முதல் ஆராய்வுச் செலவை மேற்கொள்ளும் எதிர்கால ஆராய்வாளர்கள் இச்சிக்கல்களுக்குரிய தீர்வுகளைக் காண இயலும் எனக் கூறலாம். இச்சிக்கல்களுக்குத் தீர்வுகாணக் கிடைக்கும் செய்திகளைக் கொண்டு, எத்திசையில் எவ்வுயரத்தில் வெள்ளியின் காற்று வெளி வழியாகக் கலம் பாதுகாப்பாக இறங்கும் என்பதை உறுதிசெய்யலாம். வெள்ளியின் வாயு உறைக்குச் சார்பான நிலையில் கலத்தின் விரைவு குறையுமானால், எளிதாகவும் பாதுகாப்பாகவும் கலம் இறங்க இயலும். வெள்ளியின் அச்சுச் சுழற்சித் (Axil rotation) திசையிலோ, அதற்கு எதிராகவோ அதன் காற்று வெளியில் கலம் பிளந்து செல்வதை ஒட்டிக் கலத்தின் விரைவு வேறுபடும். வெள்ளியின் மேல் ஓட்டின் அமைப்பு (Crust structure) முதல் ஆராய்வுச் செலவுகளால் விளக்கமாக ஆராயப்படும். இதனால், வெள்ளியில் உயிர் (விலங்குயிர், பயிர் உயிர்) வாழ்கின்றதா என்பதை உறுதிசெய்ய இயலும். வெள்ளி, தடித்த முகிலினால் மூடப்பட்டுள்ளதால், உற்று நோக்கல்களை மேற்கொள்வது மிகக் கடினமாக இருக்கும். இருப்பினும், பார்க்க இயலாத அகச் சிவப்புக் கதிர்களில் (Invisible infra-red rays) உள்ள புது ஒளிப்பட நுணுக்கங்களினால், முகிலின் வழியாக வெள்ளியின் மேற் பரப்பைக் கலத்திலிருந்து படம் பிடிக்கலாம்.

நீள்வட்ட வழியில் 1-வினுடிக்கு 11·5-கி. மீ. விரைவில் 146-நாட்களில் எவ்வாறு வெள்ளியை அடையலாம் என்பதை இனிப் பார்ப்போம். செல்லும் கலம் ஆள் உள்ள கலமாக இருக்கலாம்.

கலம் காற்று வெளியை விட்டு, வான் வெளியை அடைந்ததும் செலவு முழுவதும் எடையின்மை தொடரும். நாளாக நாளாகத் தொலேவும் நிலவுலகில் இருந்து மிகுந்து கொண்டே வரும். பச்சை நீலமுள்ள உருண்டை போன்று நிலவுலகு தென்படும். நாடுகளேயும், கண்டங்களேயும் நிலவுலகின் ஒளிபடும் பகுதியில் பார்க்கலாம். திங்கள்கள் பல கடந்ததும், கதிரவன் வீச்சு உணரப்படும். தொலேவில் நீலவெண்மையுள்ள வெள்ளி தோற்றமளிக்கும். விண்மீன்கள் பலவும் காட்சிக்குத் தென்படும். கடைசியாகக் கலம் வெள்ளியின் காற்றுத் தடையின் துணைகொண்டும், பின்னியங்கு இராக்கெட்டின் உதவிகொண்டும் விரைவு சீராகக் குறைக்கப்பட்டு இறக்கப்படும்.

உற்று நோக்கல் ஆய்வுகள், பொருள்கள் திரட்டல் முதலிய அறிவியல் செயல்கள் நிறைவேறிய பிறகு, கலம் 1-வினுடிக்கு 10·7-கி. மீ. விரைவுடன் கிளம்பி, அரை நீள்வட்ட வழியில் நிலவுலகை அடையும். இவ்வழி நிலவுலகு, வெள்ளி ஆகிய இரண்டின் சுற்று வழிகளுக்கும் தொடுமான வட்டமாக (tangent) அமையும். கலம் நிலவுலகின் காற்று வெளியை அடையும்பொழுது அதன் விரைவு 1-வினுடிக்கு 11·5-கி. மீ. ஆக இருக்கும். ஆனுல், இவ்விரைவு முதலில் காற்று வெளியின் நொய்ந்த அடுக்கிலும், பிறகு அடர்ந்த அடுக்குகளிலும் நடுநிலேயாக்கப்படும். இறுதியாகச் செல்வோருடன் கலம் பாதுகாப்பாக நிலத்தை அடையும். அரை நீள்வட்ட வழியில் சென்ருல், அருகிலுள்ள வெள்ளிக்குச் செல்ல நீண்ட காலம் பிடிக்கும். காரணம் வழி நீண்டிருப்பதே ஆகும். ஆனுல், இதே வழியில் மிகத் தொலேவிலுள்ள புதனுக்குச் செல்லக் குறைந்த காலம் ஆகும்.



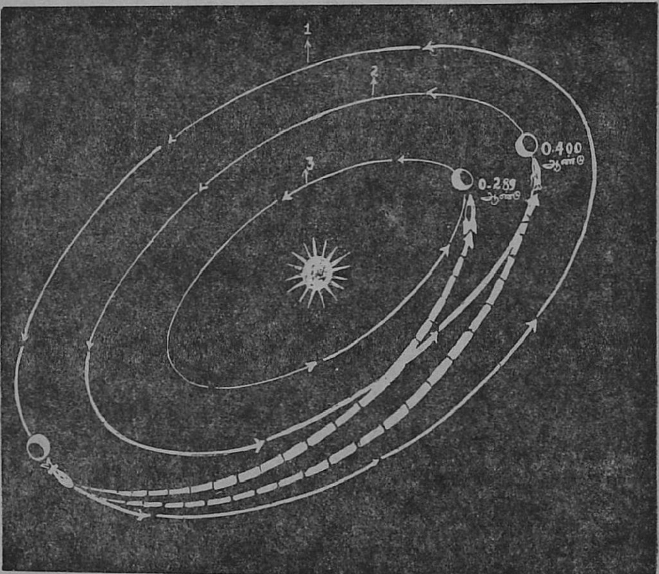
படம் 38. நீள்வட்ட வழிகளில் வெள்ளியை அடைதல்.

1. நிலவுலகின் சுற்றுவழி.

2. வெள்ளியின் சுற்றுவழி.

நாள் : கடக்கும் காலம்.

விரைவு : கதிரவனுக்குச் சார்பாகச் சராசரி விரைவு.



படம் 39. அருகிலுள்ள வெள்ளியை அடைய நீண்ட காலம் பிடித்தல்.

1. நிலவுலகு.
2. வெள்ளி.
3. புதன்.

ஆண்டு: கடக்கும் காலம்

மற்றக் கோள்களுக்குச் செலவு

நிலவுலகில் இருந்து செவ்வாயைக் காட்டிலும் மிகத் தொலைவில் உள்ளது வியாழன் ஆகும். செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையே எண்ணிறந்த சிறு கோள்கள்

உள்ள வளையம் காணப்படுகிறது. இவ்வளையம் வான் வெளிச் செலவிற்குத் திண்ணமாகத் தீங்கை விளைவிப்ப தாகும். வியாழனில் பக்க வட்ட விரைவு நிலவுலகில் இருப் பதைப் போல 5-மடங்கு இருக்கிறது; ஈர்ப்பு 3-மடங்கு உள்ளது. இவ்விரைவும், ஈர்ப்பும் வான் வெளிச் செல்வோ ரின் இயக்கத்திற்குத் தடையாக அமையும்; அங்குத் தங்க முடியாமல் செய்தாலும் செய்யும். மேலும், குறைந்த வெப்ப நிலையும், நச்சு வாயுக்களும் தடைகளாக இருக்கும். இருப்பினும், இக்கோளைக் கலம் சுற்றி வந்து ஆராய இயலும். புதன் தன் அச்சில் சுழலும் காலமும், கதிரவனைச் சுற்றும் காலமும் ஒன்றுக இருப்பதால், அதன் ஒரு பகுதி வெப்பமும் ஒளியுமாகவும், மற்றொரு பகுதி குளிரும் இருட்டு மாகவும் உள்ளன. இவை இரண்டிற்கும் இடையே மட்டான தட்ப வெப்பமுடைய குறுகிய அரை வெளிச்சம் உள்ள வளையம் இருக்கிறது. இக்கோளில் காற்று வெளி இல்லை. இது மிகுந்த அளவுக்குக் கதிரவன் ஆற்றலைப் பெறுகிறது. இதை அடையும் கலத்தின் உறை அதன் மேல் விழும் கதிரவன் கதிர்களில் பெரும் பகுதியை வான் வெளியில் மறிக்கும். இக்கோளில் இறங்குவதற்குரிய ஒரே வழி இராக்கெட்டு எந்திரத்தைப் பயன்படுத்தி இறங்குவதே ஆகும்.

குறைந்த கிளம்பு விரைவை உடைய வழிகளினால் சனி, யுரேனஸ், நெப்டியூன், புளூடோ ஆகிய கோள்களுக்குச் செல்ல நீண்ட காலமாகும். மிக்க ஆற்றல் வாய்ந்த இராக்கெட்டுகளைக்கொண்டு இக்கோள்களை அடையலாம். இந்த இராக்கெட்டுகள் மேம்பட்ட ஆற்றலுடைய "விரைவு" இராக்கெட்டுகள் (Super power "express" rockets) ஆகும். இவற்றின் ஈர்ப்பு நிலவுலகை ஒத்ததே. இவற்றின் இயற்கை நிலைமைகள் உயிர் வாழ்வதற்கு ஏற்றதல்ல. மேலும், இவைகளின் காற்று வெளிகளில் முதன்மையாக உள்ள வாயு மீத்தேன் (Methane) ஆகும். இவற்றின் மேற்பரப்பு வெப்பநிலைகள் மிகக் குறைவானவையே.

புளூடோவுக்குச் செல்லும் கலத்தின் கிளம்பு விரைவை 5-பங்கு உயர்த்திக், கதிரவன் குடும்பத்து விடுபடு விரைவுடன் (1-வினுடிக்கு 16·7-கி. மீ.) செல்லக்கடக்கும் காலம் பாதியாகும். செலவுவழி மேல் வட்ட வழியின் வளைவு போன்று இருக்கும்; நிலவுலகின் சுற்றுவழிக்குத் தொடு மானமாக அமைந்திருக்கும்; அதன் குவியம் கதிரவன் மையத்தில் இருக்கும். இவ்வழியில் வெளிக்கோள்களுக்குச் சென்றால், கடக்கும் காலமும் தொலைவுக்குத் தகுந்தவாறு மாறுபடும்.*

விண் மீன்களுக்குச் செலவு

நிலவுலகில் இருந்து எவ்வளவு தொலைவில் விண் மீன்கள் இருக்கின்றன என்பதைத் தெளிவாகக் கூறுவதற்கில்லை. தொலைவு மிகுதி எத்தகையது என்பதை ஓர் எடுத்துக் காட்டால் விளக்கலாம். கதிரவன் குடும்பத்து வெளி எல்லைக் கோளான புளூடோவிலிருந்து ஒளிக்கதிர் ஒன்று நிலத்தை அடைய 7-மணி ஆகிறது. அருகிலுள்ள கண்ணுக்குத் தெரியக்கூடிய விண் மீனிலிருந்து வர நான்கு ஆண்டுகளுக்கு மேலாகிறது. 1-வினுடிக்கு 300,000-கி. மீ. விரைவு உடைய ஒளிக்கதிரே நிலவுலகை அடைய இவ்வளவு காலம் ஆகிறது என்றால், விண் மீன்கள் எந்த அளவுக்கு வரையறுத்துக் கூறமுடியாத நெடுந் தொலைவில் இருக்கின்றன என்பது இதிலிருந்து நன்கு புலனாகிறது. ஒளி, வானொலி ஆகிய இரண்டைத் தவிர மிக விரைவாகச் செல்லக் கூடியவை வேறு ஒன்றும் இல்லை. இவ்விரைவில் செல்லக் கூடிய ஒளியாற்றல் இராக்கெட்டுகளையும், துகளாற்றல் இராக்கெட்டுகளையும் அமைத்துச் செயற்படுத்தினால்தான், விண் மீன் செலவு நனவாகும். ஆகவே, விண்மீன் செலவு குறுகிய எதிர் காலத்தில் நடைபெறுவதற்கில்லை. ஆனால், மிகக் குறுகிய காலத்தில் திங்கள், செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களுக்கு வான் வெளிச் செலவு இயலும் என்பது மட்டும் உறுதி.

---

* பா. 23. வெளிக் கோள்களுக்குச் செல்வதற்குரிய காலம், அகரவரிசை.

24. வான் வெளிச் செலவு இயலுமா?

தடைகள்

நில வழிச் செலவு, நீர் வழிச் செலவு, வான் வழிச் செலவு முதலியவை போன்று, வான் வெளிச் செலவு அவ்வளவு எளியது அன்று. இச்செலவுகளில் இல்லாத பல தடைகள் வான் வெளிச் செலவில் உள்ளமையால், அச்செலவு அருமை உடையதாகின்றது. சிறப்பாக விரைவாக்கம், ஈர்ப்பு, எடையின்மை, விண் கொள்ளிகள், கதிர் வீச்சுக்கள் முதலியவை அச்செலவிற்குத் தடைகளாக உள்ளன. இத்தடைகள் பெரும்பாலும் வெல்லப்பட்டுள்ளன. அவ்வாறு வெல்லப்பட்டதற்குக் காகரினது வான்வெளிச் செலவு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். ஆகவே, வான் வெளிச் செலவு இயலும் என்பது உறுதியாகின்றது.

அட்டவணை

உண்மை வான் வெளிச் செலவு எப்பொழுது இயலும் என்பதை வரையறுத்துக் கூறுவதற்கில்லை. இருப்பினும், அறிவியலார் அது குறித்துக் கூறி இருக்கும் அட்டவணையைக் கொண்டு, அச்செலவு எப்பொழுது இயலும் என்று பார்ப்போம்.

அமெரிக்க வான் வெளிச் செலவு அட்டவணை பின் வருமாறு:

1. **1960**—க்குள் (ஆளில்லாத) கருவிகளுள்ள வான் வெளிக் கலம் திங்களில் இறங்கி, மீண்டும் நிலவுலகிற்கு வருதல் (நடைபெறவில்லை).

2. **1961**—க்குள் வெள்ளியைச் சுற்றிக் கருவிகளுள்ள கலம் அனுப்பப்படுதல் (நடைபெறவில்லை).

3. 1962—க்குள் நிலவுலகிற்குத் திரும்புமாறு ஆளுள்ள கலம் ஏவப்படுதல் (துணைச் சுற்றுவழிச் செலவு -ஷெப்பர்டு-நடைபெற்றுள்ளது).

4. 1963—க்குள் உயிர்களுள்ள கலம் சுற்றுவழியில் விடப்படுதல்.

5. 1965—இல் மனிதனுள்ள கலம் திங்களைச் சுற்றி வருதல்.

6. 1968—க்குள் மனிதன் திங்களில் இறங்குதல்.

7. 1970—க்குள் திங்களில் ஆய்வுத் தளங்கள் நிறுவப் படுதல்.

உருசிய வான் வெளிச் செலவு அட்டவணையாவது:

1. 1961—க்குள் திங்களில் குடியேறுதல் (நடைபெற வில்லை).

2. 1962–1967-க்கு இடையில் செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களுக்கு வான் வெளிச் செலவு மேற் கொள்ளல். அங்கு அறிவியல் தளங்கள் அமைக்கப்படுதல்.

3. 1965—இல் திங்களில் அறிவியல் தளம் நிறுவப் படுதல்.

நிலை

இனி, வான் வெளிச் செலவு எப்படி இயலும் என்பதைக் காண்போம். தற்பொழுது, வான் வெளிச் செலவு கொள்கை நிலையை விட்டுச் செயல் நிலைக்கு வந்துள்ளது. கட்டுக் கதையாக இருந்தது அறிவியலாக மாறியுள்ளது. இவற்றிற் குக் காரணம் வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் முன்னேற்றமே ஆகும். இந்நூற்றாண்டிற்குள் வான் வெளிச் செலவு இயலும் என்று அறிவியலார் கூறியது; இன்னும் ஐந்து ஆண்டுகளில் நிறைவேறக்கூடிய அளவுக்கு வான் வெளி ஆராய்ச்சி முன்னேறியுள்ளது. வான் வெளிச் செலவிலுள்ள நான்கு நிலைகளுமே கிட்டத்தட்ட நிறைவேற்றப்பட்டு

விட்டன. கடைசி நிலைக்கு முதல் படியாகக் காகரினது வான் வெளிச் செலவு அமைந்துள்ளது. மற்ற மூன்று நிலைகளும் நிறைவேற்றப்பட்ட நிலைகளே. திங்களுக்கு மனிதன் சென்று திரும்புவானாகில், வான் வெளிச் செலவின் நான்காவது நிலையும் நிறைவேறும்; உண்மை வான் வெளிச் செலவும் நனவாகும்.

உண்மை வான் வெளிச் செலவைப் பொறுத்தவரை, அமெரிக்காவின் நிலை இதுவே. இராக்கெட்டுகள், நிலாக்கள் கொண்டு வான் வெளியை ஆராய்ந்துள்ளது (முதல் நிலை). மற்ற மூன்று நிலைகளையும் முயன்று முடிக்க வேண்டிய கட்டத்திலுள்ளது. மர்க்குரித் திட்டத்தில் மனிதனுக்கு முன்னோடியாக ஹாம் என்னும் குரங்கு வான் வெளிக்குச் சென்று திரும்பியுள்ளது.

முதல் அமெரிக்க வான் வெளி வலவரான ஷெப்பர்டு * வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பியுள்ளார். 1963—இல் 1½-மில்லியன் பவுண்டு இறுக்கமுள்ள F—1— இராக்கெட்டை அமைத்து, 45-டன் எடையுள்ள வான் வெளிக் கப்பலைச் செவ்வாய்ச் சுற்றுவழியில் விடுவதாக அமெரிக்கா கருதியுள்ளது.

உருசியாவின் நிலையாவது: மூன்று நிலைகளையும் முடித்துள்ளது. நான்காம் நிலைக்கு முதற்படியாகக் காகரினை † வான் வெளிக்கு அனுப்பி மீட்டுள்ளது. காகரின் சென்ற கப்பல் குறைந்த உயரத்தில் சுற்றியதால், விண் கொள்ளிகளும், விண் கதிர் வீச்சுக்களும் கப்பலைத் தாக்கி இருக்கா. சுற்றிய காலமும் 108-நிமியாக இருந்ததால், நீண்ட கால எடையின்மையைக் காகரின் தாக்குப் பிடித்ததாகக் கருத இயலாது. காகரின் திங்களுக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்புவராகில், மேற்கூறிய மூன்று தடைகளும் வெல்லப்பட்டதாகவே கருதலாம்.

---

* கிரிசம் என்பவரும் வான் வெளிக்குச் சென்று திரும்பியுள்ளார்.

‡ டிட்டோவ் வெற்றியுடன் தம்முடைய வான் வெளிச் செலவை முடித்துள்ளார்.

முதலில் திங்களுக்கும், பின் செவ்வாய், வெள்ளி முதலிய கோள்களுக்கும் வான் வெளிச் செலவு மேற்கொள்ளப்படும். தொலைவு மிகுதியாக இருப்பதால், பேராற்றல் வாய்ந்த இராக்கெட்டுகள் புனையப்படாத வரை, அண்மைக் காலத்தில் விண்மீன்களுக்குச் செலவை மேற்கொள்வது இயலாதது ஆகும். ஆனால், ஒன்று மட்டும் உறுதி. வான் வெளிக்கு முதலில் மனிதனை விடுத்தது போலவே, திங்களுக்கும் முதலில் மனிதனை விடுப்பவர்கள் உருசியர்களாகவே இருப்பார்கள்?

25. வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் விளைவுகள்

ஆராய்ச்சி தேவையா ?

வான் வெளி ஆராய்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெற வேண்டும் என்பதில் அறிவியலாருக்கு இடையேயும் ஒருமித்த கருத்தில்லை. "செலவு மிகுதி; பயன் குறைவு. ஆகவே வான் வெளி * ஆராய்ச்சிக்குச் செலவிடும் பெருந் தொகையை மற்ற ஆராய்ச்சிகளுக்குச் செலவிட்டுக் குறிப் பிடத் தகுந்த பயன்களைப் பெறலாம். வேண்டுமானால், கருவிகளுள்ள நிலாக்களை மட்டும் விட்டால் போதும்" எனச் சில அறிவியலார் கருதுகின்றனர்.

இராமன், டாயின்பீ, இரசல் முதலியோரும் போர்ப் பயனை உள்ளத்திற் கொண்டு வான் வெளி ஆராய்ச்சி தேவை இல்லை எனச் சுட்டிக் காட்டுகின்றனர்.

"மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சி மிக அருமை வாய்ந்தது. செலவு மிகுதியைக் கணக்கிடுவதில் பொருளில்லை. அறிவின் மேம்பாட்டுக்கே மதிப்பளிக்க வேண்டும். குறிப் பிடத்தக்க பயன்கள் கிட்டாமலுமில்லை. எனவே, விரைந்து வான் வெளி ஆராய்ச்சியைத் தொடர்ந்து நடத்துவது இன்றியமையாததே" என வேறு சில அறிவியலார் கூறுகின்றனர்.

செலவையும், போர்ப் பயனையும் நீக்கி, ஆராய்ச்சிப் பயன் ஒன்றை மட்டுமே கொண்டுபார்க்க, வான் வெளி ஆராய்ச்சி தேவைதான் என்பது யாவருக்கும் நன்கு புலப்படும். ஆராய்ச்சி நோக்கில்தான் — மனித குலம் அமைதியாக நிறைவுடன் வாழ வான் வெளி ஆராய்ச்சி பயன்பட வேண்டும் என்னும் கருத்தில்தான் — இதுவரை

---

* இயல்பியல் ஆராய்ச்சி, இயைபியல் ஆராய்ச்சி, உயிரியல் ஆராய்ச்சி.

இரு நாடுகளாலும் பெரும்பாலான வான் வெளிக் கலங்கள் *ஏவப்பட்டுள்ளன. இதே நோக்கில்தான் இங்கிலாந்து, பிரான்சு, செர்மனி முதலிய நாடுகளும் இவ்வாராய்ச்சியில் இறங்கத் திட்டமிட்டுள்ளன.

எது எப்படியிருப்பினும், போர்ப் பயன் நோக்கிலும் ஆராய்ச்சிப் பயன் நோக்கிலும் வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் விளைவுகள் யாவை என்பதை இவ்வியலில் இறுதியாகக் காண்போம்.

கண்டுபிடிப்புக்களும் திருத்தங்களும்

அறிவியற் றுறை பலவற்றிலும், பெருமளவுக்குக் கண்டு பிடிப்புக்களும் புனைவுகளும் பெருகியுள்ளதால், 20-ஆம் நூற்ருண்டின் பிற்பகுதியைக் கண்டுபிடிப்புக் காலம், புனைவுக் காலம் என்றே சொல்லலாம். வான் வெளி ஆராய்ச்சியினல், இவை மேலும் விரைந்து பெருக வாய்ப்புக்கள் ஏற்பட்டுள்ளன; ஏற்படும். அன்றியும், வான் வெளி ஆராய்ச்சியினுலும், மேலும் பல வியத்தகு கண்டுபிடிப்புக்களும், புனைவுகளும் உண்டாகலாம். இவ்வாறு வேறுபட்ட இரு துறைகளில் ஏற்படும் கண்டுபிடிப்புக்களும் புனைவுகளும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும் துணையாகவும் அமையலாம்.

நுணுக்கங்களும் முறைகளும்

இவையும் விரைவாக வளர்ந்துள்ளன. பூத்துனிக்கு—1-ஐ விட்டதிலிருந்து பூத்துனிக்கு—12-ஐ ஏவிய வரையில் உள்ள இடைக்காலத்தில், வான் வெளிச் செலவில் வழிப்படுத்தல், படப்பிடிப்பு, ஏவுதல், உற்று நோக்கல், ஏற்பாடுகள் முதலியவற்றில் எவ்வளவோ நுணுக்கங்களும் முறைகளும் பெருகியுள்ளன. இவை பிற துறைகளிலும் பயன்படுமளவுக்கும் உள்ளன. குறிப்பாக, வான் வெளிச் செலவில் தாமியங்கு கட்டுப்பாட்டில் பயன்படும் நுணுக்கம், வழியில் சென்று கொண்டிருக்கும்பொழுதே காரை ஆய்ந்து

* அமெரிக்கா ஏவிய இரு மைடாஸ் நிலாக்களும் போர்ச்சிறப்புடையவை.

பார்க்க டைடாஸ் நுணுக்கம் (Dydas technique) என்னும் பெயரோடு மோட்டார் தொழிற் றுறையில் பயன்படுகிறது. மற்றும் கார்களையும், நீராவி வண்டிகளையும் இயக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. எதிர்காலத்தில் இவை எல்லாம் தாமாகவே இயங்கும். கதிரவனின் ஆற்றலால் மின் கலங்கள் செயற்படுகின்றன. இவை மட்டுமின்றிக் கப்பல், கார், வான் ஊர்தி, இராக்கெட்டு ஆகியவை எல்லாம் எதிர்காலத்தில் அணு ஆற்றலால் தொழிற்படும். கடல் நீரிலிருந்து அய்டிரஜன் எரிபொருளைப் பெற்று, அதிலிருந்து பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு வேண்டிய ஆற்றலைத் தரும் அணு ஆற்றலைப் பெறலாம். பொதுவாக வாழ்க்கைத் துறைகள் எல்லாவற்றிலும் அணு ஆற்றல் பயன்படும்.

சிக்கல்களும் தீர்வுகளும்

இதுவரையில் எழுந்த சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு காண வழி செய்தது மட்டுமல்லாமல், இனி எழும் சிக்கல்களுக்கும் தீர்வு காண இவ்வாராய்ச்சி வழிவகை செய்யும். பொதுவாக, எவ்வகைச் சிக்கலைத் தீர்ப்பதற்கும் மனிதனுக்குத் தக்க துணையாக இருக்கும். சிறப்பாக, நிலவுலகிலும் வான் வெளியிலும் காலம் வேறுபடுகிறதா? சியால்கோவிசுகியின் கருத்துப்படி, ஈர்ப்பு நிலைமையைக் காட்டிலும் ஈர்ப்பு நீங்கு நிலைமையில் பயிர், விலங்கு முதலிய உயிர்கள் மிக விரைந்து வளருமா? என்னும் சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு காணும்.

ஐன்ஸ்டைன் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஓர் அறிவியலார் கூறுவதாவது: ஓர் ஆண்டு வான் வெளியில் தங்கிவிட்டு, ஒருவன் நிலவுலகிற்குத் திரும்புவானாகில், நிலவுலகில் ஐந்து ஆண்டுகள் கழிந்திருப்பதை அவன் காண்பான். ஆகவே, தன்னை ஒத்த வயதுடையவர்களை விட நான்கு வயது குறைந்தவனாக அவன் திரும்புவான். உருசிய அறிவியலார் டாக்டர் போரிஸ் கிளாசோவிசுகியின் (Dr. Boris Klossovsky) கருத்தாவது: நிலவுலகைக் காட்டிலும் வான் வெளியில், காலம் கழிதல் மெதுவாக நடைபெறுகிறது. ஆக, நிலவுலகைக் காட்டிலும் வான்

வெளியில் காலம் வேறுபடும் என்றே அறிவியலார் கருதுகின்றனர்.

இயற்கையை வெல்லுதல்

அறிவியல் தோன்றிய நாள் முதல் இன்று வரை இயற்கையை வெல்லுதலே அறிவியலின் நோக்கமாக இருந்து வந்திருக்கிறது. இதற்கேற்ப, வான் வெளி ஆராய்ச்சியும் இயற்கையை வெல்ல முழு மூச்சாக முயன்று கொண்டிருக்கிறது; அதன் முயற்சியும் திருவினையாகும் நிலையில் உள்ளது. அவ்வாறாயின், இயற்கையை வெல்லுதல் பல நிலைகளில் எவ்வாறு நடைபெறலாம்?

உலக அளவில் வானிலைச் செய்திகளை அறிந்து, புயல், வெள்ளம், பஞ்சம், பனி, மண் அரிப்பு முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தி, வேளாண்மையைச் செழிப்புறச் செய்து, உணவு விளைவைப் பெருக்கலாம். கடல் நீர், கதிரவன் ஆற்றல், கச்சாப் பொருள்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு செயற்கை முறையிலும் உணவை உண்டாக்கலாம். வான் வெளி உணவு உருவாக்கப்படும் முறையில், மேற்கூறிய உணவு உண்டாக்கப்படும். கடல் நீரை நன்னீராக்கலாம். செயற்கை மழையினால் பாலை சோலையாகும்; வளங் கொழிக்கும். உலக அளவு வானிலை முன்னறிவிப்புக்கு டிராஸ் நிலாக்கள் தரும் செய்திகள் பெரிதும் பயன்படும்.

வானொலி, தொலைக் காட்சி ஆகியவற்றின் வாயிலாகச் செய்தித் தொடர்பு உலக அளவில் நடைபெறும். தொலைக் காட்சியினால் திங்கள் முதலிய கோள்களின் காட்சியையும், வான் வெளிக் காட்சியையும் நிலவுலகில் இருந்தபடியே கண்டு களிக்கலாம். தொலை வரைவும் உலக அளவில் இயலும். செயற்கை ஒளியினால் உலகின் இருட்டு விரட்டப் படும். மக்கள் வாழ்வு நலங்கள் பெருகும்.

விண்ணகத் தோற்றத்தை உறுதி செய்ய இயலும். நிலவுலகின் வயதை நில உள்ளியல் இராக்கெட்டுகளைக் கொண்டு வரையறை செய்யலாம். வான் வெளிச் செலவு நிறைவேறும். மனிதன் கோள்களில் குடியேறி நிலையாக

அவற்றில் தங்குவதன் வாயிலாகக் கோடைக்கானல்களையும், குற்றாலங்களையும் அங்கு உருவாக்கலாம். கோள்களில் உயிர் வாழ்கிறதா என்பதை உறுதிப்படுத்தலாம். திங்களின் கனிவளத்தைப் பயன்படுத்திப் பொருள் வளத்தைப் பெருக்கலாம். காதலர்கள் திங்களுக்குத் தேனிலவுச் செலவுகளை மேற்கொள்ளலாம். இராக்கெட்டின் தீ நாக்குகளின் உதவியால் மண்ணைத் துளையிட்டு 'டாக்கனைட்' என்னும் கனிப் பொருள் பெருமளவுக்குச் சிக்கனமான முறையில் தற்பொழுது எடுக்கப்படுகிறது. இதே முறையை எதிர்காலத்தில் திங்களின் கனிகளை எடுப்பதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

தொழிற் றுறையிலும் பல நன்மைகள் ஏற்பட்டுள்ளன. அமெரிக்காவில் 3,000-புதுப் பொருள்கள் பொதுமக்கள் பயன்படுத்தும் அளவுக்கு உருவாகியுள்ளன. காட்டாகப் 'பைரோசெரம்' என்னும் மட்பொருள் வானெலிமானியின் திசையறி கூடம் செய்ய உருவாக்கப்பட்டது. ஆனால், இப்பொருள், பாண்டங்களும் தட்டுக்களும் செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது. இராக்கெட்டு எரிபொருளான அய்டிரசீனிலிருந்து செய்த மருந்து சில உள நோய்களையும், இருமல் நோயையும் குணப்படுத்துகிறது. கருவிகளும் பெருகிய வண்ணம் உள்ளன. காட்டாக, நுட்பமான மின்னணுக் கருவி உடல் வெப்பத்தையும், குருதி ஓட்டத்தையும் அளவிடுமாறு அமைக்கப்பட்டு வருகிறது. உயர் விரைவு மின்னணு எந்திரங்கள் (High speed electronic computers) அமெரிக்கத் தொழிற் றுறையில் இன்றியமையா அமைப்பாக அமைந்துவிட்டன. வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்கென்றே ஒரு பெருந் தொழிற்சாலையும் அமெரிக்காவில் உருவாகியுள்ளது.

மருத்துவத் துறையிலும் பெருத்த முன்னேற்றங்கள் ஏற்படலாம். செயற்கையாக உயிர்கள் உண்டாக்கப்படும். ஒட்டுதல், அறுவை முதலிய மருத்துவ முறைகளில் நுணுக்கங்கள் பெருகும். செயற்கை இதயங்களால் உயிர் இயங்கும், இனப் பெருக்கச் சுற்றைக் கட்டுப்படுத்திக்

குழந்தையின் பால் தன்மையை (Sex) உறுதிப்படுத்தலாம்; இரட்டைக் குழந்தைகளைப் பிறக்கச் செய்யலாம். குடும்பக் கட்டுப்பாடு நன்கு செயற்படும். உடல் நலம், உள நலம், அறிவு நலம், பண்பு நலம் வாய்ந்த குழந்தைகள் பிறக்கும். நோயுற்ற அல்லது சிதைந்த உறுப்புக்களைப் புதுப்பிப்பது எளிதாகும்.

குறுகிய காலம் வான் வெளியில் தங்குவதால் உயிர்களின் இனப் பெருக்கம் தடைப்படாது. காட்டாக, வான் வெளிக்குச் சென்று திரும்பிய நாய், ஆல்பினே * குட்டி போட்டு நலமுடன் வாழ்ந்து வருகிறது. பூத்தல் முதலிய செயல்களும் வான் வெளியில் இயல்பாக நடைபெறும். உருசிய வான் வெளிக் கப்பல் ஒன்றில் விடுத்த பயிர் வான் வெளியில் பூத்தது. பயிர்கள், விலங்குகள் முதலியவற்றில் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட திடீர் மாற்றங்களை உண்டாக்கலாம்.

அறிவியல் வளர்ச்சி

மறுமலர்ச்சிக்குப் பின், ஒவ்வொரு நூற்றுண்டில் ஒவ்வொரு அறிவுத்துறை வளர்ந்ததைத்தான் மேல் நாட்டு அறிவியல் வரலாற்றில் நாம் காண்கிறோம். ஆனால், வான் வெளி ஆராய்ச்சியினால் எல்லா அறிவுத் துறைகளும் வளர்வதற்கு வாய்ப்புக்கள் ஏற்பட்டுள்ளதை நாம் இன்று பார்க்கிறோம். மேலும், புதிய அறிவியலான † வான் வெளி அறிவியல் (Space Science) வளர வான் வெளி ஆராய்ச்சி அடிப்படையாக உள்ளது. நில இயல்பியல் போன்று பல அறிவியல்களைத் தன்னுள் அடக்கியது வான் வெளி அறிவியல்: வான் வெளி இயல்பியல், வான் வெளி இயைபியல், வான் வெளி மருத்துவம், வான் வெளி உயிரியல், வான் வெளி நாவாய் இயல் முதலியன. சிறப்பாக, வானியல், நில இயல்பியல் முதலிய அறிவியல்கள் வளர வான் வெளி ஆராய்ச்சி வழிவகை செய்யும். பொதுவாக, அறிவியல் வளரும்.

---

* திரல்கா என்னும் நாயும் அப்படியே.

‡ பா. 24. புதிய அறிவியல்கள், அகரவரிசை.

வெற்றி யாருக்கு?

உருசியா தனது முதல் வான் வெளி மனிதனை விடுத்துத் திரும்பப் பெற்றபொழுது, அமெரிக்க நாட்டுத் தலைவர் கென்னடி கூறியதாவது: "வான் வெளி ஆராய்ச்சியில் உருசியாவைக் காட்டிலும் அமெரிக்கா பின்தங்கிய நிலையிலுள்ளது என்பதில் ஐயமில்லை." ஆனால், வெற்றி யாருக்கு என்பதில் சிக்கல் கிளம்பியுள்ளது. ஆராய்ச்சியில் பின்தங்கினாலும் வெற்றி தங்களுக்கே, தலைமை தங்களுக்கே என்று அமெரிக்க அறிவியலார் கருதுகின்றனர். அதே நிலையில், பின்தங்கியதற்குரிய காரணத்தையும் அவர்கள் கூறுகிறார்கள். அவ்வாறாயின், அக்காரணங்கள் யாவை?

வான் வெளித் திட்டம் பல தோல்விகளைக் கண்டதால், வான் வெளிக்கு மனிதனை விடுக்க முடியவில்லை. வான் வெளித் திட்டத்திற்கு உருசியாவில் பணமும், ஆக்கமும் அளிக்கப்படுவதுபோல், அமெரிக்காவில் அளிக்கப்படவில்லை. அன்றியும், அவ்வத்துறை வல்லுநர்களும் குறைவாகவே உள்ளார்கள். நிலாக்களை ஏவுவதற்கு மிக்க இறுக்கமுள்ள இராக்கெட்டுகளும் இல்லை. 1954-இல் உருசியா வான் வெளித் திட்டத்தைத் தொடங்கியது. அமெரிக்கா 1958-வரை கூடத் தொடங்கவில்லை. இவை அனைத்தும் அமெரிக்க அறிவியலார் கூறும் காரணங்களாகும்.

வான் வெளி ஆராய்ச்சியில் வெற்றி தங்களுக்குத்தான் என்பதை உறுதி செய்யும் வகையில் நாசா கூறுவதாவது: "வான் வெளி ஆராய்ச்சியில் தன்மையிலும், நோக்கிலும் அமெரிக்கா உருசியாவை முந்தியுள்ளது. டிராஸ் வானிலை நிலாவினால் பல ஒளிப்படங்கள் எடுக்கப்பட்டுள்ளன. எதிரொலி நிலா உலகச் செய்தித் தொடர்பு இயலும் என்பதைக் காட்டியிருக்கிறது; பல அளவுகளையும் வான் வெளியில் எடுத்துள்ளது. உயர்ந்த அளவுக்கு முதன்மை வாய்ந்த பணியை, வான் வெளி ஆராய்ச்சியில், அமெரிக்கா செய்துள்ளது. வியத்தகு கண்டுபிடிப்புக்களில் அமெரிக்கக் கண்டுபிடிப்புக்களே. பெரும்பான்மையானவையாகும்.

உருசியா முதன்மையாக ஒன்றும் செய்யவில்லை; புதுமையாகவே செய்துள்ளது. நுணுக்கம், கட்டுப்பாடு, கருவிகளின் தன்மை முதலியவற்றில் அமெரிக்கா முன்னிலையில் உள்ளது. அமெரிக்கா செய்துள்ளதைத் தொடர்புபடுத்திப் பார்க்க, உருசியா செய்துள்ளது குறைவே."

நடுநிலையில் நின்றுபார்க்க, வான் வெளி ஆராய்ச்சியில் உருசியாவின் நிலை அப்படியன்று. அதன் செயல் புதுமை உடையது மட்டுமன்று; முதன்மை உடையதும் ஆகும். மனிதனை அனுப்பியது, திங்களைப் படம் பிடித்தது, திங்களுக்குக் காந்தக் களம் இல்லை, கதிர் வீச்சு வளையம் இல்லை என்று கண்டறிந்தன எல்லாம் புதுமைக்கும் முதன்மைக்கும் எடுத்துக்காட்டுகளே ஆகும். நுணுக்கம், கட்டுப்பாடு, கருவிகளின் தன்மை முதலியவற்றிலும் உருசியா முன்னேற்றத்தையே கண்டிருக்கிறது. வெள்ளி நிலையத்தைக் குறிதவறுமல் ஏவியதே இவற்றின் செம்மைக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

கூட்டுறவு தேவையா?

வான் வெளிக் கலங்கள் உருவாகி, வான் வெளியில் வலம் வரத் தொடங்கியதும், உடன் பல சிக்கல்களும் எழத் தொடங்கிவிட்டன. அவை முறையே சட்டச் சிக்கல்கள், போர்ச் சிக்கல்கள், கொள்கைச் சிக்கல்கள் ஆகும். வான் வெளியின் 'எல்லைகள்' குறித்து அனைத்துலக ஒப்பந்தம் இல்லை. எதிர்காலத்தில், இராக்கெட்டு ஓட்டப் பணி (Rocket flight service) தொடங்கும்பொழுது, மேலும் பல சிக்கல்கள் எழலாம். குறிப்பாக, வான் வெளியின் உரிமை பற்றி எழும் சிக்கலை எப்படித் தீர்ப்பது? திங்களில் குடியேறும் உரிமை உருசியாவுக்கா அல்லது அமெரிக்காவுக்கா? கடல் வழிகளிலும், வான் வழிகளிலும் வரையறை செய்யப்பட்டுள்ள விதிகளை வான் வெளி வழிகளிலும் மேற்கொள்ள இயலுமா? இவை போன்ற பல சட்டச் சிக்கல்களுக்கு அனைத்துலக வான் வெளி நாவாய் இயல் பேரவை தான் தீர்வு காண வேண்டும்.

மூன்றாவது உலகப் போர் தொடங்கி, வான் வெளிக் கலங்கள் போர்க் கருவிகளாகப் பயன்படுமானால், உலகம் அழிவது உறுதி! போர்த்துறையில் வான் வெளிக் கலங்களைவிடக் கொடுமை வாய்ந்த போர்க் கருவிகள் இதற்கு முன் இருந்ததும் இல்லை; இனி இருக்கப் போவதும் இல்லை. வான் வெளிக் கலங்களிலிருந்து சில அணுக்குண்டுகளைக் குறிப்பிட்ட இடங்களில், குறிப்பிட்ட நேரத்தில் வீசுவதினால், நிலவுலகை அழிக்கலாம். ஆனால், நிலவுலகிலிருந்து வான் வெளிக் கலங்களை அழிக்க முடியாது. அன்றியும், வான் வெளியில் வலம் வரும் வான் வெளிக் கலங்களை, வான் வெளிக் கலங்களைக் கொண்டே அழிக்கவும் இயலும். ஆகவே, இக்கலங்களினால் எழும் போர்ச் சிக்கல்களுக்கு அனைத்துலக அமைதி மாநாடுதான் தீர்வு காண வேண்டும்.

வான் வெளி அருஞ் செயல்களினால், வெற்றி முதலுடைமைக்கா அல்லது பொதுவுடைமைக்கா என்பது பற்றி எழுந்துள்ள சிக்கல்களே கொள்கைச் சிக்கல்களாகும். அவ்வருஞ் செயல்களினால் வெற்றி பொதுவுடைமைக்கு என்றே உருசியா பறைசாற்றுகிறது; இல்லை என அமெரிக்கா எதிர்ப்புத் தெரிவிக்கிறது. இச்சிக்கல்களை எப்படித் தீர்ப்பது? மேற்கூறப்பட்ட சிக்கல்களுக்கு எல்லாம் தீர்வு காணக் கூட்டுறவே சிறந்த வழியாகும். ஆகவேதான், வான் வெளி ஆராய்ச்சியில் கூட்டுறவு தேவை என்னும் நிலை தற்பொழுது உருவாகியுள்ளது. கூட்டுறவு ஏற்பட வேண்டுமென்றே உருசியாவும், அமெரிக்காவும் விரும்புகின்றன. மற்ற நாடுகளின் எண்ணமும் இதுவே எனலாம். அனைத்துலக வான் வெளி நாவாய் இயல் பேரவையும் இதையே செய்ய நினைக்கிறது. வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் முடிவுகள் ஒரு மையத்தின் வழியாக உலக அளவில் தெரிவிக்கப்பட, அனைத்துலக மாநாடு தேவை என்றும் அந்த அவை கருதுகிறது. கூட்டுறவு அடிப்படையில் வான் வெளி ஆராய்ச்சி மேற்கொள்ளப்படுமானால், சிக்கல்கள் தீர்ந்து, செலவு குறைந்து, மனித வாழ்க்கை நலங்கள் நிறைவுபெறுமளவுக்குப் பயன்கள் மிகப் பல

உண்டாகலாம் என நாம் எதிர்பார்க்கலாம். நில இயல்பியல் ஆண்டு, கடலியல் பேரவை போலக் கூட்டு ஆராய்ச்சித் திட்டமாக வான் வெளி ஆ ரா ய் ச் சி யை மேற்கொள்ள வாய்ப்புக்கள் உள்ளன. அனைத்துலக வான் வெளி ஆராய்ச்சிக் குழுவும், ஐரோப்பிய வான் வெளித் திட்டமும் இதற்கு ஆவன செய்யும் என்று நாம் எதிர்பார்க்கலாம்.

வான்வெளி ஆராய்ச்சியின் சிறப்புக்கள்

வான்வெளி ஆராய்ச்சி பல சிறப்புக்களைக் கொண்டது. அதன் சிறப்புக்களில் ஒரு சிலவற்றை மட்டும் இங்கு இறுதி யாகக் காண்போம்.

அறிவியல் வளர்ந்தது, வளர்வது ஆராய்ச்சியால். வான் வெளி ஆராய்ச்சியால் புதிதாகத் தோன்றிய அறிவியல்கள் வளர்வது மட்டுமின்றி, மற்ற அறிவியற் றுறைகளும் வளரும் என்பது திண்ணம். ஆ ரா ய் ச் சி க ளி ல் சிறந்தது, பல ஆராய்ச்சிகளையும் தன்னுள் அடக்கியது வான்வெளி ஆராய்ச்சி. ஆகவே, அதன் ஆராய்ச்சிச் சிறப்பின் பெருமை மதிப்பிடற்கரியதே.

அறிவியல் வளர்ச்சியில் கருவிகளுக்குத் தனியிடம் உண்டு. நுண் நோக்கி (microscope) இல்லாவிட்டால் உயிரியலும், தொலைநோக்கி இல்லாவிட்டால் வானியலும் வளர்ந்திருக்க முடியாது. இவ் வு ண் மை வான்வெளி ஆராய்ச்சிக்கும் பொருந்தும். வான்வெளிக் கலங்கள் இல்லா விட்டால், அது செம்மை பெற்றிருக்க இயலாது. கருவி களுக்குக் கருவிகளாகவும், பலவகைக் கருவிகளைத் தங் களுக்குள் அடக்கியதாகவும் இருப்பதால், இக்கலங்கள் 20-ஆம் நூற்றுண்டின் இணையற்ற ஆராய்ச்சிக் கருவி களாகக் கருதப்படுகின்றன; வான்வெளி ஆராய்ச்சிக்குக் கருவிச் சிறப்பையும் அளிக்கின்றன.

தன் ஆராய்ச்சிச் சிறப்பு, கருவிச் சிறப்பு, அறிவுச் சிறப்பு முதலியவற்றால் வான்வெளி ஆராய்ச்சி அறிவியல் வரலாற்றில் தனி வரலாற்றுச் சிறப்பைப் பெறும் என்பதில்

ஐயமில்லை. ஆகவே, அறிவியலில் நிலையான தனியிடம் அதற்கு என்றும் உண்டு.

இயற்கையை வெல்லும் அளவுக்கு அமைந்துள்ளதால், வான்வெளி ஆராய்ச்சியின் அறிவுச் சிறப்பும் அளவிடற்கரியதே. இயற்கையை வெல்லும் இந்த அறிவு, உலகம் நிலைக்க, நீடுவாழ அமைதிக்கே பயன்படுவதாகுக!

" நன்றின் பால் உய்ப்ப தறிவு."

— குறள்.

தொழில் நுணுக்க இயல் முற்றும்.

சு. அகரவரிசை (Dictionary)

1. வான் வெளிச் செலவுக் கதைகள்

1. தமிழ், வடமொழி இலக்கியங்களில் வான் வெளிச் செலவுபற்றிய குறிப்புக்கள் காணக்கிடக்கின்றன. புறநானூற்றில் கூறப்படும் 'அவிர்சடை முனிவரும்'; சிலப்பதிகாரத்தில் வரும் சமயச் சாரணர்களும்; மணிமேகலையில் வரும் மணிமேகலா தெய்வம், காந்தருவர்கள், மந்திரம் பெற்ற மணிமேகலை முதலியோர் விண்ணில் பறக்கும் ஆற்றலுடையவர்கள். சிலப்பதிகாரத்தில் கண்ணகியை ஏற்றிச் செல்லும் தேவருலக ஊர்தியும்; சிந்தாமணியில் கூறப்படும் பொறி நுட்ப மயிற் பொறியும்; புறநானூற்றில் கூறப்படும் வலவன் ஏவா வான ஊர்தியும் கற்பனை நிலையிலுள்ள (தற்கால) வான் வெளிக் கலங்களே.

இராமாயணத்தில் வரும் அனுமாரும் விண்ணில் பறக்கும் ஆற்றலுடையவரே. இக்காப்பியத்தில் இராமனும், இராவணனும் செல்லும் தேர்களும் கற்பனை நிலையிலுள்ள (தற்கால) வான் வெளிக் கலங்களே.

2. பழங் கிரேக்கக் கட்டுக்கதை இயலில் வான்வெளிச் செலவுபற்றிய கதைகள் பல காணப்படுகின்றன. டிடாலஸ்-ஐக்காரஸ் கட்டுக்கதை, அவற்றில் எல்லாராலும் அறியப்பட்ட ஒன்று. இவ்விருவரும் கிரீட்டே சிறையிலிருந்து தப்பித் தங்கள் உடலில் மெழுகினால் சிறகுகளை ஒட்டிக் கொண்டு கடல் வழியாகப் பறந்து சென்றார்கள். ஐக்காரஸ் கதிரவனுக்கு அருகில் செல்லவே மெழுகு உருகிச் சிறகுகள் விழுந்தன. அவனும் கடல் நீரில் விழுந்தான். கிரேக்கத் தானைத் தலைவன் அலெக்சாண்டர் கழுகுகள் பூட்டிய தேரைக்கொண்டு வானை அடைய முயன்றான்.

3. திங்களிலிருந்து நிலவுலகிற்குச் சீனர்கள் வந்ததாகச் சீனக் கட்டுக்கதை ஒன்று கூறுகிறது.

4. இலக்கியப் படைப்பாளர்களான பிளேட்டோ, சிசரோ, புளூடார்க் முதலியோர் வான் வெளிச் செலவு குறித்து எழுதியுள்ளார்கள்.

5. கி. பி. 2-ஆம் நூற்றுண்டில் உலூசியன் கதை தோன்றுதல். இந்நூலின் பெயர் உண்மை வரலாறு (True History) ஆகும். இந்நூலாசிரியர் (கி. பி. 120) கிரேக்க எழுத்தாளர்; சிந்தனையாளர். பல சிறந்த நூல்களை இவர் எழுதியுள்ளார். இவரது உண்மை வரலாறு, இரேபிலெய்சின் பெண்டா குருவல் செலவும் (Rabelais's voyage of Panta-gruel), சிவிஃப்டின் கலிவர் செலவும் (Swift's Gulliver's Travels), சிரோனுவின் திங்கள் செலவும் (Journey to the Moon) எழ ஆக்கமளித்தது. இவரது நூல்கள் வால்டேருக்கும் ஊக்கம் அளித்தன.

உண்மை வரலாற்றின் தலைவன் கப்பலில் சென்று கொண்டிருக்கிற பொழுது, திடீரென்று பேரலை ஒன்று எழுந்து கப்பலைத் திங்களின் தளத்திற்குக் கொண்டுசேர்க்கிறது. பல இடையூறுகளுடன் எட்டு நாட்களுக்குப் பின் திங்களை அடைகிருன். இந்நூல் கி. பி. 160-இல் எழுதப்பட்டது.

இவர் எழுதிய மற்றெரு கதையில், கதைத் தலைவன் சிறகுகளுடன் திங்கள், கதிரவன் முதலிய விண் பொருள்களை அடைகிருன். அங்குத் தேவர்கள் சினந்து, சிறகுகளை வெட்டி, நிலவுலகை அடையுமாறு கட்டளையிடுகின்றனர். இவரது நூல்களை மக்கள் மிக்க விருப்பத்துடன் படித்தனர்.

6. 2—16-ஆம் நூற்றுண்டுவரை வான் வெளிச் செலவு புறக்கணிக்கப்படுதல்.

7. 13-ஆம் நூற்றுண்டில் (1214—1294) வாழ்ந்தவர் ரோஜர் பேக்கன் (Roger Bacon). இவர் சிறந்த அறிவியலார்; மெய்யறிவாளர். இயல்பியல், இயைபியல் முதலிய துறைகளில் ஆராய்ச்சி செய்தவர்; பல நூல்களின் ஆசிரியர். அந்நூல்களில் ஒன்று நியூ அட்லாண்டிஸ் (New Atlantis) என்பது. இந்நூல் வான் வெளிச் செலவு பற்றியது.

8. 17-ஆம் நூற்றுண்டில் (1571—1630) வாழ்ந்தவர் கெப்பளர் (Johann Kepler). இவர் சிறந்த வானியலார்.

கோள் இயக்க விதிகளை வகுத்தவர். வானியல் துறையில் சிறந்த நூல்கள் எழுதியவர்; சிறந்த ஆராய்ச்சி செய்தவர். இவர் சோம்னியம் (Somnium) என்னும் நூலை எழுதியவர். இதில் திங்கள் செலவு விரித்துக் கூறப்படுகிறது. இந்நூல் 1634-இல் இவர் இறந்த பின் வெளியிடப்பட்டது.

கதைத் தலைவன் மந்திர ஆற்றலால் திங்களுக்குச் செல்கிறான். தலைவன் தூக்க மருந்து உண்ட நிலையில், அவனை வேதாளங்கள் திங்களுக்குத் தூக்கிச் செல்கின்றன. இருப்பினும், சில நுட்பச் செய்திகளை இவர் இந்நூலில் கூறியுள்ளார். அச்செய்திகள் இவரால் தொலைநோக்கியால் உற்று நோக்கி அறியப்பட்ட செய்திகளே. திங்களில் செயற்கை மூச்சு ஏற்பாடு தேவை என்கிறார். திங்கள் எரி மலைகள் நிரம்பியது; அங்குக் கடுங்குளிரும் வெப்பமும் உண்டு என்று கூறுகிறார். இந்நூல் வாசகர்களின் உள்ளத்தைக் கொள்ளை கொண்டது. இரண்டு நூற்றாண்டுகள் வரை பல கதைகளைப் பல ஆசிரியர்கள் புனைய இந்நூல் செய்திக்களஞ்சியமாக இருந்தது.

9. காட்வினும் (Francis Godwin) 17-ஆம் நூற்றாண்டில் (1562—1633) வாழ்ந்த சமயக் குரவர்; ஆங்கிலேயர்; வரலாற்றாசிரியர். இவர் திங்களில் மனிதன் (The Man in the Moon) என்னும் நூலை எழுதியவர். இந்நூல் கனிவர் செலவு நூல் எழக் குறிப்புக்கள் அளித்தது.

நூலின் தலைவன் டோமிங்கோ (Domingo Consales) மறச் செயல்கள் செய்கிறான். அவனது அன்னப்பறவைகள் பூட்டிய தேர் திங்களை 12-நாட்களில் அடைகின்றது. இவர் கற்பனையில் அறிவியல் கருத்து அமைந்திருப்பது சிறப்பு. இச்செலவில் மேலே செல்லச் செல்லத் தலைவன் எடையின்மையை உணர்வது சிறப்பு. இதை இவர் நியூட்டனுக்கு முன்பு குறிப்பிட்டது சிறப்புடையது. இந்நூல் 1638-இல் வெளியிடப்பட்டது.

10. ஜான் வில்கின்சும் (John Wilkins) 17-ஆம் நூற்றாண்டில் (1614—1672) வாழ்ந்தவரே. இவர் ஆங்கிலேயர்;

சிறந்த அறிவியலார். அரசர் கழகத்தை (Royal Society) நிறுவியவர்களில் ஒருவர்; அதன் முதல் செயலர்; பல அறிவியல் நூல்கள் எழுதியவர். அவற்றில் ஒன்று புத்துலகக் கண்டுபிடிப்பு (Discovery of a New World) என்பது. இந்நூல் 1638-இல் வெளியிடப்பட்டது; திங்கள் செலவை விரித்துரைக்கும் நூல். இதில் திங்களின் இயற்கை அமைப்பும், சூழ்நிலைகளும் கூறப்பட்டுள்ளன. திங்களில் உயிர்கள் வாழலாம் என இவர் கருதுகின்றார். வான் ஊர்தியைக்கொண்டு திங்களை அடைய முடியும் என்னும் கருத்துக்கு இவர் உடன்பாடு தெரிவிக்கின்றார். இக்கருத்தைத் தமது புத்துலகத்தையும் மற்றொரு கோளையும் பற்றிய உரையாடல் (A Discourse Concerning a New World and Another Planet) என்னும் மற்றொரு நூலில் தெரிவிக்கிறார்.

11. சிரோனும் (Cyrano de Bergerac) 17-ஆம் நூற்றாண்டில் (1619—1655) வாழ்ந்தவரே. பிரெஞ்சு எழுத்தாளர். எள்ளிநகையாடும் அறிவியல் கதைகளை எழுதியவர். நகைச்சுவை நூல்களும் எழுதியவர். இவர் அறிவியல் கதைகள் எழுத, உலூசியனின் உண்மை வரலாறும், காட்வினின் திங்களில் மனிதனும், வில்கின்சனின் புத்துலக் கண்டுபிடிப்பும் காரணமாய் இருந்தன. இவற்றில் பின்னிரு நூல்கள், வால்டேர் மைக்ரோமெகாஸ் எழுதவும், சிவிஃப்ட்டு கலிவர் செலவு எழுதவும், யூல் வெர்ன் நிலவுலகிலிருந்து திங்களுக்கு எழுதவும் ஆக்கமளித்தன.

இவர் கதிரவனுக்கும் திங்களுக்கும் செலவு (Voyage to the Moon and the Sun) என்னும் நூலை 1655-இல் எழுதினர். இந்நூலில், வான் வெளிச் செலவிற்கு இராக்கெட்டு தேவை என்று முதன்முதலாக இவர் கூறுகின்றார். மற்றொரு வான் வெளிக் கலத்தைப் பற்றியும் இவர் கற்பனையாக விரித்துரைக்கின்றார். இக்கலம் கதிரவன் ஆற்றலால் இயங்குகிறது. இது 6′ உயரமும் 3′ சதுரமும் உள்ள பெட்டி. மேல்புறத்திலும் அடியிலும் இரு துளைகள் உள்ளன. இதில் கண்ணாடிகள் ஞாயிற்றின்

கதிர்களைக் குவியச் செய்கின்றன. ஒரு துளையின் வழியாக சூடேறிய காற்று வெளியேறுகிறது. மற்றொரு துளையின் வழியாகக் குளிர்ந்த காற்று உள் வருகிறது. பயணிகளுடன் இக்கலம் திங்களை அடைகிறது. மனிதன் பறக்கக் கற்றுக் கொள்வதற்கு முன்பே, வான் வெளிச் செலவிற்கு இராக்கெட்டு உதவும் என்று இவர் குறிப்பிட்டது சிறப்புடையதே.

12. வால்டேர் (Voltaire) 18-ஆம் நூற்றுண்டில் (1694—1778) வாழ்ந்தவர். சிறந்த பிரெஞ்சு எழுத்தாளர்; மெய்யறிவாளர். எல்லா வகை நூல்களும் எழுதியவர். அவற்றில் ஒன்று மைக்ரோமெகாஸ் (Micromegas). இதில் சிரியாஸ் என்னும் விண்மீன் கூட்டத்திலிருந்து, வடிவத்தில் மிகப் பெரியவன் ஒருவன் நிலவுலகிற்குப் புறப்பட்டு வருகிறுன். வரும் வழியில் சனிக்கோளிலிருந்து வடிவத்தில் மிகச் சிறியவன் ஒருவனைத் துணைக்கு அழைத்துக்கொண்டு வருகிறுன். நிலவுலகை அடைந்ததும் இவ்விருவரும் அறிவிலே பெருகிய நிலவுலக மனிதனின் பேதைமையைக் கண்டு பழிக்கிறுர்கள். மனிதன் ஆராய்ச்சியாலும் ஆற்றலாலும் சிறந்தவன்; ஆனுல், தனது செயல்களால் அவன் பேதைமை நிறைந்தவன் என்பதே இந்நூலில் வால்டேரின் கருத்தாகும்.

13. 1827-இல் திங்கள் செலவு (Voyage to the Moon) நூலை ஆட்டர்லி எழுதுதல்.

14. யூல் வெர்ன் (Jules Verne) 19-ஆம் நூற்றுண்டில் (1828—1905) வாழ்ந்தவர். பிரெஞ்சு எழுத்தாளர். அறிவியல் கதை எழுதுவதில் வல்லவர். இவருக்கு இணையாக வெல்சைச் சொல்லலாம். இவர் எழுதிய அறிவியல் கதைகளில் சில: விண்குமிழியில் ஐந்து வாரங்கள் (Five Weeks in a Balloon), நிலவுலகின் மையத்திற்குச் செலவு (A Voyage to the Centre of the Earth), திங்களைச் சுற்றி (Round the Moon), 80-நாட்களில் நிலவுலகைச் சுற்றுதல்

(Round the World in Eighty Days), நிலவுலகிலிருந்து திங்களுக்கு (From the Earth to the Moon).

கடைசிக் கதையில் வரும் வான் வெளிக் கப்பல் பீரங்கியினுல் சுடப்பட்டு வான் வெளியை அடைகிறது. இது தற்பொழுது நிலாவை இராக்கெட்டு ஏவுவதை ஒத்தது. கப்பல் பீரங்கியின் வடிவமுடையது; நீளம் 900′; எடை 68,000-டன்; பல எந்திர அமைப்புக்களைக் கொண்டது; அலுமினியத்தினுல் செய்யப்பட்டது. கப்பல் வான் வெளியை அடைந்ததும், அதைச் செலுத்த இராக்கெட்டுகள் உண்டு. கப்பலில் சென்ற பேராசிரியரின் மைத்துனர் ஒரு வானியலார். ஆகவே, அவர் கப்பல் செல்லவேண்டிய விரைவு முதலியவை பற்றிய செய்திகளைக் கணக்கிட்டுக் கொடுப்பதில் முனைகிருர்.

15. வெல்ஸ் இந்நூற்ருண்டில் (H. G. Wells, 1860 — 1946) வாழ்ந்தவர். சிறந்த ஆங்கில எழுத்தாளர். இவர் எழுதிய அறிவியல் கதைகளில் சில :- வால்மீன் நாட்களில் (In the Days of the Comet), உலகங்களின் போர் (The War of the Worlds), திங்களில் முதல் மனிதர்கள் (First Men in the Moon), பைக்ராஃப்ட் பற்றிய உண்மை (Truth about Pycroft).

திங்களில் முதல் மனிதர்கள் என்னும் நூலில் நில ஈர்ப்பை வெல்லக் கதையில் வரும் வான்வெளிக் கப்பலில் "கேவோரைட்" (Cavorite) பூசப்படுகிறது. கப்பலில் சாளரங்கள் உண்டு.

திங்களுக்குச் செல்ல வேண்டுமானுல், கப்பலின் திங்கள் நோக்கியுள்ள சாளரங்கள் திறக்கப்பட வேண்டும். இங்கு ஈர்ப்பை வெல்லக் கேவோரைட் பீரங்கி, இராக்கெட்டு ஆகியவற்றிற்கு மாருகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. பைக்ராஃப்ட் பற்றிய உண்மையும் வான்வெளிச் செலவு பற்றிய கதையே. இவ்விரு கதைகளில் முதல் கதை 1901-இல் எழுதப்பட்டது.

16. திரைப் படங்கள் பல. அவற்றில் இங்குக் குறிப்பிடத் தக்கவை: திங்களில் பெண் (The Woman in the

Moon), ஒதுக்கப்பட்ட கோள் (The Forbidden Planet), நான் கதிரவனின் நிலா (I was the Sun's Satellite.)

17. 16 – 20-ஆம் நூற்றுண்டின் தொடக்கம் வரை வான்வெளிச் செலவுக் கதைகள் மலிதல். புனைகதைகள், அறிவியல் கதைகள், நெடுங்கதைகள் ஆகியவை இவற்றில் அடங்கும். இக்கதைகளை அறிவியலார் சிலரும் (கெப்பளர், பேக்கன், வில்கின்ஸ்.....) எழுதினர் என்பது குறிப்பிடத் தக்கது. வான்வெளி நாவாய் இயலின் தந்தையான சியால்கோவிசுகியும் வான் வெளிச் செலவு பற்றிக் கதை எழுதியுள்ளார்.

18. 1920-ஆம் ஆண்டிலிருந்து இன்றுவரை வான் வெளிச் செலவு பற்றிச் செம்மையான அறிவியல் நூல்கள் உருவாதல். அந்நூல்களில் குறிப்பிடத் தக்கவை: கிளார்க் எழுதிய கோள் இடைச் செலவு (Inter-planetary Flight), ஸ்டேன்பெல்டு (A. Sternfeld) எழுதிய கோள் இடைச் செலவு (Inter-planetary Travel). இந்நூல் அனைத் துலக (வான் வெளி நாவாய் இயல்) ஊக்கப் பரிசைப் பெற்றது. ஆக, வான்வெளிச் செலவு அன்று கதையாக இருந்தது, இன்று அறிவியலாக மாறியுள்ளது.

2. வான் வெளிச் செலவு

1. 1680-இல் இராக்கெட்டு ஆராய்ச்சி நிறுவனம் தோன்றுதல். 17-ஆம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த ஜான் வில்கின்ஸ் என்பார் பொறிகள் வாயிலாக வான் வெளிச் செலவு இயலும் என்று கூறுதல். இதே நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த சிரோனு என்னும் பிரெஞ்சு எழுத்தாளர் வான் வெளிச் செலவிற்கு இராக்கெட்டுக்களைப் பயன்படுத்தலாம் என்று தெரிவித்தல். இதே கருத்தை நியூட்டனும் கூறுதல்.

2. 1924-இல் வான்வெளிச் செலவுபற்றிய சிக்கல்களை அறியச் சோவியத்து நாட்டில் கழகங்கள், அமைப்புக்கள் தோன்றுதல். எதிர்வினை இயக்கம் (reaction motion), கோள் இடைச் செலவு பற்றிய சிக்கல்களை ஆராய்வது இவற்றின்

நோக்கங்களாக இருத்தல்; இத்துறையில் ஈடுபட்ட எல்லாரின் முயற்சிகளையும் ஒருங்கு சேர்த்தல்.

3. 1927-இல் செர்மனியில் வான் வெளிச் செலவுக் கழகம் தோற்றுவிக்கப்பட்டு, இராக்கெட்டு வளர்ச்சியில் நாட்டம் செலுத்தப்படுதல். 1930-இல் அமெரிக்க இரக்கெட்டுக் கழகம் தோன்றுதல்.

4. 1932-இல் எதிர்வினை எந்திரங்களை ஆராய, அமைக்க லெனின்கிராடில் மையங்கள் நிறுவப்படுதல்.

5. 1933-இல் பிரிட்டானியக் கோள் இடைச் செலவுக் கழகம் (inter-planetary society) நிறுவப்பட்டுக் கொள்கை அளவில் வான் வெளிச் செலவு நாட்டம் செலுத்தப்படுதல்.

6. கோள் இடைப் போக்குவரத்துத் தொடர்பாக ஆணைக்குழு ஒன்று 1954-இல் உருசியாவில் அமைக்கப் படுதல். குழுவின் நோக்கம் வான் வெளி நாவாய் இயலில் ஆராய்ச்சியை மேம்படுத்துதல். அன்றியும், வான் வெளிச் செலவின் அடிப்படைச் சிக்கல்களை ஆராயும் ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களின் முயற்சிகளை ஒருமுகப்படுத்துதல். இக்குழு வானியல் மன்றத்தின் உறுப்பு. வானியல் மன்றம் உருசிய அறிவியல் கழகத்தின் உறுப்பு. இதே ஆண்டில் மாஸ்கோவி லுள்ள மைய வானூர்தி மன்றத்தின் வான் வெளி நாவாய் இயல் பகுதி நிறுவப்படுதல். உருசியாவிலுள்ள உயர் கல்வி நிலையங்களில் அமைக்கப்பெற்ற வான் வெளி நாவாய் இயல் மன்றங்கள் வான் வெளிச் செலவின் வேறுபட்ட நிலைகளை ஆராய்தல்.

7. 1957-இல் உருசியா தனது முதல் பூத்துணிக்கை ஏவியதிலிருந்து வான் வெளிச் செலவு கனவு நிலையையும் கொள்கை நிலையையும் விட்டுச் செயல் நிலைக்கு மாறுதல். 1961-இல் முதல் வான் வெளி மனிதனை வான் வெளிக்கு விடுத்துத் திரும்பப் பெற்றதினல், உண்மை வான் வெளிச் செலவும் இயலும் என்னும் நிலை உருவாதல். தவிர விலங்கு களும் வான் வெளிச் செலவை நுகர்தல். பொதுவாகச் செயல்நிலை வான் வெளிச் செலவிற்கு உருசிய, அமெரிக்க

நாடுகளில் வான் வெளி ஆராய்ச்சித் திட்டங்கள் அடிப்படையாக இருத்தல். அனைத்துலக வான்வெளி நாவாய் இயல் பேரவையும் வான் வெளிச் செலவிற்கு ஆக்க மளித்தல்.

3. இராக்கெட்டு வரலாறு

1. கி. மு. 2-ஆம் நூற்றாண்டில், அலெக்சாண்டிரியாவில் வாழ்ந்த ஈரோ என்பார் அப்பொழுது தெரிந்த முதல் இராக்கெட்டுகளில் ஒன்றை அமைத்தல்.

2. கி. பி. 1200-இல் சீனர்கள் இராக்கெட்டுகளைக் கண்டறிதல்.

3. 15-ஆம் நூற்றாண்டில் பான்டானு என்னும் இத்தாலியர் முதல் போர் இராக்கெட்டுகளைப் புனைதல். இதே நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த சீனப் புனைவாளர் வான் கூ நிலத்தில் கலங்களை இயக்க, உருளையுள்ள நாற்காலியோடு 40-இராக்கெட்டுகளை இணைத்துச் செய்துபார்த்த ஆய்வில் தோல்வியுறுதல். 1561-இல் பிரெஞ்சுப் போர்ப்படைப் பொறி இயலார் போர்ப்படை இராக்கெட்டுகளைப்பற்றி முதல் பாட நூல் எழுதுதல். இந்நூலில் மூங்கில் உறைகளுக்கு மாறாகத் தோல் உறைகளை இராக்கெட்டுகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம் எனக் கருத்தேற்றம் தெரிவிக்கப்பட்டது.

4. 16-ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் அடுக்கு இராக்கெட்டுகளின் வரைபடங்கள், வருணனைகள் தோன்றல்.

5. 1638-இல் இராக்கெட்டு வளர்ச்சி, ஏற்றம் பெறுவதற்குரிய அறிகுறிகள் தென்படுதல். 1687-இல் இராக்கெட்டிலுள்ள நெறிமுறை நியூட்டனால் தெளிவாகக் கூறப்படுதல். 17-ஆம் நூற்றாண்டில் செம்மையான முறையில் எதிர்காலத் தேவைகளுக்கு ஏற்ற இராக்கெட்டுகள் உருவாகும் முயற்சி தொடங்குதல். இந்நூற்றாண்டின் நடுவில் நிலைப்புச் சிறகுகளோடு இராக்கெட்டுகளின் முதல் அமைப்புப் படங்கள் தோன்றுதல். இந்நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் உருசிய எழுத்தர் மிகாய்லோவின் நூல்

வாயிலாக உருசியா இராக்கெட்டுகளை உருவாக்க முயலுதல். இந்நூற்றுண்டில் இராக்கெட்டு நெறிமுறை கற்பனை நிலையில் உருவாதல்.

6. 1801-இல் வில்லியம் கான்கிரிவ் என்பவரால் போர்த்துறை வளர்ச்சியுறுதல். இராக்கெட்டு ஆய்வில் ஆங்கிலேயர் இறங்குதல். இந்தியாவில் இராக்கெட்டு பயன் பட்டது, கான்கிரிவ் ஆராய்ச்சிக்கு ஆக்கம் அளித்தல். 1804-இல் கான்கிரிவ் இராக்கெட்டுகளைப் பிரிட்டானியப் போர்ப்படை ஏற்றல். 1812-இல் பிரிட்டானியப் போர்ப் படையில் இராக்கெட்டுப் படைப்பிரிவு உருவாதல். 1830 இல் கிளாடு என்னும் பிரெஞ்சுக்காரர் பயணிகளை ஏற்றிச்செல்லும் முதல் இராக்கெட்டை அமைத்தல். 1850-இல் போர் இராக் கெட்டுகள் பழங்காலக் கருவிகளாக மாறுதல். இதற்குப்பின் 70-ஆண்டுகள் வரை இராக்கெட்டுகள் வாணங்களாகவும் உயிர்க்காப்பாற்றும் கலங்களாகவும் பயன்படுதல். 1881-இல் கிபால்சிக்கு, இராக்கெட்டு இயக்கமுடைய பறக்கும் எந்திரம் ஒன்றை அமைத்தல். 19-ஆம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த செர்மன் அறிவியலாரான எர்மன் கான்சுவின்ட் (Hermann Ganswindt) இராக்கெட்டுக் கருவி அமைப்புக்களுக்கு வித்திடல்.

7. 1914-இல் கோடர்டும், பின் ஓபர்த்தும் இராக் கெட்டு ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடுதல். 1920-இல் நீர்ம எரிபொருள் இராக்கெட்டு வளர்ச்சி அமெரிக்காவில் கோடர்டு முயற்சியால் தொடங்குதல். இவ்வாண்டிலிருந்து நிறைவான எரிபொருள் கொண்ட இராக்கெட்டுகளை அமைக்க முயல்வுகளும் ஆய்வுகளும் தொடங்குதல். 1923 நவ. 1-இல் ஆய்வுத் தளத்தில் கோடர்டு நீர்ம எரிபொருள் இராக்கெட்டு இயங்குதல். 1926 மார்ச் 16-இல் முதல் நீர்ம எரி பொருள் இரக்கெட்டைக் கோடர்டு இயக்குதல். 1927-இல் செர்மானியக் கடல் ஊர்திகள் இராக்கெட்டின் துணை கொண்டு கிளம்பலாம் என்று கருதப்படுதல். கொஞ்ச காலம் கழித்துச் சேண்டர் தூள் எரிபொருள் இராக்கெட்டுகளினுல் ஜன்காஸ் கலம் கிளம்புதல். 1928-இல் வேலியர்-சேண்டர்

ஆய்வுகள் நடைபெறுதல். இவ்வாய்வுகளில் ஓபல் கார்கள் இராக்கெட்டு அடுக்குகளால் இயக்கப்படுதல். 1930-ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் நிலத்தில் இராக்கெட்டு மோட்டார்களை உருசியர்கள் ஆய்ந்துபார்த்தல். 1930-இல் வேலியர், ஏலண்டு என்பாருடன் சேர்ந்து, கெட்டி எரிபொருள் இராக்கெட்டுகளைக் காட்டிலும் சிறந்த கார் ஒன்றை அமைத்தல். இந்தக் கார் நீர்ம ஆக்சிஜனாலும், பெட்ரோலாலும் இயங்கிற்று.

1933-இல் உருசியா, டிகோன் ரேவவ் செய்த முதல் நீர்ம எரிபொருள் இராக்கெட்டை ஏவுதல். 1938-இல் ஜூலை—அக்டோபரில் நீர்ம எரிபொருள் இராக்கெட்டை இயக்குவதற்காகத் தொடர்வரிசை ஆய்வுகள் நடத்தப் படுதல். இதைத் தொடர்ந்து இராக்கெட்டு ஆற்றலால் இயங்கும் முதல் வான் கலம் உருவாக்கப்படுதல். 1942-இல் 8-ஆண்டு ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக V—2 இராக்கெட்டு ஏவப்படுதல். 1946-இல் கோடையில் பிடிபட்ட V-2 இராக்கெட்டுகளை அமெரிக்கப் போர்ப்படை வல்லுநர்கள் ஆய்ந்துபார்த்தல். 1947-இல் இரண்டாவது உலகப்போர் முடிவில் செர்மனி இராக்கெட்டுத்துறை வளர்ச்சியில் மற்ற நாடுகளைக் காட்டிலும் அறிவிலும் அருஞ்செயலிலும் 10-ஆண்டு முன்னேறிய நிலையிலிருத்தல். இரண்டாவது உலகப்போருக்குப்பின் இராக்கெட்டுத் துறை வளர்ச்சியில் செர்மனியின் நிலை குன்றுதல்; பிரிட்டன், அமெரிக்கா முதலிய நாடுகள் இராக்கெட்டு ஆற்றலால் இயங்கும் ஊர்திகளை உருவாக்கல். இதைத் தொடர்ந்து எறிபடைகள் தோன்றுதல்.

1947-ஆம் ஆண்டிலிருந்து காற்றுமேல் வெளி ஆராய்ச்சிக்காக உருசியாவும், அமெரிக்காவும் இராக் கெட்டுகளை ஏவுதல். 1949-ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரி 24-இல் ஈரடுக்கு இணைப்புப்பெற்ற வேக்கார்ப்போரல் இராக்கெட்டு ஏவப்படுதல். 1957—1958-இல் நில இயல்பியல் ஆண்டுத் திட்டத்தில் இராக்கெட்டுகளும் நிலாக்களும் ஏவப்படுதல். இராக்கெட்டுத்துறை செம்மையான வளர்ச்சி பெறுதல்.

17-ஆம் நூற்ருண்டில் (கற்பனை நிலையில்) தோன்றிய இராக்கெட்டு நெறிமுறை, 19, 20-ஆம் நூற்ருண்டுகளில் திருத்தமான இராக்கெட்டுகளை ஏவியதன் வாயிலாகச் செயற்படுதல். இச்செயல் வான் வெளிச் செலவிற்கு ஆக்கமளித்தல்; வான் வெளி ஆராய்ச்சி செம்மையுறுதல்.

4. அமெரிக்க இராக்கெட்டுகள்

வ. எண்.	பெயர்	விட்ட நாள்	உயரம்	சிறப்புக் குறிப்பு
1	ஏரோபி இராக்கெட்டு	அக். 16, 1958	—	நில ஈர்ப்பை விடுபடுமாறு, அலுமினிய விண்கற்கள் இராக்கெட்டிலிருந்து ஏவப்பட்டன.
2	ஏரோபி ஆராய்ச்சி இராக்கெட்டு	மார்ச் 1959	123 மைல்	முதல் தடவையாகக் கதிரவனின் விளக்கமான படத்தை எடுத்தது வரலாற்று நிகழ்ச்சியாகும்.
3	நைக்-ஆஸ்ப் இராக்கெட்டு	ஆக. 19, 1959	மிகுதியான உயரம்	சோடியக் கூட்டுப் பொருளைச் சுமந்து சென்றது. நோக்கம் : மேல் உயரங்களில் காற்றோட்டங்களின் விரைவுகளை அறிய.
4	ஆராய்ச்சி இராக்கெட்டு	டிச. 22, 1959	560 மைல்	முகப்பு எடை 48 பவு. விண்மீன்களிலிருந்து வரும் வானொலிக் குறிபாடுகளைப் பதிவு செய்யவிடப்பட்டது.
5	ஏரோபி-சீ-இராக்கெட்டு	மே. 26, 1960	125 மைல்	விண்மீன்களிலிருந்து வரும் புறஊதாக் கதிர்களை அளக்கவிடப்பட்டது. இராக்கெட்டில் 8-தொலை நோக்கிகள் இருந்தன.

வ. எண்.	பெயர்	விட்ட நாள்	உயரம்	சிறப்புக் குறிப்பு
6	ஜோ இராக்கெட்டு	ஜன. 21, 1960	—	திருமதி சாம் என்னும் குரங்கு வான்வெளிக்குச் சென்று திரும்பியது. மனிதனுக்கு முன்னேடியாக வான்வெளிக்குச் சென்றது; கடலில் பெறப்பட்டது.
7	ஆராய்ச்சி இராக்கெட்டு	அக். 13, 1960	700 மைல்	கதிர்வீச்சு விளைவுகளை ஆராயச் சாலி, அமி, மோ என்னும் மூன்று சுண்டெலிகள், வான் வெளிக்கு அனுப்பப்பட்டுத் திரும்பவும் நலமுடன் பெறப்பட்டன.
8	ஆர்க்கோ-D-8 இராக்கெட்டு	அக். 19, 1960	1200 மைல்	மனித வான் வெளிச் செலவில் தீங்காகக் கருதப்படும் கதிர் வீச்சை ஆராய, 83 பவு. எடையுள்ள பொதிகையை இராக்கெட்டு சுமந்து சென்றது.

5. உருசிய இராக்கெட்டுகள்

வ. எண்.	பெயர்	விட்ட நாள்	உயரம்	சிறப்புக் குறிப்பு
1	ஆராய்ச்சி இராக்கெட்டு	நவ. (?) 1957	100 கி. மீ.	ஆல்பினே, டாம்கா என்னும் இரு நாய்கள் 'வான்வெளி'க்குச் சென்று திரும்பின. நலமுடன் உள்ளன. முதன் முதலாகச் சென்ற விலங்குகள் (100 கி. மீ. உயரத்திற்கு). மற்றும் மாலிஷ்கா, கோசியாக்கா முதலிய நாய்களும் மேல் உயரங்களுக்குச் சென்று வந்துள்ளன.
2	,,	ஆக. 27, 1958	279 மைல்	பெல்யான்கா, பெஸ்ட்ராயா என்னும் இரு நாய்கள் வான்வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பின.

வ. எண்	பெயர்	விட்ட நாள்	உயரம்	சிறப்புக் குறிப்பு
3	,,	ஜுலை 2, 1959	—	கரேஜியஸ், சுனேயி என்னும் இரு நாய்களும் ஒரு முயலும் வான் வெளிக்குச் சென்று நல முடன் திரும்பின. இவ்விரு நாய் களும் பட்டறிவுடைய வான் வெளிப் பயணிகள். இவை மேற் கொண்ட செலவினுல் அரிய செய்திகள், உயிரியல் செயல் முறைகளைப் பற்றியும்; வான் வெளி நிலைமைகள் பற்றியும் கிடைத்துள்ளன.

6. இயற்கை நிலாக்கள்

வ. எ.	கோள்கள்	நிலாக்களின் எண்ணிக்கை
1	புதன்	0
2	வெள்ளி	0
3	நிலவுலகு	1
4	செவ்வாய்	2
5	வியாழன்	12
6	சனி	9
7	யுரேனஸ்	5
8	நெப்டியூன்	2
9	புளூடோ	0

7. அமெரிக்க விண்குமிழிகள்

வ. எ.	பெயர்	விட்ட நாள்	உயரம்	எடை	சிறப்புக்குறிப்பு
1	விண்குமிழி	ஆக. 1957	1,02,000′	—	உயரம் புதுக்குறிப்பு. சைமன்ஸ் என்னும் அறிவியலார் 32-மணி நேரம் தங்கியிருந்தார். வடமுனை ஒளியைக் கண்டுகளித்தார். வான் வெளிச் செலவிற்கு முன்னோடி.
2	,,	செப். 1957	80,000′	—	இதிலுள்ள புகைப்படப் பெட்டி கதிரவனின், மிகத் தெளிவான படத்தை எடுத்தது.
3	,,	ஜூலை. 1959	—	கருவிகளின் எடை 173 பவு.	பெரிய குமிழி. விண் கதிர்களை அளக்க ஏவப்பட்டது.
4	,,	பிப். 27, 1960	200 மைல்	130 பவு.	10 அடுக்கு உயரமுள்ள பிளாஸ்டிக் குமிழி. விண் குமிழி வகை நிலாக்களுக்கு முன்னோடி.
5	,,	ஜூலை 20, 1960	1,33,000′	—	கறுப்புச்சுண்டெலிகள் சென்றன. நோக்கம் : விண் கதிர்களின் விளைவுகளை அறிய. எலிகளுக்குத் தனி உடை அணிவிக்கப்பட்டிருந்தது.

8. சரபோஜி கல்லூரிக் கருத்தரங்கு

வ. எ.	தலைப்பு	பேசியவர்கள்
1	கோள்களின் இயக்கம்	பேரா. V. S. கிருஷ்ணமூர்த்தி M. A., சரபோஜி கல்லூரி.
2	அயனவெளி	டாக்டர் A. S. இராமநாதன் M. A., P. HD., கலைக்கல்லூரி, குடந்தை.
3	நில இயல்பியல்	பேரா. P. சவரிமுத்து M. A., தூய ஜோசப் கல்லூரி, திருச்சி.
4	இராக் கெட்டுகள்	டாக்டர் A. நரசிங்கராவ் D. SC., சென்னை.
5	செயற்கை நிலாக்கள்	கேப்டன் T. முருகையன் M. A., முதல்வர், சரபோஜி கல்லூரி.
6	திங்களுக்குப் பறந்து செல் லுதல்	பேரா. N. சேஷாத்திரி M. A., காதர் மொய்தீன் கல்லூரி, அதிராம் பட்டினம்.

9. உருசிய நில நிலாக்கள் : பூத்துனிக்குகள் (1)

வ. எ.	1	2	3	4	5
நிலாவின் பெயர்	பூத்துனிக்கு-1	பூத்துனிக்கு-2	பூத்துனிக்கு-3	பூத்துனிக்கு-4	பூத்துனிக்கு-5
விட்ட நாள்	அக். 4, 1957	நவ. 3, 1957	மே 15, 1958	மே 15, 1960	ஆக.19, 1960
வடிவம்	உருண்டை	முட்டை	கூம்பு	—	—
எடை (கி. கி.)	83·600	508·300	1,327	4,540	4,600
வாழ்நாள்	91 நாட்கள்	161 நாட்கள்	691 நாட்கள்	$1\frac{1}{2}$ ஆண்டுகள்	—
சுற்றுகாலம் (நிமி)	96·17	103·74	105·95	91·2	90·9
சாய்வுக்கோணம்	65°12′	65°17′	65°	65°	—
அண்மைத் தொலைவு (கி.மீ.)	227	225	—	312	—
சேய்மைத் தொலைவு (கி.மீ.)	947	1,671	1,880	360	—
நிலாவின் மொத்த பொறி யாற்றல்	100	633	1,671	—	—
சிறப்புக் குறிப்பு	முதன்முதலில் ஏவப்பட்டது.	இலய்க்கா என்னும் நாய் சென்றது.	—	செயற்கை மனிதன் சென்றான்.	நாய்கள் திரும்பப் பெறப்பட்டன.

9. உருசிய நில நிலாக்கள் : பூத்துனிக்குகள் (2)

வ. எண்.	6	7	8
நிலாவின் பெயர்	பூத்துனிக்கு—6	பூத்துனிக்கு—7	பூத்துனிக்கு—8
விட்ட நாள்	டிச. 1, 1960	பிப். 4. 1961	மார்ச் 9, 1961
வடிவம்	—	—	—
எடை (கி. கி.)	4,563	6,483	4,700
சுற்றுகாலம் (நிமி.)	88· 47	89 · 80	—
சாய்வுக்கோணம்	64°	—	64°
அண்மைத்தொலைவு (கி. மீ.)	—	223 · 5	183 · 5
சேய்மைத்தொலைவு (கி. மீ.)	—	327 · 6	248 · 8
சிறப்புக்குறிப்பு	காற்று வெளியில் அழிந்தது.	மிகப்பளுவான நிலா ; உயிர்கள் செல்லவில்லை	உயிர்கள் திரும்பப் பெறப்பட்டன.

9. உருசிய நில நிலாக்கள்: பூத்துனிக்குகள் (3)

வ. எண்.	9	10	11
நிலாவின் பெயர்	பூத்துனிக்கு—9	பூத்துனிக்கு—10	பூத்துனிக்கு—11
விட்ட நாள்	மார்ச் 25, 1961	ஏப். 12, 1961	ஆக. 6, 1961
வடிவம்	—	—	—
எடை (கி. கி.)	4,695	4,725	4,731
சுற்றுகாலம் (நிமி.)	88·42	89·1-6	88
சாய்வுக்கோணம்	—	65·04°	64°
அண்மைத்தொலைவு (கி. மீ.)	178·1	175	110 மைல்
சேய்மைத்தொலைவு (கி. மீ.)	247	302	160 மைல்
சிறப்புக்குறிப்பு	நாய் திரும்பப் பெறப்பட்டது.	முதல் வான்வெளி மனிதர் (காகரின்) வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பினர். வாஸ்தோக்கு—1	நான்காம் வான்வெளி மனிதர் டிட்டோவ் வான் வெளிக்குச் சென்று நலத்துடன் திரும்பினர். வாஸ்தோக்கு—2

10. உருசிய கோள் நிலாக்கள் : உலூனிக்குகள்

வ. எண்	1	2	3	4
நிலாவின் பெயர்	உலூனிக்கு-1	உலூனிக்கு-2	உலூனிக்கு-3	உலூனிக்கு-4
விட்ட நாள்	ஜனவரி 2,1959	செப். 12, 1959	அக். 4, 1959	பிப். 12, 1961
எடை (கி.கி.)	1,833	1,511	1,553	643-5
சுற்றுகாலம்	450 நாட்கள்	—	—	—
அண்மைத்தொலைவு	—	—	40,000 கி. மீ.	—
சேய்மைத் தொலைவு	—	—	470,000 கி. மீ.	—
அண்மைத் தொலைவில் விரைவு	1 விஞடிக்கு 32 கி. மீ.	—	—	—
சேய்மைத் தொலைவில் விரைவு	1 விஞடிக்கு 27·750 கி. மீ.	—	—	—
வாழ்நாள்	பல ஆண்டுகள்	—	பலஆண்டுகள்(?)	பல ஆண்டுகள்
சிறப்புக் குறிப்பு	கதிரவனின் 10-வது நிலா	திங்களில் நிலையாகக் குடியேறியது.	திங்களின் மறைந்த பகுதியைப் படம் பிடித்தது.	வெள்ளிக் கோளின் நிலையம்

11. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : எக்ஸ்புளோரர்கள் (1)

வ. எண்	1	2	3
நிலாவின் பெயர்	எக்ஸ்புளோரர்—1	எக்ஸ்புளோரர்—3	எக்ஸ்புளோரர்—4
விட்ட நாள்	ஜன. 31,1958	மார்ச் 26, 1958	ஜூலை 26, 1958
எடை (பவுண்டு)	30.8	31	38·5
வடிவம்	உருளை	உருளை	உருளை
வாழ்நாள் (ஆண்டு)	5	3½ திங்கள்	1
சாய்வுக்கோணம்	33·58°	36·5°	—
அண்மைத்தொலைவு	350 கி. மீ.	187 கி. மீ.	—
சேய்மைத்தொலைவு	2,539	2,785	—
அண்மைத்தொலைவில் விரைவு	8,225 மீ/வி.	8,382 மீ/வி.	—
சேய்மைத்தொலைவில் விரைவு	6,196 ,,	5,978 ,,	—
சுற்றுகாலம் (நிமி.)	114·95	115·9	110
சிறப்புக்குறிப்பு	நிலவுலகைச் சுற்றியுள்ள கொடிய கதிர் வீச்சு வளையத்தைக் கண்டுபிடித்தது.	—	—

11. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : எக்ஸ்புளோரர்கள் (2)

வ. எண்.	4	5	6	7
நிலாவின் பெயர்	எக்ஸ்புளோரர் 6	எக்ஸ்புளோரர் 7	எக்ஸ்புளோரர் 8	எக்ஸ்புளோரர் 10
விட்ட நாள்	ஆக. 7, 1959	அக். 12, 1959.	நவ. 3, 1960	மார்ச் 25, 1961
எடை (பவுண்டு)	142	91·5	90	78
வடிவம்	வாத்துக்கால்	கூம்பு	—	முரசு
வாழ்நாள் (ஆண்டு)	1	20	20	—
சாய்வுக்கோணம்	—	—	—	—
அண்மைத்தொலைவு	—	—	—	—
சேய்மைத்தொலைவு	—	—	—	—
அண்மைத்தொலைவில் விரைவு	—	—	—	—
சேய்மைத்தொலைவில் விரைவு	—	—	—	—
சுற்றுகாலம் (நிமி.)	—	—	—	111 மணி
சிறப்புக்குறிப்பு	கதிர் வீச்சு வளையத்தைக் கண்டறிந்தது. நிலவுலகைப் படம் பிடித்தது.	நிலவுலகைச் சுற்றியுள்ள கதிர் வீச்சு வளையங்களை அறிய விடப்பட்டது.	வானொலிக் குறுக்கீட்டைச் சரி பார்க்க விடப்பட்டது.	காந்தக்களத்தை அளக்க விடப்பட்டது.

12. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : வேன் கார்டுகள்

நிலாவின் பெயர்	வேன்கார்டு—1	வேன்கார்டு—2	வேன்கார்டு—3
விட்ட நாள்	மார்ச்சு 17, 1958	பிப். 17, 1959	செப். 18, 1959
வடிவம்	உருண்டை	உருண்டை	கூம்பு வடிவம்
வாழ்நாள் (ஆண்டுகள்)	200	100	40
எடை (பவுண்டு)	3·5	20.75	50
சிறப்புக்குறிப்பு	நிலவுலகம் பேரிக்காய் வடிவம் எனக் கண்டறிந்தது.	நிலவுலகிற்கு மேலுள்ள முகில் அமைப்புக்கள் பற்றித் தெளிவில்லாதத் தொலைக் காட்சிப்படங்களை அனுப்பியது.	வேன்கார்டு வரிசையில் கடைசி நிலா. காந்தமண்டலங்கள், கதிரவனிடமிருந்து வரும் X- கதிர்கள் முதலிய வற்றை அளந்தது.

13. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : டிஸ்கவரர்கள் (1)

வ. எண்.	1	2	3	4	5
நிலாவின் பெயர்	டிஸ்கவரர்-1	டிஸ்கவரர்-2	டிஸ்கவரர்-5	டிஸ்கவரர்-6	டிஸ்கவரர்-7
விட்டநாள்	பிப். 28, 1958	ஏப். 13, 1959	ஆக. 13, 1959	ஆக. 19, 1959	நவ. 7, 1959
வாழ்நாள்	5 நாட்கள்	13 நாட்கள்	15 திங்கள்	—	—
வடிவம்	உருளை	உருளை	உருளை	உ.ருளை	—
எடை (பவுண்டு)	1300	1600	1700	1700	300 (பொதிகையின் எடை)
சிறப்புக் குறிப்பு	—	—	—	—	—
சுற்றுகாலம் (நிமி)					90

13. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : டிஸ்கவரர்கள் (2)

வ. எண்	6	7	8	9
நிலாவின் பெயர்	டிஸ்கவரர்-8	டிஸ்கவரர்-11	டிஸ்கவரர்-13	டிஸ்கவரர்-14
விட்டநாள்	நவ. 20, 1959	ஏப். 16, 1960	ஆக. 10,1960	ஆக. 1960
வாழ்நாள்	—	—	—	—
வடிவம்	—	—	—	—
எடை (பவுண்டு)	300 (?)	1700	300	300 (?)
சிறப்புக் குறிப்பு	—	—	மீட்கப்பட்டது	மீட்கப்பட்டது
சுற்றுகாலம் (நிமி)	103	92	103	—

13. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : டிஸ்கவரர்கள் (3)

வ. எண்.	10	11	12	13
நிலாவின் பெயர்	டிஸ்கவரர்-17	டிஸ்கவரர்-18	டிஸ்கவரர்-25	டிஸ்கவரர்-26
விட்டநாள்	நவ. 12, 1960	டிச. 7, 1960	ஜூன் 16,1961	ஜூலை 1961
வாழ்நாள்	—	—	—	—
வடிவம்	—	—	—	—
எடை (பவுண்டு)	300	300	300	300
சிறப்புக் குறிப்பு	மீட்கப்பட்டது	மீட்கப்பட்டது	மீட்கப்பட்டது	மீட்கப்பட்டது
சுற்றுகாலம் (நிமி)	—	—	—	—

14. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : உதிரிகள் (1)

வ. எண்.	1	2	3	4
நிலாவின் பெயர்	அட்லாஸ்	டிரான்சிட் I-B	டிரான்சிட் 2-A	டிராஸ்- 1
விட்ட நாள்	டிச. 18, 1958	ஏப். 13, 1960	ஜூன் 22, 1960	ஏப். 1, 1960
வடிவம்	—	உருண்டை	—	—
எடை (பவுண்டு)	8,700	265	223	270
வாழ்நாள்	1 திங்கள்	2 ஆண்டுகள்	60 ஆண்டுகள்	40 ஆண்டுகள்
சிறப்புக்குறிப்பு	முதல் தடவையாக வான்வெளியிலிருந்து மனிதக்குரலை நிலவுலகிற்குத் திரும்ப அனுப்பியது.	கப்பல் போக்குவரத்துக்குப் பயன்பட விடப்பட்டது.	} → ஒரே சமயத்தில் இரு நிலாக்கள் ஏவப்பட்டன.	முகில் அடுக்கைப் படம் பிடிக்க விடப்பட்டது.

14. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : உதிரிகள் (2)

வ. எண்.	5	6	7	8
நிலாவின் பெயர்	டிராஸ்-2	கொரியர்-18	மைடாஸ்-2	எதிரொலி-1
விட்ட நாள்	நவ. 23, 1960	அக். 4, 1960	மே 24, 1960	ஆக. 12, 1960
வடிவம்	பறை வடிவம்	உருண்டை	—	உருண்டை
எடை (பவுண்டு)	280	500	5000	167
வாழ்நாள்	20 ஆண்டுகள்	500 ஆண்டுகள்	10 ஆண்டுகள்	1 ஆண்டு
சிறப்புக் குறிப்பு	வானிலை அறியும் நிலா.	காந்தமூளை நிலா	உளவறியும் நிலா	வானொலித் தொடர்புக்கு எதிர்காலத்தில் பயன்படும்.

14. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : உதிரிகள் (3)

வ. எண்.	9	10	11	12
நிலாவின் பெயர்	சேமாஸ்-2	இரட்டை நிலா	தொலைநோக்கி நிலா	வான்வெளி நிலா
விட்டநாள்	ஜன. 31, 1961	பிப். 21, 1961	ஏப். 27, 1961	மே 24, 1961
வடிவம்	—	—	—	—
எடை (பவுண்டு)	4,100	250, 50	95	—
வாழ்நாள்	20 நாள்	சில வாரங்கள்	—	—
சிறப்புக் குறிப்பு	உளவறிநிலா	ஒன்று கப்பல் போக்கு வரத்து நிலா. மற்றொன்று ஒட்டு நிலா.	விண்ணகத்தின் கதிர் வீச்சு மறைவுகளை அறிய விடப்பட்டது.	இதுவரை கண்டறியாத வான் வெளிப் புதுமைகளைக் கண்டறிய விடப்பட்டது.

14. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : உதிரிகள் (4)

வ. எண்.	13	14	15
நிலாவின் பெயர்	மூன்று நிலா	டிராஸ்-3	மைடாஸ்-3
விட்டநாள்	ஜூன் 29, 1961	ஜூலை 12, 1961	ஜூலை 12, 1961
வடிவம்	—	முரசு	—
எடை (பவுண்டு)	270	285	5,000 (?)
வாழ்நாள்	—	—	—
சிறப்புக் குறிப்பு	டிரான்சிட் 4-A, கிரிப்-3, இன்ஜன் ஆகிய மூன்று நிலாக்களும் மூன்றடுக்குத் தார்-ஏபிள் - ஸ்டார் இராக்கெட்டால் ஏவப்பட்டன.	"தட்பவெப்பக்கண்" என்று கூறப்படுவது. தட்பவெப்ப நிலையை அறிய விடப்பட்டது.	உளவறிநிலா

15. அமெரிக்க நில நிலாக்கள் : மர்க்குரிகள்

வ. எ.	1	2	3	4
நிலாவின் பெயர்	மர்க்குரி நிலா-1	மர்க்குரி நிலா-2	மர்க்குரி நிலா-3	மர்க்குரி நிலா-4
விட்ட நாள்	ஏப். 28, 1961	ஜன. 31, 1961	மே 5, 1961	ஜுலை 21, 1961
வடிவம்	உருளை	கூம்பு	கூம்பு	கூம்பு
எடை	$1\frac{1}{2}$ டன்	$1\frac{1}{2}$ டன்	2,000 பவுண்டு (4,040)	4,040 பவு.
சிறப்புக் குறிப்பு	மனிதன் வான் வெளிக்குச் செல்வதற்கு முதற்படியாக விடப்பட்டது. நிலாவில் இரு செயற்கை மனிதர்கள் இருந்தனர்.	ஹாம் என்னும் குரங்கு வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்பியது.	ஷெப்பர்டு வான் வெளிக்குச் சென்று நலமுடன் திரும்புதல்.	கிரிசம் வான் வெளிக்குச் சென்று நலத்துடன் திரும்புதல்.

16. காகரின் × ஷெப்பர்டு

வ. எ.	தன்மை	காகரின்	ஷெப்பர்டு
1	நாள்	ஏப். 12, 1961	மே 5, 1961
2	செலவு	சுற்றுவழிச் செலவு	துணைச் சுற்று வழிச் செலவு
3	காலம் (நிமி)	108	15
4	உயரம் (மைல்)	187·75	116·5
5	தொலைவு (மைல்)	25,000	302
6	உயர் விரைவு	17,400	5,100
7	கலத்தின் எடை (பவு.)	10,460	4,040
8	கலத்தின் பெயர்	வாஸ்தோக்கு-1	'ஃ பிரீடம்-7'
9	இராக்கெட்டின் இறுக்கம் (பவு.)	800,000	78,000
10	எடையின்மை(நிமி)	89·1	5
11	ஈர்ப்பின் அளவு	4 ஈ	6, 11 ஈ
12	இயக்கம்	இயங்குதல், முதல் வான் வெளிச் செல்வோர்	இயக்கப்படுதல், முதல் வான் வெளி வலவர்
13	இடம்	இறங்கியது நிலத்தில்	இறங்கியது கடலில்
14	வயது	28	38

16 அ. டிட்டோவ் × கிரிசம்

வ. எ.	தன்மை	டிட்டோவ்	கிரிசம்
1	நாள்	ஆக. 6, 1961	ஜூலை 21, 1961
2	செலவு	சுற்றுவழிச் செலவு	துணைச் சுற்றுவழிச் செலவு
3	காலம்	28 மணி 18 நிமி.	16 நிமி.
4	உயரம் (மைல்)	110 — 160	118
5	தொலைவு (மைல்)	435,000	303
6	உயர் விரைவு	17,750	5,280
7	எடை	10,430	4,040
8	கலத்தின் பெயர்	வாஸ்தோக்கு—2	'லிபர்ட்டி பெல்'-7
9	இராக்கெட்டின் இறுக்கம் (பவு.)	800,000	78,000
10	எடையின்மை	25 மணி	5 நிமி.
11	ஈர்ப்பின் அளவு	4 ஈ	2-5 ஈ, 10 ஈ
12	இயக்கம்	இயக்கப்படுதல், இயங்குதல்	}→
13	இடம்	இறங்கியது நிலத்தில்	இறங்கியது கடலில்
14	வயது	27	36

17. அமெரிக்கக் கோள் நிலாக்கள்: பயனியர்கள்

வ. எண்.	1	2	3	4
நிலாவின் பெயர்	பயனியர்-1	பயனியர்-3	பயனியர்-4	பயனியர்-5
விட்ட நாள்	அக்.11,1958	டிச. 6, 1958	மார்ச் 3, 1959	மார்ச் 11,1960
வடிவம்	கம்பு வடிவம்	கம்பு வடிவம்	கம்பு வடிவம்	கம்பு வடிவம்
வாழ்நாள்	43 மணி 17.5 நிமி	38 மணி 6 நிமி	பலகோடி ஆண்டுகள்.	பலகோடி ஆண்டுகள்
எடை (பவுண்டு)	86.5	13	13.5	94.8
சிறப்புக்குறிப்பு	திங்களை அடையவில்லை.	திங்களை அடையவில்லை. நிலவுலகைச் சுற்றிலும் 2-ஆவது கதிரியக்க மண்டலம் இருப்பதைக் கண்டு பிடித்தது.	கதிரவன் நிலா. பயனியர் வரிசையில் வெற்றியுடன் ஏவப்பட்ட முதல் நிலா.	எடை மிகுதி. கதிரவன் நிலா.

17 அ. ஏவிய வான் வெளிப் பொருள்கள்*

ஏவிய நாடு	ஏவிய நிலாக்கள்	வான் வெளிக்குச் சென்ற பொருள்கள்	அழிந்த பொருள்கள்	சுற்று வழியிலுள்ள நிலாக்கள்	கதிரவன் சுற்றுவழியில் செல்லும் நிலாக்கள்.
உருசியா	14	36	31	3	2
அமெரிக்கா	42	74	24	48	2
மொத்தம்	56	110	55	51	4

* 1961 ஜூன் 28 வரை விடப்பட்ட நிலாக்கள்

18. கப்பல் வேறுபாடு

வ. எ.	நில-நிலையக்கப்பல் *	நிலைய-கோள் கப்பல் †
1	முழுக்காற்று வெளி வழியே செல்ல வேண்டியிருப்பதால் காற்றுத்தடை வரி தேவை.	வெற்றிடத்தில் செல்வதால் காற்றுத் தடை வரி தேவை இல்லை.
2	விரைவு மிகுதி. ஆகவே, எரிபொருளும் மிகுதி. விரைவு 1-விநாடிக்கு 8 கி. மீ.	விரைவு குறைவு. ஆகவே, எரிபொருளும் குறைவு. விரைவு 1-விநாடிக்கு 3·1-3·6 கி. மீ.
3	எரிபொருள் தொட்டி பெரியது. உருளை வடிவம்.	சிறியது. கோளவடிவம்.
4	நிலைப்புச் சிறகுகள் தேவை.	தேவை இல்லை.

* நிலவுலகிலிருந்து வான் வெளி நிலையத்திற்குச் செல்லும் கப்பல்.

† வான் வெளி நிலையத்திலிருந்து திங்கள் முதலிய கோள்களுக்குச் செல்லும் கப்பல்.

19. நிலா சுற்றுவழியை அடைதல்

இராக்கெட்டு அடுக்கு	உயரம்	விரைவு	வழி	சிறப்புக் குறிப்பு
முதல் அடுக்கு	30 மைல்	1-மணிக்கு 300 மைல்	செங்குத்துவழி	முதல் அடுக்கு இரண்டாம் அடுக்கை இயக்கிவிட்டுக் கழலும்.
இரண்டாம் அடுக்கு	260 மைல்	1-மணிக்கு 1200 மைல்	45° கோணவழி	காற்று வெளியைக் கடந்து விடுவதால் விரைவு மிகுதி. இரண்டாம் அடுக்கு மூன்றும் அடுக்கை இயக்கிவிட்டுக் கழலும்.
மூன்றும் அடுக்கு	560 மைல்	1-மணிக்கு 18,000மைல்	கிடைமட்டவழி	இரக்கெட்டு கிடைமட்ட வழியை அடையக் கொஞ்சங் கொஞ்சமாகச் சாய்ந்து செல்லும். நிலாவைச் சுற்றுவழியில் விட்டுப் பின்செல்லும். சுற்றுவழி வட்டம் அல்லது நீள்வட்டமாக இருக்கும்.

20. விண்வெளி விரைவுகள்

வ. எண்	பெயர்	வேறு பெயர்	வழி	அளவு	பயன்
1	முதல் விண் வெளி விரைவு	நீள்வட்ட விரைவு (elliptical speed)	நீள்வட்டம்	1 விஞடிக்கு 11·1 கி.மீ. (7·9 -11·2 கி.மீ/ வி.)	திங்கள் நிலாக்களை ஏவ.
1 அ	சுற்றுவழி விரைவு	—	வட்டம் அல்லது நீள்வட்டம்	1 விஞடிக்கு 7·9 கி. மீ.	நில நிலாக்களை ஏவ.
1 ஆ	கிடைமட்ட விரைவு	—	,,	,,	,,
2	இரண்டாம் விண்வெளி விரைவு	பக்கவட்ட விரைவு Parabolic Speed	பக்கவட்டம் (Parabola)	1-விஞடிக்கு 11·2 கி. மீ.	கோள் நிலாக்களை ஏவ.
2 அ	விடுபடுவிரைவு	,,	,,	,,	,,
3	மூன்றும் விண் வெளி விரைவு	மேல்வட்ட விரைவு (Hyperbolic Speed)	மேல்வட்டம் (Hyperbola)	1-விஞடிக்கு 11·2 கிலோ மீட்டருக்கு மேல் (11·2-11·7 கி.மீ/வி.	கோள்களுக்கு மட்டுமல்லாமல், கதிரவன் குடும்பத்துக்கு அப்பாலும் நிலாக்களை ஏவலாம்.

21. நிலைமைகள் வேறுபாடு

வ. எண்.	காற்றுவெளி நிலைமைகள்	வான் வெளி நிலைமைகள்
1	குருதி ஓட்டம், மூச்சு விடுதல் முதலிய உயிரியல் செயல்முறைகள் நலமுடன் நடைபெறும்.	நடைபெறு. வான் வெளி உடை முதலிய செயற்கை ஏற்பாடுகள் தேவை.
2	ஈர்ப்பு உண்டு. எனவே, எடை உண்டு. பிடிப்பு நிலை.	ஈர்ப்பில்லை. எனவே, எடையின்மை நிலை. மிதப்பு நிலை.
3	வெப்பக்கடத்தல், சுழற்சி, கதிர்வீச்சு ஆகிய செயல்முறைகள் நடைபெறும். குறிப்பாக வெப்பச் சுழற்சியினுல் காற்ருேட்டம் நிகழும். இதனுல் எரிதல் நடைபெறும்.	கதிர்வீச்சு மட்டுமுண்டு. வெப்பச் சுழற்சி இல்லாததால் காற்ருேட்டம் இல்லை. எனவே, பொருள்கள் எரியா.
4	இங்கு வருவது இரண்டாம் நிலை விண் கதிர் வீச்சு.	இங்கு நிலவுவது முதல் நிலை விண்கதிர் வீச்சு.
5	உண்ணல், உறங்கல், உடல் இயக்கம் எளிது.	எடையின்மையால் அரிது. செயற்கை ஏற்பாடுகள் தேவை.
6	உயிர் வளர்ச்சி குறைவு. முதுமை (?).	உயிர் வளர்ச்சி மிகுதி; இளமை (?).
7	காலம் மிகுதி (?).	காலம் குறைவு (?).
8	நிலக் காட்சியைப் பார்க்கலாம்.	வான் வெளிக் காட்சியைக் கண்டுகளிக்கலாம்.
9	இல்லை.	தனிமையினுல் சில உள நோய்கள் உண்டாகலாம்.
10	வான் ஊர்தி முதலிய கலங்களினுல் செலவு.	வெற்றிடமாதலால், இராக்கெட்டு முதலிய வான் வெளிக் கலங்களினுல் செலவு.

22. விரைவும் காலமும்

அடைய வேண்டிய கோள்	குறைந்த கிளம்பு விரைவு கி. மீ./வி.	ஒரு வழிக்குரிய கடக்கும் காலம்	
		ஆண்டுகள்	நாட்கள்
புதன்	13·5	—	105
வெள்ளி	11·5	—	146
செவ்வாய்	11·6	—	259
வியாழன்	14·2	2	267
சனி	15·2	6	18
யுரேனஸ்	15·9	16	14
நெப்டியூன்	16·2	30	225
புளூடோ	15·3	45	149

23. வெளிக் கோள்களுக்குச் செல்வதற்குரிய காலம்

அடைய வேண்டிய கோள்	கிளம்பு விரைவு கி. மீ./வி.	ஒரு வழிக்குரிய கடக்கும் காலம்	
		ஆண்டுகள்	நாட்கள்
செவ்வாய்	16·7	—	70
வியாழன்	16·7	1	39
சனி	,,	2	194
யுரேனஸ்	,,	6	282
நெப்டியூன்	,,	12	343
புளூடோ	,,	19	91

24. புதிய அறிவியல்கள்

1. வான் வெளி நாவாய் இயல்

இது தற்காலத்தில் தோன்றியது; வான் வெளிச் செலவுபற்றிக் கூறுவது. பல அறிவியல்களின் அடிப்படையில் தோன்றியது. அவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கவை: வானியல், இராக்கெட்டு இயல். இவ்வியலின் தந்தை கே. இ. சியால்கோவிசுகி. இவர், இராக்கெட்டுச் செலவு கொள்கையை உருவாக்கியவர். இக்கொள்கை வான் வெளிச் செலவிற்கு மிக இன்றியமையாதது. இவர் நீர்ம எரி பொருளால் இயங்கும் இராக்கெட்டை அமைத்த முதல்வராவார். இவர் வழி வந்தவர்களில் மிகச் சிறப்பானவர்கள்: சேண்டர் (F. A. Tsander), காண்டிராட்யூக் (Y. V. Kondratyuk) முதலியவர்கள்.

வான் வெளி நாவாய் இயல் வளர்ச்சிக்கு வழிகாட்டிகளாக இருந்தவர்கள்; பிரான்சு நாட்டைச் சார்ந்த இராபர்ட் எஸ்ட்னல்ட்-பெல்டிரி, செர்மனியைச் சார்ந்த எர்மன் ஓபர்த், சேங்கர், அமெரிக்காவைச் சார்ந்த கோடர்டு. மற்றும், இவ்வியல் வளர்ச்சிக்காகப் பாடுபட்டவர்கள்: அனஞ்ஃப் (பிரான்சு), ஏலி (அமெரிக்கா), ஸ்டெம்மர் (சிவிசர்லாந்து), பர்க்கஸ் கிளார்க் (இங்கிலாந்து), கார்ட்மன் (செர்மனி). வான் வெளிச் செலவுக் கழகங்களும் இவ்வியல் வளர்ச்சிக்குக் காரணமாய் இருந்தன. தற்பொழுது வான்வெளி ஆராய்ச்சி, இவ்வியல் வளர்ச்சிக்குக் கருவாக உள்ளது.

2. வான் நில உள்ளியல் (astro-geology)

இது விண்கல் தூசி முகிலைப்பற்றிய (meteorite-dust cloud) சிக்கலைத் தீர்க்க உதவும். தற்பொழுது நிலவும் தற்கோள்படி, இம்முகில்கள் நிலவுலகின் சுழற்சி விரைவைக் குறைக்கின்றன.

3. விண் இயைபியல் (cosmic chemistry)

இது விண்ணகப் பொருள் இயைபைப்பற்றிக் (material composition of the universe) கூறுவது. நிலவுலகின்

அமைப்பை விண் பொருளுடன் (cosmic matter) ஒப்பிட்டுப் புதுச் செய்திகளை அறிய, அறிவியலார்க்கு இவ்வியல் உதவும்.

4. வான் பயிரியல் (astro-botany)

இது திங்கள் முதலிய கோள்களில் வாழும் பயிர்களைப் பற்றி ஆராய்வது. இதை உருவாக்கியவர் உருசிய அறிவியலாரான திக்கோவ் (Dr. Tikhov) ஆவார்.

5. வான் வெளி மருத்துவம் (space medicine)

இது வான் வெளியில் உடல் நலத்தை ஆராய்வது. வான் வெளிச் செலவினால் உண்டானது. வான் வெளி உயிரியலோடு தொடர்புடையது.

6. வான் வெளி உயிரியல் (space biology)

இது வான் வெளிச் செலவு தோற்றுவித்த அறிவியல். உயிர் இயல்பியல் (bio-physics), உயிர் இயைபியல் (bio-chemistry), உடலியல், வான் வெளி மருத்துவம் முதலிய அறிவியல்களோடு தொடர்புடையது. வான் வெளியில். எடையின்மை நிலையில் உயிர் நலத்தைப்பற்றி ஆராய்வது. நாய்கள் சென்ற உருசிய வான் வெளிக் கப்பல்கள் பாதுகாப்பாக நிலவுலகை மீண்டும் அடைந்ததால், இவ்வியலும் வான் வெளி மருத்துவமும் நன்கு வளர வாய்ப்புக்கள் உள்ளன.

7. வான் வெளி அறிவியல்

இது வான் வெளி ஆராய்ச்சியினால் உருவானது. வான் வெளிச் செலவுத் தொடர்பாக எழும் சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு காணுவது. நில இயல்பியல் போன்று ஒரு பரந்த அறிவியல். மேற்கூறிய அறிவியல்களைத் தவிர, வான் வெளிச் செலவுத் தொடர்பாகப் பயன்படும் எல்லா அறிவியல்களையும் தன்னுள் அடக்கியது. 'வான் வெளி' என்னும் அடைமொழியை, இதனுள் அடங்கும் அறிவியல்கள் பெறும்: வான் வெளி இயல்பியல், வான் வெளி இயைபியல், வான் வெளி உயிரியல், வான் வெளி மருத்துவம்.

இவ்வியல் தோன்றியதினுல், அறிவியலை வகைப்படுத்துவதிலும் மாற்றங்கள் ஏற்படலாம்.

25. நிலாக்கள்

I. உருசியா

		எண்ணிக்கை
1.	நில நிலாக்கள்	
	அ. பூத்துனிக்குகள்	5
	ஆ. தனி நிலா	1
	இ. வான் வெளிக் கப்பல்கள்	7
2.	கோள் நிலாக்கள்	
	அ. உலூனிக்குகள்	3
	ஆ. வெள்ளி நிலையம்	1
		17

II. அமெரிக்கா

1.	நில நிலாக்கள்	
	அ. எக்ஸ்புளோரர்கள்	13
	ஆ. வேன்கார்டுகள்	3
	இ. டிஸ்கவரர்கள்	24
	ஈ. டிராசுகள்	4
	உ. டிரான்சிட்டுகள்	4
	ஊ. மைடாசுகள்	3
	எ. மர்க்குரிகள்	7
	ஏ. ஒசோக்கள்	1
	ஐ. உதிரிகள்	12
2.	கோள் நிலாக்கள்	
	அ. பயனியர்கள்	4
	ஆ. இரேஞ்சர்கள்	2
		77

ஆக, 1962 ஏப்ரல் 23 வரை உருசியா, அமெரிக்கா ஆகிய இரு நாடுகளாலும் ஏவப்பட்ட மொத்த நிலாக்கள் (17+77) 94 ஆகும்.

26. மேலும் சில நிலாக்கள்

அ. இராக்கெட்டுகள்

பிரான்சு

1961-நவ. **24**-இல் வெளிவந்த செய்தியாவது: சகாரா விலுள்ள ஏவுதளத்திலிருந்து அகதா (Agatha) என்னும் பெயருடைய இரு இராக்கெட்டுகளைப் பிரான்சு ஏவியது. கருவிகளுள்ள முகப்புக் கூம்புகள் (nose-cones) அவற்றி லிருந்து 64-கி. மீ. உயரத்தில் மீட்கப்பட்டன.

ஜப்பான்

கப்பா தொடர் வரிசையில் (Kappa series) மூன்று வகை இராக்கெட்டுகளை இதுவரை ஜப்பான் ஏவியுள்ளது. அவை முறையே கப்பா-6, கப்பா-8, கப்பா-9 ஆகும். இவை அயன வெளி ஆராய்ச்சிக்காக விடப்பட்டன. இப்பொழுது இலாம்டா இராக்கெட்டு ஆராய்ச்சியில் ஜப்பான் இறங்கி யுள்ளது. இந்த இராக்கெட்டுகள் கப்பா இராக்கெட்டுகளை விடச் சிறந்தவை.

செர்மன்

மேற்குச் செர்மனி இராக்கெட்டுக் கழகமும், வான்வெளிக் கப்பல் போக்குவரத்துக் கழகமுமான நெதர்லாந்து கழகமும் **1961** ஜுலை **16**-இல் **12** போக்குவரத்து இராக்கெட்டுகளை (transport rockets) ஏவின. திட்டமிட்டபடி ஏவுதல்கள் நடைபெற்றன; வெற்றியுடன் இராக்கெட்டுகள் 2,500-மீட்டர் உயரத்தை அடைந்தன; மீண்டும் முன்னுறுதி செய் யப்பட்ட இடத்தில் இறங்கின.

இஸ்ரேல்

1961 ஜுலை **5**-இல் இஸ்ரேல் தன்னுடைய முதல் வான் வெளி இராக்கெட்டை ஏவியது. மையத்தரைக் கடற்கரைக்கு மேல் 50-மைல் உயரத்தில்-அயன வெளியில்-சோடிய முகிலை விட்டது. இராக்கெட்டு அம்பு வடிவம் உடையது. வான் வெளி இராக்கெட்டுகளை விட்ட நாடுகளில் இதுவும் ஒன்று.

மற்ற நாடுகள் பிரிட்டன், உருசியா, அமெரிக்கா, பிரான்சு, இத்தாலி, ஜப்பான் ஆகும்.

ஆ. நிலாக்கள்

வாஸ்தோக்கு-2

இது 1961-இல் ஆக. 6-ஆம் நாள் விடப்பட்டது. இதில் உருசிய இரண்டாம் வான் வெளி வீரரான டிட்டோவ் சென்று நலத்துடன் திரும்பினர். கப்பலின் சுற்றுவழி முட்டை வடிவமானது. கப்பலின் எடை 4,731-கி. கி.; சுற்று காலம் 88·6-நிமி; சாய்மானம் 64°56′; அண்மைத் தொலைவு 178-கி. மீ.; சேய்மைத் தொலைவு 257-கி. மீ. டிட்டோவ், வான் வெளியில் உண்டார்; உறங்கினர்; வேலை செய்தார். வான் வெளியில் நீண்ட நேரம் தங்கிய முதல் வான் வெளி வீரர் ஆவார் இவர்.

பூத்துனிக்கு-12

இது 1962-இல் மார்ச் 16-ஆம் நாள் விடப்பட்டது. இதன் சுற்று காலம் 96-நிமி- 35-விநுடி; சாய்வுக்கோணம் 49°. நிலவுலகைச் சூழ்ந்துள்ள கதிர்வீச்சு வளையங்களையும், விண் கதிர்வீச்சுக்களுக்குத் தலைவாய்கள் யாவை என்பதையும் இது சிறப்பாக ஆராயும். இதன் சுற்றுவழி உயரம் 135—160-மைல். எந்த எதிர்ப்புச் செயற்கை நிலாவாலும் இதை அழிக்க இயலாது. உலகின் எப்பகுதியையும் இது அழிக்க வல்லது. (இதை ஏவிய அன்றே இதே போன்ற இராக்கெட்டு ஒன்றை (டிட்டான்—2) வெற்றிதரும் வகையில் அமெரிக்கா ஆய்ந்து பார்த்துள்ளது.) இதற்கு 'உலக இராக்கெட்டு என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

டிஸ்கவரர்-29

இது 1961-இல் ஆகஸ்ட் திங்களில் விடப்பட்டது; இரண்டு நாட்களில் 33-தடவைகள் உலகைச் சுற்றியது; பசிபிக் கடலில் மீட்கப்பட்டது. மூன்று பவுண்டு எடையுள்ள இதன் பொதிகையில் மண், உயிரியல் பொருள்கள் முதலியவை வைத்து அனுப்பப்பட்டன. கதிரியக்க விளைவுகளை ஆராய இவை அனுப்பப்பட்டன.

டிஸ்கவரர்-31

இது 1961-செப். 17-இல் ஏவப்பட்டது; சுற்று வழியை அடைந்தது; மீட்கப்பட்டிருக்கலாம்.

டிஸ்கவரர்-32

இது 1961-அக். 13-இல் ஏவப்பட்டது. 20.005-மெகா-சைக்கிளில் செய்தி வழங்கியது; மீட்கப்பட்டிருக்கலாம்.

இரேஞ்சர்-2

இதன் ஏவுகை தோல்வியில் முடிந்தது. திங்களை அடையவில்லை.

இரேஞ்சர்-3

இது 1962-ஆம் ஆண்டு ஜன. 26-இல் ஏவப்பட்டது; திட்டமிட்டவாறு திங்களை அடையவில்லை; கதிரவன் நிலாவாக மாறலாம். இதன் எடை 727-பவு. இது பயனியர் நிலாக்களோடு ஒப்பிடத்தக்கது.

எக்ஸ்புளோரர்-13

இது 1961-ஆக. 25-இல் விடப்பட்டது. விண் துகள்களைப் பற்றிச் செய்தி தெரிவித்தது. இவ்வரிசையில் விடப்பட்ட நிலாக்கள் வான் வெளியின் அணுக் கதிரியக்கம், விண் கதிர்கள், விண் துகள்கள் முதலியவைபற்றிப் பல செய்திகள் வழங்கின.

இரேஞ்சர்-1

இது 1961-ஆக. 23-இல் விடப்பட்டது; சுற்று வழியை அடைந்தது. இது வான் வெளி மேடையாகும். இதன் எடை 675-பவு. திட்டமிட்டவாறு நிலவுலகிற்கு மேல் 500,000-மைல் இது செல்லவில்லை. ஆற்றலுள்ள 22-மீட்டர் நீளமுள்ள அட்லாஸ்-அஜீனு இராக்கெட்டு இதை வான் வெளியில் ஏவியது. நிலா இராக்கெட்டிலிருந்து பிரியவில்லை.

திங்களை ஆராய்வதற்காக உள்ள புதிய செயற்கை நிலா வரிசையில் முதலாவது இது; நிலவுலகின் சுற்று வழியை

அடைந்தது. ஆனால், இராக்கெட்டு சரியாக வேலை செய்யாததால், மேலே செல்லாமல் நிலவுலகைச் சுற்றிவரத் தொடங்கியது. இவ்வரிசையில் விடப்பட்ட இரண்டாம் இரேஞ்சரும் தோல்வியே அடைந்தது.

டிஸ்கவரர்-33

இது 1962-ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரித் திங்களில் ஏவப்பட்டது. நான்கு நாள் உலகை வலம் வந்தது; வெற்றியுடன் மீட்கப்பட்ட பொதிகைகளில் 8-ஆவது இது.

மைடாஸ்-4

இது 1961-அக். 21-இல் விடப்பட்டது; சுற்றுவழியை அடைந்தது; உளவறி நிலா; 2,100-மைல் உயரச் சுற்றுவழியை அடைந்தது. வான் வெளியில் மயிரிழை போன்ற 350-மில்லியன் செப்பு ஊசிகளை வாரி இறைத்தது. வானியல் ஆராய்ச்சிக்கும், மனித வான் வெளிச் செலவிற்கும் இது தடையாக இருக்கும் என அறிவியலார் கண்டித்தனர்.

இதன் எடை 3,500 பவு; முனைச் சுற்றுவழியில் சென்றது; சுற்று காலம் 2-மணி 52-நிமி; அகச் சிவப்புக் கண்ணை உடையது; ஏவப்படும் நிலாக்களைக் கண்டுபிடிக்கக் கூடியது; இதில் அணுவெடிப்புக்களைக் கண்டறியவும் வெப்ப உணர்விகள் (heat sensors) இருந்தன. இது ஏவப்பட்ட மூன்று நாட்களுக்குப் பின், டிட்டான் (Titan) இராக்கெட்டு ஒன்று ஏவப்பட்டது. இதை இந்நிலா கண்டறிந்தது.

உலக அளவில் செய்தித் தொடர்பு கொள்வதற்காக விடப்பட்டாலும், இதன் போர்ச் சிறப்பே முதன்மையானது. ஐந்து மைல் தடிமனுள்ள வளையத்தைத் திட்டமிட்டவாறு இது உண்டாக்கவில்லை. செப்பு ஊசிகளாலான இவ் வளையம் வானொலிக் குறிபாடுகளை மறிப்பதற்காக உண்டாக்கப்பட்டது.

மர்க்குரி-5

இது 1961 செப்டம்பர்த் திங்களில் விடப்பட்டது; மனித எந்திரத்தைச் சுமந்து சென்றது-மர்க்குரி-1 போல.

ஒரு தடவை உலகைச் சுற்றியது; செய்தி வழங்கியது. இந்த எந்திரம் மூச்சு விட்டது; வியர்வையை வெளித் தள்ளியது. இதில் இரு சிறு பிழைகள் மட்டுமே ஏற்பட்டன. இப் பிழைகள் இல்லையென்ருல், மனிதன் சென்று பாதுகாப்பாகத் திரும்பி வந்திருக்கலாம். இதற்கு அடுத்ததாகக் குரங்கு செல்லும்.

மர்க்குரி-6

இது 1961-நவ. 29-இல் விடப்பட்டது; சுற்றுவழியை அடைந்தது. இதில் ஈனுஸ் (Enos) என்னும் மனிதக் குரங்கு வான் வெளிக்குச் சென்று நலத்துடன் திரும்பியது. ஏவிய 3-மணி 21-நிமிக்குப் பின், குரங்கு கீழே இறக்கப்பட்டது.

நிலா மூன்று சுற்றுக்கள் சுற்றுமாறு திட்டமிடப்பட்டிருந்தது. இரண்டாம் சுற்றின் முடிவில் நிலாவின் கட்டுப்பாடுகளில் தொல்லைகள் இருப்பதாகத் தெரிய வந்தது. எனவே, நிலா முன் கூட்டியே இறக்கப்பட்டது. நீண்ட நேர எடையின்மை உள்ளத் திறத்தையும், மறிவினைகளையும் எவ்வாறு அலைக்கழிக்கிறது என்பதைக் கண்டறிய குரங்கு அனுப்பப் பட்டது. 93′-உயரமும், 125-டன் எடையும் உள்ள அட்லாஸ் இராக்கெட்டு நிலாவை ஏவியது. அமெரிக்காவைப் பொறுத்த மட்டில் இக்குரங்கு, மனிதனுக்கு முன்னேடி. குரங்கு கூர்த்த நுண்ணறிவு உடையது; $5\frac{1}{2}$-ஆண்டுகள் நிரம்பப் பெற்றது: ஆண் குரங்கு; எடை $37\frac{1}{2}$-பவு; உயரம் 3-அடி 2-அங்குலம். இதற்கு அடுத்ததாக அமெரிக்க மனிதன் வான் வெளிக்குச் செல்வான்.

மர்க்குரி-7

இது 1962-பிப். 20-இல் விடப்பட்டது. இதில் அமெரிக்க மூன்ரும் வான் வெளி மனிதரான கிளின் சென்ருர். இவர் 4-மணி 50-நிமியில் நிலவுலகை மூன்று தடவைகள் வலம் வந்தார். இவர் சென்ற கப்பல் மீட்கப் பட்டது. நிலவுலகை வலம் வந்த அமெரிக்க முதல் வான் வெளி வீரர் இவர். கப்பல் 100-160-மைல் உயரத்தில் வலம் வந்தது. எடை மிகுநிலைமையையும், எடையின்மை

நிலைமையையும் நுகர்ந்தார் இவர். வான் வெளிக் காட்சியைக் கண்டார். செலவின் பொழுது உண்டார். ஒவ்வொரு 45-நிமிக்கு ஒரு தடவை கப்பலில் இரவும் பகலும் ஏற்பட்டன (ஓ. பா. டிட்டோவ்).

உதிரி நிலா

இது 1961-நவ. 22-இல் விடப்பட்டது; ஒளிமறைவான கருவிகளைச் சுமந்து சென்றது. கருவிகள் வகைப்படுத்தப் பட்டிருந்தன. இதை அட்லாஸ்-அஜீனு இராக்கெட்டு ஏவியது. முன்னறிவிப்பின்றி அமெரிக்கா முதல் தடவையாக ஏவிய நிலா இது.

டிராஸ்

டிராஸ்-3 1961-ஜூலை 12-இல் ஏவப்பட்டது. எடை 285-பவு. வடிவம் முரசு. சுற்று காலம் 100-நிமி. சேய்மைத் தொலைவு 450-மைல். அண்மைத் தொலைவு 425-மைல். சுற்று வழி வட்டமானது. வானிலையைப்பற்றி அறிய விடப்பட்டது. இதற்கு அடுத்ததாக டிராஸ்-4 400 மைல் உயரத்தில் நிலவுலகை வலம் வருமாறு விடப்பட்டது.

ஓசோ (OSO) தொடர் வரிசை

இவ்வரிசையில் முதல் நிலாவான ஓசோ-1 (Orbiting Solar observatory) 1962-மார்ச் 7-ஆம் நாள் விடப்பட்டது. வெண்ணிறமும் ஊதா நிறமும் கலந்தது. ஆழி வடிவமுடையது. சுற்றுவழி உயரம் 350-மைல். எடை 458-பவு. சுற்று காலம் 16-நிமி. இதன் உச்சியில் விசைப் பாய் ஒன்றிருந்தது. இது கதிரவனின் புள்ளிகளை ஆராய விடப்பட்டது; ஆறு திங்கள்கள் வரை இயங்கும். கதிரவனை ஆராய்வதில் ஒரு புதுத் திருப்பத்தை இது ஏற்படுத்தக்கூடும். இதன் முழுப் பெயர் சுற்றும் கதிரவன் உற்றுநோக்கு நிலையம் என்பதாகும் (சு க உ). பூத்துனிக்கு-13. இது 1962 ஏப்ரல் 6-இல் விடப்பட்டது: காற்று மேல் வெளியை ஆராயும்.

27. இயல்

1. இராக்கெட்டு இயல்: இராக்கெட்டைப்பற்றி ஆராய்வது; இத்துறை வான் வெளி ஆராய்ச்சியால் விரைந்து வளர்ந்துள்ளது.

2. இராக்கெட்டு ஒளிப்பட இயல்: இராக்கெட்டின் துணையினுல் ஒளிப்படங்கள் எடுக்கும் முறையைப் பற்றிக் கூறுவது; உ-2 திங்களின் மறைந்த பகுதியைப் படம் பிடித்தது; ஒளிப்பட இயலோடு தொடர்புடையது; திங்களைப் படம் பிடித்தது ஒளிப்பட நுணுக்க வளர்ச்சியைக் காட்டுகிறது.

3. இயல்பியல்: பொருள், ஆற்றல் ஆகியவற்றின் இயல்பான பண்புகளை உரைப்பது; ஓர் அடிப்படை அறிவியல்; வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது; இயக்கவியல், நிலை இயல், நீர் நிலை இயல் முதலிய பிரிவுகளைக் கொண்டது.

4. இயைபியல்: மூலகம், கூட்டுப்பொருள் ஆகியவற்றின் இயைபுப் பண்புகளைப்பற்றி ஆராய்வது; வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது; ஓர் அடிப்படை அறிவியல்; இயற்கை இயைபியல், பகுப்பு இயைபியல், கரிம இயைபியல் முதலிய பிரிவுகளைக் கொண்டது.

5. உயிரியல்: பயிர், விலங்கு, மனிதன் ஆகிய உயிர்களைப்பற்றி உரைப்பது; பயிரியல், விலங்கியல், உடலியல் முதலிய பிரிவுகளைக் கொண்டது; வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது; ஓர் அடிப்படை அறிவியல்.

6. எண்ணுகணக்கியல்: கணக்கியலின் ஒரு பிரிவு; கணக்கிடுவதைப் பற்றி உரைப்பது.

7. கடலியல்: கடலைப்பற்றி விரித்துரைப்பது; நில இயல்பியலின் ஒரு பிரிவு; இதைப் பற்றிய அறிவு வானிலை முன்னறிவிப்புக்கு இன்றியமையாதது; நில இயல்பியல் ஆண்டில் கடலியல் ஆராய்ச்சி மேற்கொள்ளப்பட்டது.

8. செலவு இயக்கவியல்: இயக்கவியலைச் சார்ந்தது; வான் வெளிக் கலத்தின் இயக்கம் பற்றி உரைப்பது.

9. திங்கள் வரையியல்: திங்களின் மேற்பரப்புத் தோற்றங்களை ஆராய்வது; 1609-இல் தோன்றியது; இவ்வியல் வளர்ச்சியினால் விண் பொருள்களை ஆராய்வதில் ஒரு புதுத் திருப்பம் ஏற்படும்; இவ்வியல் அருஞ்செயல்களுக்கு உ-3-இன் வெற்றி, மணிமுடியாக அமைந்தது.

10. நிலவியல்: நிலவுலகின் மேற்பரப்பைப் பற்றி ஆராய்வது; நில உள்ளியல், நில இயல்பியல் முதலிய இயல்களோடு தொடர்புடையது.

11. நில இயல்பியல்: பல அறிவியல்களைத் தன்னுள் அடக்கியது; நிலவுலகின் இயல்பான பண்புகளைப் பற்றி ஆராய்வது. வான் வெளி அறிவியலோடு தொடர்புடையது.

12. நில உள்ளியல்; நிலவுலகின் வரலாறு, அமைப்பு, இயைபு ஆகியவை பற்றி ஆராய்வது; 1473-இல் 'geology' என்னும் சொல்லை பிஷப் இரிச்சார்டு டிபரி உருவாக்கினார்; இயல்பியல், இயைபியல், உயிரியல் ஆகிய அடிப்படை அறிவியல்களோடு தொடர்புடையது; மற்றும், நில இயல்பியல், விண்ணியல், நிலநடுக்க இயல் முதலிய இயல்களோடும் தொடர்புடையது; அமைப்பு நில உள்ளியல், இயற்கை நில உள்ளியல் எனப் பல பிரிவுகளை உடையது.

13. நில நடுக்க இயல்: நில நடுக்கங்களைப் பற்றி ஆராய்வது; நில இயல்பியல் ஆண்டில் நில நடுக்க ஆராய்ச்சி மேற்கொள்ளப்பட்டது.

14. பனி இயல்: பனியின் உள்ளியல் செயலைப் பற்றி ஆராய்வது; பனி இயல் ஆராய்ச்சி வானிலை முன்னறிவிப்புக்கு இன்றியமையாதது.

15. புள்ளி இயல்: புள்ளிகளை அல்லது எண்நிலை மெய்ம்மைகளை (numerical facts) ஆராய்வது; வகைப்படுத்துவது; அட்டவணைப் படுத்துவது; அறிவியல் துறையில் பெரிதும் பயன்படுவது.

16. புற வான் வெளி இயல்பியல்: புற வான் வெளி இயல்பியல் நிலைமைகளை ஆராய்வது; வான் வெளி அறிவியலில் அடங்குவது.

17. பொறி இயல்: பொறிகளை (எந்திரங்களை) அமைக்கும் முறை, பயன்படுத்தும் முறை ஆகியவை பற்றி ஆராய்வது; பொதுப் பொறி இயல், மின் பொறி இயல் எனப் பல பிரிவுகளைக் கொண்டது.

18. பொறி நுட்ப இயல்: பொருள்களின்மீது ஏற்படும் விசைகளை ஆராய்வது; எந்திர அமைப்பு முறை பற்றியும் உரைப்பது; இயல்பியலின் ஒரு பிரிவு.

19. மரபணு இயல்: உயிரின் மரபு, மாற்றம், கால்வழி ஆகியவை பற்றிக் கூறுவது; உயிரியலின் ஒரு பிரிவு.

20. மின் அணு இயல்: மின்னணுக்களைப் பற்றி ஆராய்வது; அதாவது மின்னணுக்களின் வினை, அவற்றைக் கட்டுப்படுத்துதல் ஆகியவை பற்றிக் கூறுவது; இயல்பியலின் ஒரு பிரிவு.

21. முடிவியல்: பொருள்கள் உண்டாவதற்குரிய இறுதிக் காரணங்களை ஆராய்வது; நோக்கத்தை அடிப்படையாகக்கொண்டு விளக்குவது; மெய்யறிவியலின் ஒரு பிரிவு.

22. வானியல்: கதிரவன், விண் மீன் முதலிய விண் பொருள்களைப் பற்றி விரித்துரைப்பது; திருந்திய வானியலே இன்று வான் வெளி அறிவியலாக மாறியுள்ளது எனலாம்.

23. வானிலை இயல்: வானிலை, தட்ப வெப்ப நிலை ஆகியவை பற்றி ஆராய்வது; வானிலை முன்னறிவிப்புக்கு மிக இன்றியமையாதது; வானிலை ஆராய்ச்சி நில இயல்பியல் ஆண்டில் மேற்கொள்ளப்பட்டது.

24. வான் வெளி அறிவியல்
25. வான் வெளி இயல்பியல்
26. ,, இயைபியல்
27. ,, உயிரியல்
28. ,, மருத்துவம்
29. ,, நாவாய் இயல்

(24–29) பா. புதிய அறிவியல்கள்

30. விண் பொறி நுட்ப இயல்: விண்ணகத்தை எந்திரமாகக் கொண்டு, அதன் அமைப்பையும் இயக்கத்தையும் விளக்குவது; வான் வெளிச் செலவுக்கு இன்றியமையாதது.

31. விண்ணியல்: விண்ணகத் தோற்றத்தைப் பற்றி உரைப்பது; அதாவது கதிரவன், விண் மீன் முதலிய விண்பொருள்கள் எவ்வாறு உண்டாயின என்று கூறுவது; வான் வெளி ஆராய்ச்சி தீர்க்க வேண்டிய சிக்கல்களில் ஒன்று.

32. வீழ் (பொருள்) இயல்: குண்டு, எறிபடை (இராக்கெட்டு) முதலிய வீழ் பொருள்களைப் பற்றி விரித்துரைப்பது; இராக்கெட்டு இயலோடு நெருங்கிய தொடர்புடையது; வான் வெளிச் செலவிற்கு மிக இன்றியமையாதது.

33. உலோக இயல்: உலோகங்களின் அமைப்பு, பண்புகள், பிரிப்பு முதலியவை பற்றி விரித்துரைப்பது. வான் வெளிக் கலங்களைத் திட்பமுடன் அமைக்க மிக இன்றியமையாதது.

34. வளி இயக்கவியல். வளிகளின் இயக்கம் பற்றி உரைப்பது; இராக்கெட்டு இயக்கத்தோடு தொடர்புடையது.

35. மெய்யறிவியல்: மெய்யறிவைப் பற்றிக் கூறுவது; அறிவியல்களுக்கெல்லாம் தலையாயது; எனவே, தந்தை அறிவியல் என்னும் பெயரை உடையது.

28. கலைச்சொற்கள்

1. அகச் சிவப்பு உணர்வான்கள்: டிராஸ்-2-இல் இருந்த கருவிகள்; நிலவுலகு, முகில் ஆகியவற்றின்

வெப்ப நிலைகளை அளப்பது; நிலவுலகிற்கும், கதிரவனுக்குமிடையே எவ்வளவு வெப்பம் என்பதையும் அளப்பது; இவை மைடாஸ்-2 என்னும் நிலாவிலும் இருந்தன.

2. அடர்த்தி: எடைக்கும் கொள்ளளவுக்கும் உள்ள வீதமாகும்; பொதுவாக, 1-கன சென்டிமீட்டருக்கு இவ்வளவு கிராம் என்று கூறப்படுவது.

3. அண்மைத் தொலைவு: செயற்கை நிலா நிலவுலகிற்கு மிக அருகிலுள்ள தொலைவு: நிலாக்களுக்கு ஏற்ப இத்தொலைவு மாறுபடும்.

4. அதிர்வெண்: அலகு நேரத்தில் உண்டாகும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை; வானொலி அதிர்வெண்கள் கிலோ சைக்கிளிலும், மெகாசைக்கிளிலும் கூறப்படும்.

5. அரைத் திரளை: நிலவுலகின் அரைப் பகுதி; திசைக்கு ஏற்ப, கிழக்கு அரைத் திரளை, மேற்கு அரைத் திரளை எனப் பல பகுதிகள் உண்டு.

6. அழுத்தம்: அலகு பரப்பின் மீது ஏற்படும் இறுக்கம்; 1-சதுர சென்டிமீட்டருக்கு இவ்வளவு கிராம் என்று கூறப்படுவது.

7. அனைத்துலக நில இயல்பியலாண்டு: நில இயல்பியல் வளர்ச்சிக்காக அனைத்துலக அளவில் வகுக்கப்பட்ட அரிய அறிவியல் திட்டம்; சுருக்கமாக IGY என்று குறிப்பிடப் படுவது; 1957-ஆம் ஆண்டு ஜூன் திங்கள் 30-ஆம் நாள் நள்ளிரவிலிருந்து தொடங்கி, 1958-ஆம் ஆண்டு டிசம்பர்த் திங்கள் 31-ஆம் நாள் இரவோடு முடிவடைந்தது; பல அருஞ்செயல்களுக்கு நிலைக்களம்.

8. அறிவியல் கொள்கைகள், விதிகள்: அறிவியல் முறையில் ஒரு சிக்கலுக்குத் தீர்வாக இறுதியாக இவை கொள்ளப் படுபவை; உற்று நோக்கலாலும். ஆய்வாலும் உறுதி செய்யப்படுபவை.

9. அறிவியல் தற்கோள்: அறிவியல் முறையில் ஒரு சிக்கலுக்குத் தீர்வு காணக் கற்பனையாகக் கொள்ளப்படு

வது; உற்று நோக்கலாலும், ஆய்வாலும் சரிபார்க்கப்பட்டு விதியாக உறுதி செய்யப்படுவது.

10. ஆய்வு: தற்கோளை உறுதி செய்யப் பயன் படுவது; தெரியாத ஒன்றைக் கண்டுபிடிக்கச் செய்யப் படுவது; அறிவியலில் மிக இன்றியமையாதது.

11. ஆரவிரைவு: வழியறி நிலையத்திலிருந்து அப்பால் இராக்கெட்டு நகர்ந்து செல்லும் விரைவு; அதன் செலவைப் பற்றி அறிய இன்றியமையாதது.

12. இசைவு நிலை: இயல்பாகப் பறப்பதற்கு அல்லது சுற்றுவதற்குச் சார்பாக உள்ள நிலை. செயற்கை நிலா இறங்கும்பொழுது இந்நிலை கணக்கில் கொள்ளப்படுகிறது.

13. இலக்கு: செயற்கை நிலா அடைய வேண்டிய அல்லது இறங்க வேண்டிய இடமாகும்; இலக்கு, நிலாக் களுக்குத் தகுந்தவாறு மாறுபடும்; கலம் இலக்கை அடைய திசை, விரைவு, கோணம் முதலியவை மிகத் திருத்தமாகக் கணக்கிடப்பட வேண்டும்.

14. இறக்கம்: ஒருமையில் சாய்வு நிலையைக் குறிப் பது; இறக்கத்தினல் ஏற்படும் கோணம் இறக்கக் கோணம்; பன்மையில் விண் குமிழி, விண் குடை முதலியவற்றிலிருந்து இறங்குவதைக் குறிப்பது.

15. இறங்குதல்: செயற்கை நிலா நிலத்திலும், கோளி லும் (திங்கள், செவ்வாய்...) இறங்குவதைக் குறிப்பது; இறங்குவதற்குரிய நுணுக்கங்கள் இறங்கு நுணுக்கங்கள் ஆகும்; விண் குடை, வான் வெளி வழுக்கி முதலியன இறங்குவதற்குரிய நுணுக்கங்களாகும்.

16. இனப்பெருக்கச் சுற்று: ஒரு தலை முறையிலிருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்கு உயிர் தொடர்ச்சியாகப் பெருகுவது. உயிர்களின் வாழ்க்கை வரலாறு அல்லது சுற்று இதனுடன் தொடர்புடையது.

17. ஈர்ப்பு: கதிரவன், விண்மீன், கோள்கள் முதலிய விண் பொருள்களின் இயற்கைக் கவர்ச்சியை, ஒரு நிலையில்,

குறிப்பது; மற்றொரு நிலையில் விரைவாக்கத்தால் ஏற்படும் எடை மிகு நிலைமையைக் குறிப்பது; இந்த எடை மிகு நிலைமை ஆங்கிலத்தில் g என்று குறிக்கப்படுவது; தமிழில் ஈ என்று குறிப்பிடலாம்.

18. ஈர்ப்பு மிகு நிலைமை: விரைவாக்கத்தால் ஏற்படும் எடை மிகு நிலைமை; உடலை அழுத்தக் கூடியது.

19. ஈர நிலை: ஈரத்தின் சீரான அளவு; காற்றிலுள்ள நீராவியால் ஏற்படுவது.

20. உயிர்த்தல்: மூச்சு விடுதல்; இச்செயல் முறையில் ஆக்சிஜன் உள்ளிழுக்கப்பட்டு, கார்பன் டை ஆக்சைடு வெளிவிடப்படுகிறது.

21. உருவுகள்: ஒளிக் கதிர்கள் மறிப்பதால் அல்லது விலகுவதால் ஏற்படும் பொருள்களின் தோற்றங்கள் அல்லது நிழல்கள்; உருவு உண்மை உருவு, போலி உருவு என இரு வகைப்படும். உண்மை உருவைத் திரையில் பிடிக்கலாம்; போலி உருவைத் திரையில் பிடிக்க முடியாது.

22. உற்று நோக்கல்: இயற்கையில் ஏற்படும் மெய்ந் நிகழ்ச்சிகளை உன்னிப்புடன் பார்த்தறிவது; முடிவு செய்வதற்காகக் கொள்ளப்படுவது; கண் உற்று நோக்கல், ஒளி இயல் உற்று நோக்கல், வானொலி உற்று நோக்கல், கருவி உற்று நோக்கல் எனப் பலவகைப்படும்; அறிவியலைப் பயிலுவதில் ஆய்வுக்கு அடுத்த நிலையில் உள்ளது; பண்டைக்கால அறிவியலும் இடைக்கால அறிவியலும் பெரும்பாலும் உற்று நோக்கல் அடிப்படையிலேயே வளர்ந்தன; மறுமலர்ச்சியால் இக்கால அறிவியல் ஆய்வின் அடிப்படையில் வளரலாயிற்று; செம்மையாகவும் வளர முடிந்தது.

23. எடையின்மை நிலைமை: எடையே இல்லாத நிலைமை; சுழி ஈர்ப்பு நிலைமை; வான் வெளியில் உண்டாவது; உடல் மிதக்கும்.

24. எதிர்த்தாக்கல்: இராக்கெட்டிலுள்ள நெறிமுறை; இராக்கெட்டில் பின்னோக்கு விசைக்கு இணையாகவும், எதி

ராகவும் உண்டாகும் முன்னேக்கு விசை எதிர்த்தாக்கு தலுக்கு எடுத்துக் காட்டாகும்.

25. ஏவுநேரம்: இராக்கெட்டை ஏவுவதற்குரிய நேரமாகும்; இந்நேரம் சில விநாடிகளுக்குள் இருக்கும்; ஏவுநேரம் திருத்தமாக இருந்தால்தான், கலம் இலக்கை அடையும்.

26. எரிநேரம்: எரிபொருள் எரிவதற்குரிய நேரம். இதுவும் சில விநாடிகளுக்குள்ளேயே இருத்தல் வேண்டும்.

27. எரிவாய்கள்: எரிமலைகளின் வாய்கள்; திங்களில் இவ்வாய்கள் உண்டு.

28. ஏவுதல்: இராக்கெட்டு ஏவுதலைக் குறிப்பது; கலம் இலக்கை அடைய ஏவுதல் திருத்தமாக நடைபெற வேண்டும்; இதில் திசை, விரைவு, கோணம், கட்டுப்படுத்தல், வழியறிதல் முதலியவை கணக்கில் கொள்ளப்பட வேண்டும்; ஏவுதலிலுள்ள நுணுக்கங்கள் ஏவுநுணுக்கங்களாகும்.

29. ஏற்பாடு: பல பகுதிகள் அல்லது கருவிகள் ஒருங்கிணைந்து ஒழுங்காக இயங்கும் ஒரு தொகுதி; செயற்கை நிலாக்களில் வானெலி ஏற்பாடு, தொலைக்காட்சி ஏற்பாடு முதலியவை இருந்தன.

30. ஏற்றம்: ஒருமையில் மின்னூற்றல் ஏறுவதைக் குறிப்பது; மின்னேற்றம், நேர் மின்னேற்றம் (+), எதிர் மின்னேற்றம் (—) என இருவகைப் படும்; பன்மையில் விண் குமிழி, இராக்கெட்டு முதலியவை காற்று வெளியில் மேல் நோக்கி ஏறுவதைக் குறிக்கும்.

31. ஒழுங்கமைப்பு: நில நிலைமைகளில் திசை முதலியவை ஒழுங்காக உணரப்படுதல்; வான் வெளி நிலைமைகளில் இவ்வமைப்பு நீங்கும் (ஒழுங்கமைப்பு நீக்கம்).

32. ஒளிச்சுடர் வெளிகள் அல்லது மண்டலங்கள்: காற்று மேல் வெளியில் காணப்படுபவை; வான் வெளிச் செலவிற்குத் தடைகள் எனக் கருதப்படுபவை.

33. ஒளி எண்: கோளினுல் மறிக்கப்படும் ஒளியின் அளவு; இது கோள்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடும்.

34. கதிர் வீச்சு: ஒரு வகை ஆற்றல்; (வான்) வெளி வழியே இடைப்பொருளில்லாமல் ஊடுருவிச் செல்வது; X—கதிர்கள், புற ஊதாக் கதிர்கள், விண் கதிர்கள் முதலியவை எடுத்துக்காட்டுகள்; கதிர் வீச்சு கதிரவன் கதிர் வீச்சு, கதிரியக்கக் கதிர் வீச்சு, விண் கதிர் வீச்சு, என மூன்று வகைப்படும்.

35. கதிர் வீச்சு வளையங்கள்: நிலவுலகைச் சூழ்ந்திருக்கும் செறிவான இரு வளையங்கள்; புதிதாக வான் வெளி ஆராய்ச்சியினுல் கண்டு பிடிக்கப்பட்டவை; வான் வெளிச் செலவிற்குத் தடைகள் எனக் கருதப்படுபவை.

36. கதிரியக்கம்: இரேடியம், தோரியம் முதலிய பளுவான தனிமங்களிலிருந்து தற்சிதைவினுல் ஆல்பா, பீட்டா, காமா ஆகிய கதிர்கள் வெளிப்படுதல்; கதிரியக்கம் உடைய தனிமங்கள் கதிரியக்கத் தனிமங்களாகும். மேற் கூறிய தனிமங்கள் இவற்றிற்கு எடுத்துக்காட்டுகள்.

37. கதிரவன் நிறமாலை: கதிரவன் ஒளி ஒரு முப்பட்டகத்தின் வழியாகச் செல்லும் பொழுது, ஒளி விலகலினுல் நிறப்பிரிகை அடைகிறது. இந்நிறப் 'பிரிகையினுல் உண்டாகும் மாலைக்குக் கதிரவன் நிறமாலை என்று பெயர்.

38. கதிரவன் மறைவு: கதிரவனுக்கும் நிலவுலகிற்கும் நடுவில் திங்கள் இருக்கும் நிலையில், அதன் நிழல் நிலவுலகின் மேல் விழும்பொழுது கதிரவன் மறைவு உண்டாகிறது.

39. கதிரவன் பொழிவு: கதிரவனிடமிருந்து வெளியாகும் மின்னேற்றத் துகள்களால் ஏற்படுவது; வான் வெளிச் செலவிற்குத் தடை எனக் கருதப்படுவது; இப்பொழிவை ஒட்டிக் காற்று வெளியில் காந்தப் புயல் முதலிய மெய்ந் நிகழ்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன.

40. கதிரவன் அண்மைத் தொலைவு: செயற்கை நிலா கதிர்வனுக்கு மிக அருகிலுள்ள தொலைவு; இத்தொலைவு

நிலாக்களுக்கு ஏற்ப வேறுபடும்; செயற்கை நிலா கதிரவனுக்கு மிகச் சேய்மையிலுள்ள தொலைவு சேய்மைத் தொலைவு; இதுவும் நிலாக்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடும்.

41. கட்டுப்பாடு: செயற்கை நிலாக்களைக் கட்டுப்படுத்தும் நிலையம்.

42. கடத்தும் திறன்: பொருள்களின் வெப்பம் கடத்தும் திறன்; இத்திறன் பொருள்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடும்; மாறுபடுவதை ஒட்டிப் பொருள்கள் எளிதில் கடத்திகள், அரிதில் கடத்திகள், கடத்தாப் பொருள்கள் என மூன்று வகைப்படும்.

43. கருத்தரங்கு: ஒரு பொருளைப் பற்றிப் பல வகைப்பட்ட கருத்துக்களைத் திரட்ட நடத்தப்படும் அரங்கு; திரட்டப் பட்ட கருத்துக்களைக் கொண்டு இறுதியான ஒரு முடிவுக்கு வர இயலும்.

44. காற்று இறுக்கமுள்ள கொள்கலம்: கொள்கலத்தில் உள்ள காற்று வெளியே செல்லாதவாறு இறுக மூடப்பட்டுள்ள கலம்; இக்கலத்தில் உயிர் வாழ்வதற்குரிய நிலைமைகள் நிலவும்; இவை பல ஏற்பாடுகளால் செய்யப்படும்; அழுத்தம், ஆக்சிஜன் முதலியவை வான் வெளியில் இல்லாமையால், இக்கலத்தில் சென்றுல்தான் அங்கு உயிர் வாழ இயலும். நாய்களும் மனிதனும் சென்ற கொள்கலங்கள் காற்று இறுக்கமுடைய கொள்கலங்களே.

45. காற்றுத்தடை வரி: காற்று வெளியின் வழியாகச் செல்கின்ற பொழுது காற்றுத்தடையை வெல்ல, வான் வெளிக் கலங்களுக்குக் கட்டப்படுவது; வான் வெளி நிலையத்திலிருந்து கிளம்பும் கலங்களுக்கு இது தேவையில்லை. வான் வெளியில் காற்று இல்லாததே இதற்குக் காரணமாகும்.

46. காற்று வெளி: நிலவுலகைச் சூழ்ந்துள்ள காற்று உறை; அடி வெளி, அடுக்கு வெளி, அயன வெளி, புற வெளி என நான்கு பிரிவுகளை உடையது; இது 1000-மைல் வரை பரவியுள்ளது என நம்பப்படுகிறது; வான் வெளியின் ஒரு பகுதி.

47. கோண விரைவு: சுழல் இயக்கத்தோடு தொடர்பான அளவு; பொதுவாகச் சுழற்சி நிலைகளைக் குறிப்பதாகும்; இந்நிலையில் கோண விரைவு ஒரு முக்கோடு (vector) ஆகும்; கலங்களின் செலவில் கோண விரைவு கணக்கில் கொள்ளப்படுவது.

48. கோண விரைவாக்கம்: கோண விரைவு மாற்ற நேர அளவு; முக்கோட்டு வருவியினால் (vector derivative) தெரிவிக்கப்படுவது.

49. கோள் இடைப் பொருள்: கோள்களுக்கு இடையே உள்ள வெளியில் காணப்படும் பொருள்.

50. சாய்வுக் கோணம்: செயற்கை நிலாக்களுக்குரியது; சுற்று வழியின் சாய்வுக் கோணம்; நில நடுக்கோட்டின் சமதளத்திற்குச் சாய்வாக இருப்பது; நிலாக்களுக்குத் தகுந்தவாறு மாறுபடுவது.

51. சிக்கனமான வழி; தொலைவு குறைவாக உள்ள வழி; பொதுவாகக் கலங்கள் கோள்களை அடைவதற்குரிய சிக்கனமான வழி அரை நீள்வட்ட வழியாகும்.

52. சிறிதாக்கல்: எரிபொருள் செலவு கருதி முகப்பு எடையைக் குறைக்கச் செயற்கை நிலாக்களில் பொருத்தப்படும் கருவிகளின் அளவையும், எடையையும் சிறிதாக்கல் அல்லது குறைத்தல்.

53. சிறுகோள்கள்: செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையே காணப்படுபவை; வான் வெளிச் செலவிற்கு விண் கொள்ளிகள் போன்று தடைகளாய் இருப்பவை.

54. சுழல் நோக்கி: சுழல் இயக்கத்தில் அமைந்த ஓர் கருவி அமைப்பு; இராக்கெட்டை வழிப்படுத்துவது.

55. சுற்று காலம்: செயற்கை நிலா நிலவுலகை அல்லது வேறு ஒரு கோளைச் சுற்றுவதற்குரிய காலம்.

56. சுற்று வழி: செயற்கை நிலா சுற்றுவதற்குரிய வழி; இவ்வழி வட்டச் சுற்று வழி, நீள் வட்டச் சுற்று வழி, பக்க் வட்டச் சுற்று வழி, மேல் வட்டச் சுற்று வழி என ஐந்து

வகைப்படும். முதல் இரு வழிகளிலும் இதுவரை செயற்கை நிலாக்கள் சென்றுள்ளன.

57. சுற்றுவழி விரைவு: சுற்று வழியை அடைவதற்குரிய விரைவு; சுற்று வழியின் வகைகளுக்கு ஏற்ப, இவ்விரைவும் வேறுபடுவது; இவ்விரைவின் வகைகள் மூன்றினுள் அடங்குவன: முதல் விண்வெளி விரைவு, இரண்டாம் விண்வெளி விரைவு, மூன்றும் விண்வெளி விரைவு; இவற்றில் இருவகை விரைவுகளையும் செயற்கை நிலாக்கள் பெற்றுள்ளன.

58. சுற்றுவழித் தளம்: செயற்கை நிலாவின் சுற்று வழித் தளம்; விண் கோளத்திற்குச் சார்பான நிலையில் நிலையாக இருப்பது.

59. சுற்றுவழி நுணுக்கங்கள்: சுற்றுவழியைத் திருத்தமுடன் அடைவதற்குரிய நுணுக்கங்கள்.

60. சேய்மைத் தொலைவு: செயற்கை நிலா நிலவுலகிற்கு மிகச் சேய்மையிலுள்ள தொலைவு; இத்தொலைவு நிலாக்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடும்.

61. சோடிய ஒளிர்வுகள்: சோடியம் எரிவதனுல் உண்டாகும் ஒளிச் சுடர்கள்; இவற்ருல் செயற்கை வால் மீனை உண்டாக்கிக் கலத்தை உற்று நோக்கலாம்; இச்செயற்கை வால் மீன்முறை முதல் இரு உலூனிக்குகளிலும் பயன் பட்டது.

62. தகைவாற்றல்: வான் வெளி நிலைமைகளைத் தாக்குப்பிடிக்கும் உயிர்களின் இயல்பாற்றல்; இவ்வாற்றல் உயிர்களுக்கு ஏற்ப வேறுபடுவது.

63. தடுப்புக்கள் அல்லது தடுப்புக் கட்டைகள்: (ஒ. பா. முட்டுக் கட்டை): செயற்கை நிலாக்களின் விரைவைக் குறைத்து, இறக்கப் பயன்படும் கருவி அமைப்புக்கள்; பொதுவாக, இவை பீறிடுதடுப்புக்களாகும்.

64. திருத்தப்பாடு: செயற்கை நிலாக்களை ஏவுவதில், திசை, விரைவு, கோணம் முதலியவை திருத்தமாக அல்லது

நுட்பமாக அமைதல்; அமையாவிட்டால் திருத்தக்கேடு ஏற்படும்.

65. நீயாக்கி: இராக்கெட்டை இயக்க உதவும் பொருளின் ஒரு பகுதி; எரிய உதவும் பொருள்; ஆக்சிசன், நைட்ரிக் காடி எடுத்துக்காட்டுகள்; மற்றொன்று எரி பொருள்; அய்டிரஜன், பெட்ரோல் எடுத்துக் காட்டுகள்.

66. தொடுவானம்: நிலவுலகும் வானமும் ஒன்றை ஒன்று சந்திப்பது போன்று தோன்றும் இடம் அல்லது வட்டம்; காண் தொடுவானத்திற்கு இணையாக, நிலவுலகின் மையம் வழியாகச் செல்லும் தளம்; பெரு வட்டத்தில் வானத்தை நிலவுலகு சந்திக்குமிடம்.

67. தொடுமானம்: செவ்வாய் முதலிய வெளிக்கோள் களுக்குச் செல்லும் கலத்தின் வழி; நிலவுலகின் சுற்று வழிக்குத் தொடுமானமாக அமைந்திருக்கும்.

68- நகர்ச்சி: நகரும் பொருளின் (இராக்கெட்டு) இயக்க அளவு; இது அதன் பொருண்மையாலும் விரை வாலும் கிடைக்கும் பெருக்குத் தொகையால் அளக்கப் படுவது.

69. நாவாயர்: வான் வெளி நாவாயர்; வான் வெளிக் கப்பலைச் செலுத்துபவர்; வான் வெளி வலவர் அல்லது விமானி.

70. நில நடுக்கோடு: நிலவுலகின் மையமாகச் செல் லும் கோடு; வட தென் முனைகளிலிருந்து சமதொலைவில் உள்ளது.

71. நிறமாதல்: திசுக்களில் நிறமுண்டதால் அல்லது நிற நீக்கம் நிறமிகளால் ஏற்படுவது; இது கதிர் வீச்சு ஆய்வில் உற்று நோக்கப்படுவது.

72. நீத்த பருவங்கள்: கோள்களில் நிலவும் நிலைமை கள்; வான் வெளிக் கலம் நிலவுலகிலிருந்து கிளம்பத் தண்டயாய் இருப்பவை.

73. நுண்மங்கள்: நுண்ணிய ஒரு செல் அல்லது அணு உயிர்கள்; பயிரினத்தைச் சார்ந்த கீழின உயிர்கள்; இவ்வுயிர்களைப்பற்றி விரித்துரைப்பது நுண்மவியல்.

74. நெறிமுறை: பிறவற்றிற்குத் தலைவாயாக உள்ள அடிப்படை உண்மை; அறிவியலுக்கு அடிப்படையானது; அறிவியல் முறையால் உருவாவது; ஆர்க்கிமெடிஸ் நெறிமுறை, இராக்கெட்டு நெறிமுறை எடுத்துக்காட்டுகள்.

75. நேர்க்கோடு: நடுக் கோட்டிலிருந்து அமைகின்ற கோணத் தொலைவு; பெருவட்டத்திலிருந்து அமைகின்ற கோணத் தொலைவு.

76. (நைட்ரஸ்) வளர்சிதை மாற்றம்: உயிர்ப்பொருளில் (திசுக்களில்) ஏற்படும் தொடர்ந்த இயைபு மாற்றங்கள்; வளர் மாற்றம், சிதை மாற்றம் என இரு பிரிவுகளை உடையது; வளர் மாற்றத்தில் திசுக்கள் உணவின் ஊட்டப் பொருள்களிலிருந்து ஆக்கப்படுகின்றன; சிதை மாற்றத்தில் திசுக்கள் கழிவுப் பொருள்களாகச் சிதைகின்றன. புரத, மாப்பொருள் வளர்சிதை மாற்றம் போன்று நைட்ரஸ் வளர்சிதை மாற்றமும் ஒன்று.

77. பாரமானி: காற்று வெளி அழுத்தத்தைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் கருவி; பளுமானி என்றும் கூறலாம்.

78. பில்லியன்: (ஆங்கில நாட்டு வழக்கு) இலட்சங் கோடி; (அமெரிக்க நாட்டு வழக்கு) நூறு கோடி.

79. புகைமங்கள்: புகைத்தோற்றமுடைய வான் வெளிப் பொருள்கள்; தொலை நோக்கி புனையப்பட்ட பின் கண்டுபிடிக்கப் பட்டவை; இவற்றிலிருந்து விண்மீன், கதிரவன் முதலியவை தோன்றின.

80. பெருவட்டம்: கதிரவன் தோற்றச் சுற்றுவழி; நிலவுலகின் மேற்பரப்பைக் குறுக்காக வெட்டும், தளமுள்ள பெருவட்டம்.

81. பெராமீட்டர் அல்லது நிலைக்கோடு: ஒரு புள்ளி அல்லது கோட்டை உறுதி செய்யப் பயன்படுவது; இதனால் வான் வெளிக் கலத்தின் வழியை உறுதி செய்ய இயலும்.

82. பேரவை: ஒரு பொது அமைப்பு; அறிவியல் பேரவை எடுத்துக் காட்டு.

83. பொதிகைகள்: உருளை வடிவமுள்ள கொள்கலங்கள்; உயிர்களுடன் நிலாக்களில் வான் வெளிக்குச் சென்று திரும்புபவை.

84. பொதுவுடைமை: உடைமை எல்லாருக்கும் பொது என்னும் கொள்கை; உருசியாவில் பின்பற்றப்படுவது.

85. பொருண்மை அல்லது பொருள் திணிவு: ஒரு பொருளில் அடங்கியிருக்கும் பொருளின் அளவு; இடத்திற்கிடம் மாறுபடாதது; எடை என்பது ஒரு பொருளின் மீது ஏற்படும் ஈர்ப்பு விசையின் அளவு; இடத்திற்கிடம் மாறுபடும்.

86. பொய்யுருக் கலங்கள்: வான் வெளிக் கலங்களைப் போன்றவை; ஆய்வகத்தில் வான் வெளி நிலைமைகளை ஆய்ந்து பார்க்கப் பயன்படுபவை.

87. மறி வினைகள்: உணர்ச்சிக்கேற்ற செய்தி நேர்முகமாக ஏற்படுதல்; தும்முதல், உமிழ்நீர் சுரத்தல் எடுத்துக் காட்டுகள்.

88. மறை வெப்பம்: திடப் பொருளைத் திரவப் பொருளாக அல்லது திரவப் பொருளை வாயுப் பொருளாக, வெப்ப நிலை வேறுபடாமல் மாற்றத் தேவையான வெப்பம்.

89. மில்லியன்: பத்து இலட்சம்; பத்து நூறுயிரம்.

90. முகப்பு எடை: கருவிகள், உயிர்கள் முதலியவற்றின் எடை; முகப்பு எடை மிக மிக எரி பொருளும் மிகுதியாகும்; பொதுவாக, இராக்கெட்டால் ஏவப்படும் செயற்கை நிலாவின் எடையே முகப்பு எடையாகும்; இராக்கெட்டு எடையை விட, முகப்பு எடை மிகக் குறைவாகவே இருக்கும்.

91. முதலுடைமை; முதலைக் கொண்டிருக்கும் நிலை; முதலாளிகளுக்கே உரிமை என்னும் பொருளாதார முறை அல்லது கொள்கை.

92. முனைகள்: நிலவுலகின் வட முனையையும் தென் முனையையும் குறிப்பது; முனைகளில் ஏற்படும் ஒளிகள் முனை ஒளிகள் ஆகும். வட முனை ஒளி, தென் முனை ஒளி.

93. முறையாக்கல்: நெறிப்படுத்தல்; செயற்கை நிலாக்கள் தந்த குறிபாடுகளைச் செய்திகளாக மாற்றி இனப் படுத்தல்.

94. மெய்ந்நிகழ்ச்சிகள்: இயற்கையில் ஏற்படும் உண்மை நிகழ்ச்சிகள். ஆவியாதல், கொதித்தல், முனை ஒளி உண்டாதல் எடுத்துக்காட்டுகள்,

95. மேல் ஓடு: கோளின் (நிலவுலகின்) மேற்பரப்பு அல்லது வெளியுறை; திட நிலையிலுள்ளது.

96. மைய விலகு விசை: செயற்கையாக எந்திரத்தால் உண்டாக்கப்படுவது; உண்டாக்கும் எந்திரத்திற்குப் பெயர் மைய விலகு விசையாக்கி; இவ்விசை விரைவாக்க விசைக்கு இணையானது; இவ்விசையே ஈர்ப்பு விசையாகும்; எடை மிகு நிலைமைக்குக் காரணமாகும்; வான் வெளிச் செலவில் காற்று வெளியைக் கடக்கின்ற பொழுது வலவர்களால் உணரப்படுவது.

97. வழிப்படுத்தல்: எந்திரம் இயங்கும் வரை இராக்கெட்டு தன் வழியில் திருத்தமாகச் செல்லுமாறு கட்டுப் படுத்தப்படுதல்; கட்டுப்படுத்தப் பல முறைகள் உள்ளன; அவற்றில் பொதுவாகப் பயன்படுவது சுழல் நோக்கி முறை; சுக்கான்களைக் கொண்டும் வழிப்படுத்தலாம்.

98. வழியறிதல்: கலம் இலக்கை அடையும் வரை வானொலியால் வழியறிவது; இதற்கு வழியறி நிலையங்கள் பயன்படும்.

99. வான் வெளி—விண் வெளி: தொடக்கமும் முடிவும், எல்லையும் வரம்புமிலா ஒரு பெருவெளி; கோள் இடை வெளி (கோள்களுக்கு இடையே உள்ள வெளி), விண்மீன் வெளி, புறவான் வெளி, ஆழ்வான் வெளி, காற்று வெளி முதலியவை இதனுள் அடங்குபவை.

100. **வான் வெளி ஆராய்ச்சி:** வான் வெளிச் செலவு நிறைவு பெறுவதற்காகவும், அறிவியல் வளர்ச்சிக்காகவும், மனிதகுல நன்மைக்காகவும் வான் வெளியை ஆராய நடை பெறும் ஆராய்ச்சி; ஆராய்ச்சிகளில் தலையாயது.

101. **வான் வெளி உடை:** வான் வெளி நிலைமைகளைத் தாக்குப்பிடிக்க வலவர்களால் அணிந்து கொள்ளப்படும் உடுப்பு.

102. **வான் வெளி ஓட்டம்:** வான் வெளிக் கலங்களை ஏவு வதில் உருசியாவுக்கும் அமெரிக்காவுக்கும் இடையே ஏற் பட்ட போட்டியாகும்; முதல் எக்ஸ்புளோரரை அமெரிக்கா ஏவியதிலிருந்து இப்போட்டி ஏற்பட்டது; இதில் வெற்றி பெற்றுள்ள நாடு உருசியாவே.

103. **வான் வெளிக் கலங்கள்:** வான் வெளியில் செல்லத் தக்க செயற்கை நிலா, வான் வெளி நிலையம், வான் வெளிக் கப்பல் முதலியவை; இவை அமைப்பில் ஒன்றிலிருந்து மற்றவை வேறுபட்டவை; ஆனல், ஒன்றை மற்றென்ருகப் பயன்படுத்த இயலும்; இவை இராக்கெட்டின் திருந்திய பலவகைத் தோற்றங்களே.

104. **வான் வெளிக் கலப்பணி:** வான் வெளிக் கலங் களால் நடைபெறும் போக்கு வரத்து; வான் ஊர்திப் பணி போன்று எதிர்காலத்தில் இப்பணி நடக்க இருப்பது.

105. **வான் வெளிக் காலம்:** வான் வெளி ஆராய்ச்சி யால் ஏற்பட்டது; குறிப்பாக முதல் பூத்துணிக்கை விட்ட திலிருந்து தொடங்கியது; மின் காலம், அணுக்காலம் போன்று பல புதுமைகளை அறிவியலில் உண்டாக்கும்; உண்டாக்கியுள்ளது.

106. **வான் வெளிச் செலவு:** நிலவுலகிலிருந்து கோள் முதலிய விண் பொருள்களுக்கு நடைபெறும் செலவு; கிட்டத் தட்ட ஆராய்ச்சி நிலையில் நிறைவேறும் அளவில் உள்ளது; எதிர்காலத்தில் எல்லாரும் மேற்கொள்ளும் அளவுக்கு நடை

பெறும்; இதற்குக் கருவியாக இருப்பவை வான் வெளிக் கலங்கள்.

107. வான் வெளித் திட்டம்: வான் வெளி ஆராய்ச்சிக்காக வகுக்கப்பட்ட திட்டம்; 1954-இல் உருசியாவாலும், 1958-இல் அமெரிக்காவாலும் இத்திட்டம் தீட்டப்பட்டது.

108. வான் வெளி நிலைமைகள்: நில நிலைமைகளுக்கு மாறான எடையின்மை முதலிய நிலைமைகள்; செயற்கைக் கருவி அமைப்புக்களால் இவற்றைத் தாக்குப் பிடிக்கலாம்.

109. வான்வெளி நோய்கள்: எடைமிகு நிலைமை, எடையின்மை முதலியவற்றால் ஏற்படும் குமட்டல், வாயிலெடுப்பு, உளமுறிவு முதலிய நோய்கள்; பயிற்சியாலும், பழக்கத்தாலும் இவற்றைப் போக்க இயலும்.

110. வான் வெளி விலங்குகள்: வான் வெளி நிலைமைகளை அறிய, வான் வெளிக்கு அனுப்பப்பட்ட நாய், குரங்கு, எலி முதலிய விலங்குகள்; இவை மனிதனுக்கு முன்னோடிகள்.

111. விடுப்பு வெடிப்பு: சுற்று வழியில் சென்று கொண்டிருக்கும் நிலாவை, அதிலிருந்து விலக்கப் பின்னியங்கு இராக்கெட்டுகளில் உண்டாகும் வெடிப்பு; விடுப்பு ஏற்பாடு அல்லது மீட்பு ஏற்பாட்டில் நடைபெறுவது இது.

112. விண்கற்கள்: காற்று வெளியின் உராய்விலிருந்து தப்பி, ஆவியாகாமல், நிலவுலகின் மேற்பரப்பை அடைந்து குளிரும் விண் கொள்ளிகள்; இவற்றில் மிகச் சிறியவை நுண் விண்கற்கள்; வான் வெளிச் செலவிற்குத் தடைகளாக உள்ளவை.

113. விண்கொள்ளிகள்: வால் மீன்களிலிருந்து உண்டானவை; வான் வெளியில் திரிபவை: எண்ணிக்கையற்றவை; வேறு பெயர் வீழ்மீன்கள். காற்று வெளிக்கு வரும்பொழுது உராய்வினால் எரிபவை; வான் வெளிச் செலவிற்குத் தடைகளாக இருப்பவை.

114. விண் பொருள்கள்: விண்ணில் வலம் வரும் கதிரவன், கோள் முதலியவை; விண் வெளிப் பொருள்கள் என்றும் கூறலாம்.

115. விண் நடுக்கோடு: விண்ணிற்கு மையமாக உள்ள கோடு.

116. விண் (மீன்) வட்ட ஒளி: விண்ணில் காணப் படும் மங்கலான ஒளி; வட்ட வடிவமுள்ளது; வெப்ப நாடு களில் கதிரவன் எழுவதற்கு முன்பும், படிவற்குப் பின்பும் நன்கு தெரிவது.

117. விரைவு: ஓர் இயங்கும் பொருளின் நிலைமாற்ற அளவு; 1- வினடிக்கு இவ்வளவு சென்டிமீட்டர் என்று கூறப்படுவது அல்லது 1-வினடிக்கு இவ்வளவு அடி என்று குறிக்கப்படுவது.

118. விரைவாக்கம்: ஒரு பொருளின் விரைவு மாற்ற அளவு: அதிக விரைவை மனிதன் தாங்கலாம்; அதிக விரை வாக்கத்தைத் தாங்க முடியாது.

119. விரைவாக்கக் குறைவு: விரைவாக்கத்தில் ஏற் படும் நலிவு அல்லது இறக்கம்; இராக்கெட்டு இறக்கத்தின் பொழுது ஏற்படுவது.

120. வெப்ப எண்: ஒரு கிராம் எடையுள்ள பொருள் வெப்ப நிலையில் 1°C உயர, எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்ப அளவான கலோரியின் எண்ணிக்கை. அடர்த்தி எண், கரைதிறன் போன்று இது ஒரு எண்; பொருள்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடுவது.

121. வெப்ப நிலை: வெப்பச் சூட்டின் அளவு; அலகு பாகை அல்லது டிகிரி.

122. உய்மானம்: உய்த்துணரப்படுவது; அறிவியலில் இன்றியமையாதது.

123. சிக்கல்: எளிதில் தீர்க்க முடியாத ஒன்று; வகை யில் பல; எரிபொருள் சிக்கல், எடையின்மைச் சிக்கல் முதலியன எடுத்துக்காட்டுகள்; இதற்குக் காணப்படும் முடிவு தீர்வு.

124. செயல் முறை: செயல் நிலை அல்லது தொடர்ந்த மாற்றம்; மூச்சு விடுதல், செரித்தல் முதலியவை எடுத்துக் காட்டுகள்.

125. தருவாய்கள்: திரட்டப்படும் விளக்கமான செய்திகள். இவற்றைக்கொண்டு ஒரு சிக்கலுக்குத் தீர்வு காண இயலும்; அறிவியல் முறையில் தனியிடம் பெறுபவை.

126. தானியங்கல்: எந்திரங்கள் அல்லது கருவி யமைப்புக்கள் தாமாக இயங்குதல்; வான் வெளி ஆராய்ச் சிக்குப் பெரிதும் பயன் படுவது; செயற்கை நிலாக்களில் உள்ள பல ஏற்பாடுகளும், கருவியமைப்புக்களும் தாமாகவே இயங்குபவை.

127. எறிபடை: எறியப்படும் அல்லது வீழ்த்தப்படும் பொருள்; கல், அம்பு, குண்டு, இராக்கெட்டு முதலியவை எடுத்துக்காட்டுகள்; எறிபடைகளைப் பற்றிக் கூறும் நூல் எறிபொருள் இயல் அல்லது வீழ்பொருள் இயலாகும்.

128. முப்பண்புக் கோடு (முக்கோடு): இடத்தை அடைக்குமாறு குறிப்பிட்ட நீளத்தில் வரையப்படும் நேர்க் கோடு; அளவு (நீளம்), திசை, பொருள் என்னும் முப்பண் புகளும் இதற்குண்டு; இப்பண்புகளை உடைய அளவு முக் கோட்டளவு; விரைவு, விரைவாக்கம் முதிலியவை எடுத்துக் காட்டுகள்.

129. விரைவு முக்கோடு: வான் வெளிக் கலச் செல வில் கணக்கில் கொள்ளப்படுவது.

130. மட்டத் தாழ்வு: கடல் மட்டத்திலும், பாரமானி மட்டத்திலும் ஏற்படும் குறைவு; மழையும் புயலும் ஏற்பட இது அறிகுறியாகும்; வானிலை முன்னறிவிப்பில் கணக்கில் கொள்ளப்படுவது.

ஆங்கிலத் தமிழ்க் கலைச்சொற்கள்

A

acceleration - விரைவாக்கம்
accident - நேர்ச்சி
accuracy - திருத்தப்பாடு
achievement - அருஞ்செயல்
activity - ஆக்கம்
adaptability - தகைவாற்றல்
adhesion, forces of - ஒட்டு விசைகள்
aerial - அலைவாங்கி
aeronautics - வான் கப்பல் இயல்
aeronauts - வான் வலவர்
airplane - வான் ஊர்தி
airship - வான் கப்பல்
airspeed - காற்று விரைவு
albedo - ஒளி எண்
albumin - ஆல்புயூமின் (ஒருவகை அரிய புரதம்)
altitude - உயரம்
ampere - ஆம்பியர்
analysis - பகுப்பு
angle - கோணம்
angular deviation - கோணத் திரிபு
angle of inclination - சாய்வுக் கோணம்
antenna, rod - கோல் உணர்வி
aphelion - கதிரவன் சேய்மைத் தொலைவு
apparent, pole of earth's rotation - நிலவுலகின் சுழற்சித் தோற்றமுனை
apparent deviation - தேற்றத் திரிபு
apogee - சேய்மைத் தொலைவு
artificial gravity - செயற்கை ஈர்ப்பு
ascent - ஏற்றம்
asphyxia - மூச்சுத்திணறல்
astronautics (cosmonautics) - வான்வெளி நாவாய் இயல்
astronauts (cosmonauts) - வான் வெளி நாவாயர் (வலவர்)
astronomy - வானியல்
astronomical research - வானியல் ஆராய்ச்சி
astronomical unit - வானியல் அலகு
asteroids (planetoids) - சிறு கோள்கள்
atmosphere - காற்றுவெளி
attitude - இசைவு நிலை
atomic radiation - அணுக்கதிர் வீச்சு
automation - தானியங்கல்
auto-oscillatory condition - தன்னசைவு நிலைமை
axis of magnetic field - காந்தக் கள அச்சு
(major) axis of orbit - சுற்று வழிப் பெரும் அச்சு
axis of rotation - சுற்றுஅச்சு

B

bacteria - நுண்மங்கள்
bacteriology - நுண்மவியல்
balloons - விண்குமிழிகள்
ballistics - வீழ் (பொருள்) இயல்
battery - மின்கல அடுக்கு
atomic battery - அணுமின்கல அடுக்கு

chemical ,, - இயைபு மின் கல அடுக்கு
solar ,, - கதிரவ(ன்) மின்கல அடுக்கு
barometer-பாரமானி (பளுமானி)
behaviour - நடத்தை
bibliography - நூல் வரிசை
binary code - இரு குறித் தொகுதி
biology - உயரியல்
biological research - உயரியல் ஆராய்ச்சி
,, **conditions** - உயரியல் நிலைமைகள்
blast-off time - எரி நேரம்
blood circulation - குருதி ஓட்டம்
,, **pressure** - குருதி அழுத்தம்
brake - தடுப்பு (க்கட்டை)
braking mechanism - தெறிப் புப் பொறி நுட்பம்
broadcast - ஒலி பரப்பு
bone marrow - சிவப்புத் தண் டெலும்பு

C

cabin - அறை
calculations - கணக்கீடுகள்
capsule - பொதிகை
carbon - கரி
carbon dioxide - கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு (கரி இருவளி)
carotid artery - கழுத்துப் பெருந்தமனி
capitalism - முதலுடைமை
celestial mechanics - விண் பொறி நுட்ப இயல்
centrifuge - மைய விலகு விசையாக்கி
chemical changes - இயைபு மாற்றங்கள்
chemistry - இயைபியல்
circumlunar reconnoitring mission - திங்கள் சுற்று ஆராய் வுச் செலவு
climate - தட்பவெப்ப நிலை
cloud gas - முகில்வளி
collections - திரட்டுக்கள்
collision - மோதுதல்
comet, artificial - செயற்கை வால் மீன்
committee, legal - சட்டக்குழு
commission - ஆணைக்குழு
computing maths - எண்ணு கணக்கியல்
computing centre - கணக்கிடு மையம்
computors, special purpose digital information - தனி வகை எண் செய்திக் கணக்கு எந்திரங்கள்
communism - பொதுவுடைமை
comparative research - ஒப்பு நோக்கு ஆராய்ச்சி
compound - கூட்டுப் பொருள்
coordinates - இணை கோடுகள்
conductivity - கடத்தும் திறன்
configuration - சார்பு நிலை
container - கொள்கலம்
contribution - பங்கு
congress - பேரவை

control - கட்டுப்பாடு (கட்டுப் பாட்டு நிலையம்)
cosmos - விண், வான் (விண்ண கம், வானகம்)
cosmic bodies - விண் (வெளிப்) பொருள்கள்
cosmic dust erosion - விண் புழுதி அரிப்பு
cosmogony (cosmology) - விண்ணியல்
cosmic space - விண் வெளி
cosmic speed - விண் (வெளி) விரைவு
first cosmic speed - முதல் விண் விரைவு
second cosmic speed - இரண் டாம் விண் விரைவு
third cosmic speed - மூன்றும் விண் விரைவு
craters - எரிவாய்கள்
electric current, belt of - மின் னோட்ட வளையம்
ocean currents - கடல் ஓட்டங் கள்

D

data - தருவாய்கள்
descent - இறக்கம்
decode - ஓரினப்படுத்து
declination, angle of - இறக் கக் கோணம்
definition - இலக்கணம்
delegates (representatives) - பேராளர்கள்
demonstration - செயல் விளக் கம்
dictionary - அகரவரிசை
dimensions, overhaul - முழு அளவுகள்
density - அடர்த்தி
design - வடிவ அமைப்பு
device - கருவி அமைப்பு
stabilizing ,, - நிலைப்புக் கருவி யமைப்பு
converting ,, - மாற்றுக் கருவி யமைப்பு
shut off ,, - மூடு கருவியமைப்பு
direction - திசை
discussion - சொல்லாடல்

E

earth - நிலவுலகு
ecliptic - பெருவட்டம்
electric age - மின்காலம்
,, charge - மின்னேற்றம்
explosive ,, - வெடியேற்றம்
electronic brain - மின்னணு மூளை
,, circuits - மின்னணுச் சுற்றுக்கள்
electronics - மின்னணு இயல்
electronic device - மின்னணுக் கருவியமைப்பு
element - தனிமம்
elevation - உயர்ச்சி
emblem - இலச்சினை
encylopedia - கலைக்களஞ்சியம்
engineering - பொறி இயல்
epoch making events - திருப்பு மையச்செயல்கள் அல்லது நிகழ்ச்சிகள்
experiment - ஆய்வு
research experiment - ஆராய்ச்சி ஆய்வு

equator - நடுக்கோடு
sky equator - விண் நடுக்கோடு
equipment - கருவித்தொகுதி
experts - வல்லுநர்கள்
explanation - விளக்கம்

F

factors - மெய்க்கூறுகள்
cosmic factors - விண் மெய்க் கூறுகள்
biological factors - உயிரியல் மெய்க் கூறுகள்
facilities - வசதிகள், வாய்ப்புக்கள்
flight dynamics - செலவு இயக்கவியல்
forces - விசைகள்
gravitational forces - ஈர்ப்பு விசைகள்
g-forces - ஈ-விசைகள்
centrifugal forces - மையவிலகு விசைகள்
centripetal ,, - மைய நோக்கு விசைகள்
flow - ஓட்டம்
forecast - முன்னறிவிப்பு
frequency - அதிர்வெண்
fuel - எரிபொருள்
liquid fuel - நீர்ம எரிபொருள்
nuclear ,, - அணுக்கரு எரிபொருள்
solid fuel - கெட்டி எரிபொருள்
fluid - பாய்மம்

G

gamaglobulin - காமாக் குளோபுயுலின்
gas - வளி
gas dynamics - வளி இயக்கவியல்
genetics - மரபணு இயல்
genetic effects - மரபணு இயல் விளைவுகள்
geography - நில வரைவியல் அல்லது நிலவியல்
geology - நில உள்ளியல்
geophysics - நில இயல்பியல்
geophysical research நில இயல்பியல் ஆராய்ச்சி
glaciology - பனி இயல்
glossary - கலைச்சொற்கள்
gravity - ஈர்ப்பு
gravitation - ஈர்ப்பாற்றல்
terrestial gravitation - நில ஈர்ப்பாற்றல்
g-suits - ஈர்ப்பு உடைகள்
guided missile - வழிப்படுத்தப் பட்ட எறிபடை

H

half-tone - அரைத் திண்மை
hazards - தடைகள்
helicopter - திருகு ஊர்தி
helium - ஈலியம்
hemisphere - அரைத் திரளை
hermetically sealed - காற்று இறுக்கமுள்ள
heredity - மரபியல்
hydrogen - அய்டிரஜன் (நீர் வளி)
hydrogen peroxide - அய்டி ரஜன்பெராக்சைடு
sodium peroxide - சோடியம் பெராக்சைடு
hypersonic gas flow

(supersonic ,, ,,) மேல் ஒலி வளி ஓட்டம்
humidity - ஈர நிலை

I

iceberg - பனிப்பாறை
idea - கருத்து
index - பொருளடக்க அகர வரிசை
images - உருவுகள்
imaginary terrestial pole - கற்பனை நிலவுலக முனை
inaccuracy - திருத்தக் கேடு
inference - உய்மானம்
infra-red sensons - அகச் சிவப்பு உணர்வான்கள்
inertia - பருமை
installation - கருவித் தொகுதி
international geophysical-year - அனைத்துலக நில இயல் பியல் ஆண்டு
interplanetary gas - கோள் இடை வளி
interplanetary matter - கோள் இடைப் பொருள்
,, space - கோள் இடை வெளி
,, travel - கோள் இடைச் செலவு

J

jelly - உறை நீர் (உறைமம்)
jet - பீச்சு, பீறிடல்
oxygen jet - ஆக்சிஜன் பீச்சு
jet plane - பீறிடு ஊர்தி
jet brake - பீறிடு தடுப்பு

K

kilowatt - கிலோவாட்டு

L

lab, scientific - அறிவியல் ஆய்வகம்
landing - இறங்குதல்
,, techniques - இறங்கு நுணுக்கங்கள்
latent heat - மறை வெப்பம்
latitude - நேர்க்கோடு
launching - ஏவுதல்
,, pad - ஏவு தளம்
,, time - ஏவு நேரம்
,, techniques - ஏவு நுணுக்கங்கள்
liquid - நீர்மம்
laws of planetary motion - கோள் இயக்க விதிகள்
legends - கட்டுக் கதைகள்
local horizon - உள்ளிடத் தொடுவானம்

M

magnitude - அளவு
magnetometer - காந்தமானி
mass - பொருண்மை
mass distribution of earth - நிலவுலகின் பொருண்மைப் பரவல்
max. - உயர்வரை
mechanics - பொறி நுட்ப இயல்
medium, airless - காற்றிலா ஊடகம்
meaning - பொருள்
medico-biological experiment- மருத்துவ உயிரியல் ஆய்வு
medico - biological research - மருத்துவ உயிரியல் ஆராய்ச்சி
megacycle - மெகாசைக்கிள்

measuring instruments - அளவு கருவிகள்
measurements, overhaul - முழு அளவுகள்
measurements, physical - இயல்பியல் அளவுகள்
metabolism - வளர்சிதை மாற்றம்
metallurgy - உலோக இயல்
meteor - விண்கொள்ளி
aluminium meteor - அலுமினிய விண்கொள்ளி
meteoric particle - விண்கொள்ளித்துகள்
,, substance - விண்கொள்ளிப் பொருள்
meteorology - வானிலை இயல்
meteorite, micro - நுண் விண்கல்
metal - திண்மம் (உலோகம்)
non - metal - நொய்மம் (அலோகம்)
methane - மீத்தேன்
miniaturization - சிறிதாக்கல்
momentum - நகர்ச்சி
moon's last quarter - திங்களின் கடை சிக்கால் பருவம்
movement - இயக்கம்

N

navigation - கப்பல் செலுத்துகை, கப்பல் போக்குவரத்து
cosmic navigation - வான்வெளிக் கப்பலைச் செலுத்துதல்
nebula - புகைமங்கள்
nerve - நரம்பு
nervous activity - நரம்பாக்கம், நரம்புச் செயல்
,, system - நரம்பு மண்டலம்
nitrogen - நைட்ரஜன், (வெடிவளி)
nitrous metabolism - நைட்ரஸ் வளர்சிதை மாற்றம்
nuclei, heavy - பளுவான அணு உட்கருக்கள்
,, atomic - அணு உட்கருக்கள்
nozzle - குறுங்குழல்

O

observation - உற்று நோக்கல்
instrumental observation - கருவிஉற்று நோக்கல்
radio observation - வானொலி உற்றுநோக்கல்
visual observation - கண் உற்றுநோக்கல்
observatory - உற்று நோக்கு நிலையம்
flying observatory - பறக்கும் உற்று நோக்கு நிலையம்
oceanography - கடலியல்
oceanographic research - கடலியல் ஆராய்ச்சி
off-spring - வழித் தோன்றல்
operation - இயக்கம், அறுவை
orbit - சுற்று வழி
circular orbit - வட்டச் சுற்று வழி
economic orbit - சிக்கனமான சுற்றுவழி

elliptical orbit - நீள் வட்டச் சுற்று வழி
elongated orbit - நீண்ட சுற்று வழி
identical orbit - ஒத்த சுற்று வழி
irregular orbit - சீரற்ற சுற்று வழி
multi orbit - பல சுற்று வழி
parabolic orbit - பக்க வட்டச் சுற்று வழி
hyperbolic orbit - மேல் வட்டச் சுற்று வழி
plane of orbit - சுற்று வழித் தளம்
polar orbit - முனைச் சுற்று வழி
solar orbit - கதிரவன் சுற்று வழி
orbital elements - சுற்று வழி அடிப்படைக் கூறுகள்
,, period - சுற்று காலம்
,, speed or velocity - சுற்று (வழி) விரைவு
orbital strain - சுற்று வழி அயர்ச்சி
orbital techniques - சுற்றுவழி நுணுக்கங்கள்
oxidant - தீயாக்கி
oxygen - ஆக்சிஜன் (தீவளி)
ozone - ஓசோன் (முகர்வளி)

P

parameter - நிலைக்கோடு
parachute - விண்குடை
particle - துகள்
pathology - நோய் இயல்
pathological process - நோய்ச் செயல்முறை
payload - முகப்பு எடை
perigee - அண்மைத் தொலைவு
perturbation - குலைவு
phase - நிலை
active phase - வீறுள்ள நிலை
booster phase ,, உந்து நிலை
passive phase ,, வீறற்ற நிலை
philosophy - மெய்யறிவியல்
photons - ஒளியணுக்கள்
photomultiplier-ஒளிப்பெருக்கி
physics - இயல்பியல்
pick-ups, solar - கதிரவன் ஆற்றல் பெறுகை
plutonium - புளூடோனியம்
phenomena - மெய்ந் நிகழ்ச்சிகள்
pigmentation - நிறமாதல்
pilots - வலவர்கள்
aeronauts - வான் வலவர்கள்
astronauts (cosmonauts) - வான் வெளி வலவர்கள்
point - இடம், புள்ளி, நிலை, முனை
point, neutral - நடு நிலைப் புள்ளி
pole - முனை
polar lights - முனை ஒளிகள்
aurora australis - தென் முனை ஒளி
aurora borealis - வட முனை ஒளி
porthole - பக்கத்துளை
precipitation - படிவு, படிதல்
principle - நெறிமுறை
problem - சிக்கல்

legal ,, - சட்டச் சிக்கல்
biological ,, - உயிரியல் சிக்கல்
technical ,, - தொழில் நுணுக்கச் சிக்கல்
political ,, - அரசியல் சிக்கல்
processing - முறையாக்கல்
programme guidance - திட்ட வழிப்படுத்தல்
programme of observation - உற்று நோக்கு திட்டம்
programme of physical observation - இயல்பியல் உற்று நோக்கு திட்டம்
programme of scientific observation - அறிவியல் உற்று நோக்கு திட்டம்
properties - பண்புகள்
chemical ,, -இயைபுப்பண்புகள்
physical ,, - இயல்புப்பண்புகள்
power sources - ஆற்றல் ஊற்றுக்கள்
pressurized lorries - அழுத்த லாரிகள்
pressure gauge - அழுத்த அளவி அல்லது மானி
pullback - பின்னிழுப்பு

Q

qualification - தகுதி

R

radar - இரேடார் (வானொலித் தொலையறி மானி)
ray - கதிர்
alpha ray - ஆல்பாக் கதிர்
beta ray - பீட்டாக் கதிர்
cosmic ray - விண் கதிர்
gama ray - காமாக் கதிர்
infra-red ray - அகச் சிவப்புக் கதிர்
ultra-violet ray - புற ஊதாக் கதிர்
x-ray - × - கதிர்
radial speed or velocity - ஆர விரைவு
radio active elements - கதிரியக்கத் தனிமங்கள்
radio activity - கதிரியக்கம்
radio transmitter - வானொலிச் செலுத்தி
radio signal transmitter - வானொலிக்குறிபாட்டுச் செலுத்தி
radio signal - வானொலிக் குறிபாடு
wireless transmitter - கம்பியிலா வானொலிச் செலுத்தி
radiation - கதிர் வீச்சு
cosmic radiation - விண் கதிர் வீச்சு
solar radiation - கதிரவன் கதிர் வீச்சு
radioactive radiation - கதிரியக்கக் கதிர் வீச்சு
radiation band - கதிர் வீச்சுக் கற்றை
radiation belt - கதிர் வீச்சு வளையம்
radiation measurement - கதிர் வீச்சு அளவு
radiation mysteries - கதிர் வீச்சு மறைவுகள்
radiation computor - கதிர் வீச்சு எண்ணி
range - எல்லை

recoil - எதிர்த் தாக்கல்
reconnaissance - உளவறிதல், நிலைமை அறிதல்
record - பதிவுக் குறிப்பு
recorder, tape - நாடாப் பதிவி
recovery - மீட்பு, மீட்டல்
recurring stages - தொடர்ந்த நிலைகள்
readings - அளவீடுகள்
reflex - மறிவினை
relative movement - சார்பு இயக்கம்
coordinated movement - ஒருமித்த இயக்கம்
response - துலங்கல்
respiration - உயிர்த்தல்
reproductive cycle - இனப் பெருக்கச் சுற்று
rocket - இராக்கெட்டு (பீறி - பீறிட்டுச் செல்வது)
rocketry - இராக்கெட்டு இயல்
composite rocket - அடுக்கு இராக்கெட்டு
geological ,, - நில உள்ளியல் இராக்கெட்டு
meteorological ,, - வானிலை இயல் இராக்கெட்டு
photon ,, - ஒளியாற்றல் இராக் கெட்டு
retro-rocket - பின்னியங்கு இராக்கெட்டு
space observation ,, - உற்று நோக்கு வான் வெளி இராக் கெட்டு
space rocket ,, - வான் வெளி இராக்கெட்டு
super power express ,, - மேலாற்றல் விரைவு இராக் கெட்டு
quantum ,, - துகளாற்றல் இராக்கெட்டு
rocket pistols - இராக்கெட்டு வெடி குழல்கள்
rocket photography - இராக்கெட்டு ஒளிப்பட இயல்
rudder - சுக்கான்
internal rudder - உள் சுக்கான்
external ,, - வெளிச் சுக்கான்

S

satellite - நிலா
artificial satellite - செயற்கை நிலா
natural ,, - இயற்கை நிலா
earth ,, - நில நிலா
lunar or planetary ,, - திங்கள் அல்லது கோள் நிலா
polar ,, - முனை வழி நிலா
sea of serenity - அமைதிக் கடல்
seasons - பருவங்கள்
scientific instrument - அறிவியல் கருவி
specimen - மாதிரிப் பொருள்
specific heat - வெப்ப எண்
spectrum - நிறமாலை
solar spectrum - கதிரவன் நிறமாலை
slant ranges - சாய்வு எல்லைகள்
sodium flare - சோடிய ஒளிர்வு
solar emissions - கதிரவன் உமிழ்வுகள்
solar flare - கதிரவன் ஒளிர்வு

solar particle - கதிரவன் துகள்
solar shower - கதிரவன் பொழிவு
solid - கெட்டிப் பொருள்
solution - தீர்வு
soup - நீர்ச்சாறு
space - வான் வெளி, விண் வெளி
space age - வான் வெளிக் காலம்
,, animals - வான் வெளி விலங்குகள்
,, committee - வான் வெளிக் குழு
,, conditions - வான் வெளி நிலைமைகள்
,, diseases - வான் வெளி நோய்கள்
,, experiment - வான் வெளி ஆய்வு
space flight - வான் வெளிச் செலவு
,, gliders - வான் வெளி வழுக்கிகள்
,, information - வான் வெளிச் செய்திகள்
,, maps - வான் வெளிப் படங்கள்
,, observation - வான் வெளி உற்று நோக்கல்
,, passengers - வான் வெளிச் செல்வோர்
,, project or programme - வான் வெளித்திட்டம்
,, research - வான் வெளி ஆராய்ச்சி
,, science - வான் வெளி அறிவியல்
,, biology - வான் வெளி உயிரியல்
,, chemistry - வான் வெளி இயைபியல்
,, medicine - வான் வெளி மருத்துவம்
,, physics - வான் வெளி இயல்பியல்
,, outer space physics - புறவான்வெளி இயல் பியல்
,, science symposium - வான் வெளி அறிவியல் கருத்தரங்கு
space satellite - வான் வெளி நிலா
,, station - வான் வெளி நிலையம்
,, travel - வான் வெளிச் செலவு
,, vehicles - வான்வெளிக் கலங்கள்
,, vehicle service - வான் வெளிக் கலப்பணி
,, wonders - வான் வெளிப் புதுமைகள்
seismology - நில நடுக்க இயல்.
solenography - திங்கள் வரைவியல் அல்லது திங்கள் இயல்
spore, plant - பயிர் விதைத் தூள்
sphere - உருண்டை, வெளி
subject - ஆயப்படுபவர்
surface tension, forces of - மேற்பரப்பு இழுச்சி விசைகள்

summit conference - பெருந் தலைவர்கள் மாநாடு
statistics - புள்ளி இயல்
system - ஏற்பாடு, மண்டலம்
antenna system - உணர்வி ஏற்பாடு
automatic thermo regulation system - தானியங்கு வெப்பச் சீராக்கு ஏற்பாடு
catapult system - விடுப்பு ஏற்பாடு
circulatory ,, - குருதி மண்டலம்
communication system - செய்தித் தொடர்பு ஏற்பாடு
control system - கட்டுப்பாட்டு ஏற்பாடு
flight guidance system - செலவு வழிப்படுத்து ஏற்பாடு
ignition system - பற்று ஏற்பாடு
nervous system - நரம்பு மண்டலம்
orientation system - ஒழுங்கமைப்பு ஏற்பாடு
photo-television system - ஒளித் தொலைக்காட்சி ஏற்பாடு
power supply system - ஆற்றல் வழங்கு ஏற்பாடு
programming radio-technical system - திட்டப்படுத்தும் வானொலித் தொழில் நுணுக்க ஏற்பாடு
radio system - வானொலி ஏற்பாடு
recovery ,, - மீட்பு ஏற்பாடு
respiratory system - மூச்சு மண்டலம்
science - அறிவியல்
scientific telemetrical system- அறிவியல் தொலைஅளவு ஏற்பாடு
special radio - engineering system - தனி வானொலிப் பொறியியல் ஏற்பாடு
stabilizing system - நிலைப்பு ஏற்பாடு
streamline - காற்றுத்தடை வரி

T

taiga - ஊசி இலைக்காடு
take-off trajectory - கிளம்பு வழி
tangent - தொடுமானம்
tank - தொட்டி
central cylindrical tank - மைய உருளைத் தொட்டி
lateral front cylindrical tank- பக்க முன் தொட்டி
,, rear cylindrical tank - பக்கப் பின் தொட்டி
target - இலக்கு
technical terms - தொழில் நுணுக்கச் சொற்கள்
technology - தொழில் நுணுக்க இயல்
teleology - முடிவியல்
teleological research - முடிவியல் ஆராய்ச்சி
telemetrical information - தொலை அளவுச் செய்தி
temperature - வெப்ப நிலை
telescope - தொலை நோக்கி
electron telescope - மின்னணுத் தொலை நோக்கி

radio telescope - வானொலித் தொலை நோக்கி
television - தொலைக் காட்சி
test animals - ஆய்வு விலங்குகள்
time - காலம், நேரம்
tracking - வழியறிதல்
,, post - வழியறி நிலை
,, station - வழியறி நிலையம்
traps - கண்ணிகள்
traditional - மரபு வழிக்குரிய
transit time - கடக்கும் காலம்
twilight - கருக்கல்

U

upper atmosphere - காற்று மேல் வெளி
lower ,, - காற்றுக் கீழ் வெளி
universe - விண்ணகம்

V

vanes - தகடுகள்
internal control vanes - உள் கட்டுப்பாட்டுத் தகடுகள்
external control vanes - வெளிக் கட்டுப்பாட்டுத் தகடுகள்
vector - முப்பண்புக் கோடு (முக்கோடு)
speed vector - விரைவு முக்கோடு
velocity or speed - விரைவு
angular velocity - கோண விரைவு
vertex - உச்சி முனை, கோண முனை
veterinary surgeon - கால்நடை மருத்துவர்
first cosmic velocity - முதல் விண்வெளி விரைவு
orbital velocity - சுற்றுவழி விரைவு
horizontal velocity - கிடை மட்ட விரைவு
vertical velocity - செங்குத்து விரைவு
second cosmic velocity - இரண்டாம் விண் வெளி விரைவு
escape velocity - விடுபடு விரைவு
third cosmic velocity - மூன்றும் விண் வெளி விரைவு
visibility - காணுதல்
,, radius - காணுதல் ஆரம்
period of visibility - காணுதல் காலம்
radio-visibility - வானொலி வழியாகக் காணுதல்

flight, journey, mission, travel, voyage } செலவு

W

wavelength - அலை நீளம்
weather - வானிலை
,, forecast - வானிலை முன்னறிவிப்பு
weight - எடை
weightlessness - எடையின்மை

overweight - எடை மிகு நிலைமை

wings - சிறகுகள்

rudimentary wings - அடிச் சிறகுகள்

retractile wings - சுருங்கு சிறகுகள்

Y

year book - ஆண்டு நூல்

Z

zero-gravity conditions - சுழி ஈர்ப்பு நிலைமைகள்

zodiacal light - விண் மீன் வட்ட ஒளி

zone - வெளி

Van Allen radiation zone - வான் ஆலன் கதிர் வீச்சு வெளி

outer Van Allen radiation zone - புற வான் ஆலன் கதிர் வீச்சு வெளி

நூல் வரிசை

தமிழ் நூல்கள்

1. வான மண்டல யாத்திரை, S. S. இராமசாமி, 2-ஆம் பதிப்பு, ஸ்டார் பிரசுரம்.

2. வான வெளிப் பயணம், முதற் பதிப்பு, கலைக்கதிர்.

ஆங்கிலக் கலைக் களஞ்சியங்கள்

1. Everyman's Encylopedia (12 volumes), 3rd edition, J. M. Dent and Sons Ltd., London.

2. The New Universal Encylopedia (10 volumes), The Educational Book Co., Ltd, London.

3. Van Nostrand's Scientific Encylopedia, 2nd edition, D. Van Nostrand Company, Inc. New York.

4. The Modern Wonderbook of Knowledge, 1st edition, The John C. Winston Company, America.

5. The Modern Marvels Encylopedia, Collins Clear-Type Press, London.

6. The Book of Knowledge (condensed), Cardinal Edition.

ஆங்கில நூல்கள்

1. New Worlds of Modern Science, Dell 1st edition, New York.

2. The Exploration of Space, A. E, Clarke, Harper and Bros.

3. The Science Book of Space Travel, Harold Leland Goodwin, Cardinal Edition.

4. Space Ships and Space Travel, Frank Ross Jr.

5. Man in Space, Heinz Naber, The Bobbes Mervill Co., Inc. New York.

6. Flight Into Space Jonathan Norton Leonard, Pan Books Ltd., London.

7. Rocket Propulsion, Erict Burgess.

8. Interplanetary Travel, A. Sternfeld, 2nd edition, FLPH Moscow.

9. Second and Third Soviet Space Rockets, Soviet Land Booklets.

10. Travel to Distant Worlds, Karl Gilzin FLPH.

11. Man and Space, Ralph R. Lapp, Secker and Warburg, 1962, America.

12. Science in Space, L. V. Berkner and Hugh Odishaw, McGraw Hill Book Company, 1962, New York.

13. Road to the Stars, Yuri Gagarin, Jaico Publishing House, Bombay-1.

14. Cosmonaut Yuri Gagarin, Wilfred Burchett and Anthony Purdy, Gibbs and Phillips.

சிறப்புக் கட்டுரைகள்

தமிழ்

1. அண்ட வெளியை வெல்வதற்கான ஆராய்ச்சிகள், இ. ஸ்வெத்லனோவோ, சோவியத் நாடு, ஆக., 14, 1959.

2. பெருவெளியில் பவனி, சொ. ஆனந்தன் B.Sc.,B.T., சுதேசமித்திரன், 10—1—1959.

3. வான் வெளியில் உண்ண..., இராமலிங்கம் B.Sc., மார்ச், ஏப்ரல் 1960, கலைக்கதிர்.

ஆங்கிலம்

1. Food For Spaceman, G. A. Arutyunov, oct 25, 1959, The Mail.

2. Scientific Advance in the U. S. A., April 3, 1960 The Hindu.

3. Man Knocks on the Door of Space, Fred Zusy, The Hindu.

4. Problems of Space Travel, The Hindu.

5. Nuclear War: Shape of Things to come, Kenneth Gatland, April 17, 1961, The Hindu.

6. Problems of Manned Space, Flight, Narair M. Sissakian, The Mail.

7. A Manned Island in Outer Space, N. Varvarov, The Indian Express.

8. A Glance into Future .. V. Vasilyev, Soviet Land, April 1961.

9. Broadcasting Stations in Outer Space, N. Alexandrov, March 5, 1961, The Sunday Standard.

10. Growth of Automation in U.S.A., Arthur Ripley, The Hindu.

11. The Fantastic Scene above your Head, Austin Hatton, The Sunday Standard.

12. Science Paves Way For Man's Flight into Outer Space, oct. 16, 1960, The Sunday Standard.

13. Accurate Weather Forecast, A. Antonov, March 19, 1961, The Sunday Standard.

14. Satellite Tracking at Naini Tal, M. Zakeer, July 16, 1961, The Illustrated Weekly of India.

கலைச்சொல் அகரவரிசைகள்

1. ஆட்சிச் சொல் அகரவரிசை, தமிழ்ப் பாதுகாப்புக் கழக வெளியீடு, சென்னை.

2. கலைச் சொல்லகராதி, கல்லூரித் தமிழ்க் குழு.

3. ஆட்சிச் சொல்லகராதி, சென்னை அரசு வெளியீடு.

4. ஆசிரியர் கலைக் கல்லூரிச் சொற்கள், சென்னை மாநிலத் தமிழ்ச் சங்கம், திருநெல்வேலி.

5. கழக ஆங்கிலத் தமிழ்க் கையகராதி, கா. அப்பாத்துரை M.A.,L.T.

6. தொழில் நுணுக்கச் சொற்கள், சென்னை அரசு வெளியீடு.

7. தமிழ் ஆட்சிச் சொற்கள், கி. இராமலிங்கனார், மீனாட்சிப் பதிப்பகம், மதுரை.

YEAR BOOK

1. Hindustan Year Book 1959, 60, 61.

இதழ்கள்

ஆங்கிலம்

1. The Hindu, 2. The Mail, 3. The Indian Express, 4. American Reporter, 5. Soviet Land, 6 The Illustrated Weekly of India, 7. The Illustrated London News, 8. Reader's Digest.

தமிழ்

1. சுதேசமித்திரன், 2. தினமணி, 3. விடுதலை, 4. தனியரசு, 5. முரசொலி, 6. தமிழ்நாடு, 7. கலைக்கதிர், 8. மஞ்சரி.

அ

அகச்சிவப்பு உணர்வான்கள், 102. 324.
அடுக்கு வெளி ஆராய்ச்சி, 6
அமெரிக்கக் கோள் நிலாக்கள், 305
பயனியர்கள் : ப-1, 118; ப-3, 120; ப - 4, 122, ப-5, 121
அமெரிக்க நில நிலாக்கள், 292
உதிரிகள்: அட்லாஸ், 102: இரட்டை நிலா, 106: இரே-1, 317, இரே-2, 317; இரே-3, 317; எதிரொலி.1, 16 105; ஓசோ-1, 320: கொரியர், 106, 107; சேமாஸ், 105: தொலைநோக்கி நிலா, 109; மை-2, 104: மை-4, 318: மூன்று நிலா, 108; வான் வெளி நிலா, 109.
டிராசுகள் : டிரா-1, 102; டிரா-2, 102, 103: டிரா-3, 320.
டிரான்சிட்டுகள் : டிடு-1, 104: டிடு-2, 104.
எக்ஸ்புளோரர்கள் : எ-1, 4, 89-91, 90; எ-3, 92; எ-4, 92; எ-6, 93; எ-7, 93; எ-8, 94; எ-10, 94, எ-13, 317
டிஸ்கவரர்கள் : டி-1, 97; டி-2, 97: டி-5, 97; டி-6, 97; டி-7, 98; டி-8, 98; டி-11, 98; டி-13, 98, 99; டி-14, 99 - 100: டி-17, 100 - 101, டி-18, 101; டி-25, 101; டி-29, 316; டி-31, 317; டி-32, 317; டி-33, 318.
மர்க்குரிகள் : ம-1, 110-111; ம-2, 111-112; ம-3, 114-117, 116; ம-4 (லிபர்ட்டிபெல்-7), 304: ம-5, 318; ம-6, 319: ம-7, 319.
வேன்கார்டுகள்: வே-1, 95-96; வே-2 96; வே-3, 96.
அமெரிக்க விண் குமிழிகள். 15, 286
அறிவியல்கள், 7, 9, 15, 42, 82, 190, 192, 196, 209, 215, 227, 260, 312, 321
அறிவியல் தற்கோள்கள், 9, 325.
அனைத்துலக நில இயல்பியல் ஆண்டு, 4, 19, 325.
,, வான் வெளி ஆராய்ச்சிக் குழு, 5.
,, ,, நாவாய் இயல் பேரவை, 19.

ஆ

ஆர விரைவு, 217, 326,

இ

இயற்கை நிலாக்கள், 285.
இரிச்சர்டு தேபர், 178.
இரசல், 255.
இராக்கெட்டுகள், 11, 315.
இலாம்டா இராக்கெட்டு, 6.
இஸ்ரேல் ,, , 315.
அடுக்கு ,, , 11.
அமெரிக்க ,, , 12, 281.
ஈரோ ,, , 11.
உருசிய ,, , 12, 283.
உற்றுநோக்கு வான்வெளி இராக் கெட்டு, 6.
ஏரோபி இராக்கெட்டு, 12.
,, ஆராய்ச்சி ,, , 12.
ஏரோபி-சி-இராக்கெட்டு , 12.
ஒளியாற்றல் ,, , 203, 250.
துகளாற்றல் ,, , 203, 250.
நில உள்ளியல் ,, , 258.
பிரான்சு ,, , 315.
பிளாக்நைட் ,, , 5.
பின்னியங்கு ,, , 37, 114, 115, 137, 156.
புளூஸ்டிக் ,, , 5.
மேலாற்றல் விரைவு ,, , 249.
வானிலை இயல் ,, , 6.
வான் வெளி ,, , 151, 169.
V-1 இராக்கெட்டு , 3.
V-2 ,, , 200.
ஸ்கைலார்க் ,, , 5.
ஜப்பான் ,, , 315.
ஜெர்மனி ,, , 315.

இசைவு நிலை, 222.
இராக்கெட்டின் செவ்வமைப்பு அச்சு, 225.
இராக்கெட்டின் குறுங்குழல், 225.
இராக்கெட்டின் பறத்தல் கொள்கை, 9.
இராக்கெட்டின் வழிப்படுத்துக் கொள்கை, 216.
இராக்கெட்டின் நெறிமுறை, 11.
இராக்கெட்டின் வரலாறு, 11, 277.
இராமன், 255.
இலக்கு, 209.
இலக்கியங்கள் : தமிழ், வடமொழி, 8.
இறங்குதல் : சின்ன ஜோ இராக்கெட்டு, 222
டிஸ்கவரர்கள் : டி-13- 98; டி-14, 99; டி-17, டி-18, டி-25, 101.
பூத்துனிக்குகள் : பூ-4, 37; பூ-5, 40; பூ-6, 44; பூ-8, 46; பூ-9, 48: பூ-10, 52.
மர்க்குரிகள் : ம-1, ம-2, 111; ம-3, 115, 222.

ஈ

ஈர்ப்பு, 326.
ஈர்ப்பு மையம், 225.
ஈர்ப்பு நீங்கு நிலைமை ஆய்வுகள் : பொருளும் இலக்கணமும், 176; அமெரிக்க ஆய்வுகள், 177.
ஆய்வக நிலைமை ஆய்வுகள், 178 : இராக்கெட்டு ஆய்வுகள், 179; உருசிய ஆய்வுகள், 179; உயிரியல் நிலைமைகள், 181.
ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை ஆய்வுகள் : ஈர்ப்பு மிகுநிலைமை, 172; பொருளும் இலக்கணமும், 171: எடை-பொருள், 171.

உ

உயிரியல் பொருள்கள், 40, 101.
உணவு, 195.
உணவின் அளவு, 197
குறுகிய காலத்திற்கு, 195
நீண்டகாலத்திற்கு, 196
உடை, 197: அமைப்பு, 198: பயன்கள், 197.
உருசிய கோள் நிலாக்கள்: உலூனிக்குகள்- உ-1, 58; உ-2, 63, 68; உ. 3, 17 71, 73, 77, 79; உ-4, 83, 84.
உருசிய நில நிலாக்கள்: பூத்துனிக்குகள்- பூ-1, 4, 25, 26; பூ-2, 28, 29; பூ-3, 32—35; பூ-4, 35; பூ-5, 38; பூ-6, 43: பூ-7, 45; பூ-8, 46; பூ-9, 48, 49; பூ-10, 50, 51, 52, 54; பூ-12, 256; பூ-13, 320
உரோமிக், 203

எ

எரிநேரம், 115
எரிவாய்கள், 76
எலிசபெத் பெலிசி, 226
எஸ்னுல்ட் பெல்டரி, 187

ஏ

ஏவுதல், 144, 145, 147: 148, 151, 152.
ஏவுநேரம் 211

ஐ

ஐன்ஸ்டைன், 124

ஒ

ஒட்டுவிசைகள், 184
ஒளிச்சுடர் வெளிகள் (மண்டலங்கள்), 228
ஒளிஎண், 126

ஓ

ஓபர்த், 9

க

கடைப்புள்ளி, 243
கண்டுபிடிப்புக்கள்: நில இயல்பியலாண்டு: ஓசையும் ஒளியும், 129; ஓட்டங்கள், 129; கடல், 129: மண்டலங்கள், 130; விண்கதிர்கள் 130: வான் வெளி ஆராய்ச்சி: கதிர்வீச்சு வளையங்கள், 131; கோளின் வடிவம், 132: பிற, 132; வெப்பநிலை, 132; திருத்தங்கள், 133

கதிர்வீச்சு ஆய்வுகள், 42, 46, 118, 63.
கதிரியக்கக் கதிர்வீச்சுகள், 190
வான் ஆலன் கதிர்வீச்சு. 90. 91, 93. 122. 131.
விண்கதிர் வீச்சுகள், 191
விண் கொள்ளிகள், 12. 193
கதிரவன் பொழிவு, 228
கதிர்வீச்சு மறைவுகள், 109
கலீலியோ, 18
கருத்தரங்கு, 19

கா

காற்றுத்தடைவரி, 142
காற்றுவெளி நிலைமைகள்: திங்கள், 235; செவ்வாய், 243; புதன், 249; வியாழன், 249; வெள்ளி, 245; சனி, 249; புளூட்டோ, 249; நெப்டியூன், 249; யுரேனஸ், 249.
காகரின், 5,14, 52, 55, 56, 174, 175, 177, 181, 182, 253, 303.

கி

கிரிசம், 175,181, 182, 195, 253, 304.
கிளைஷர், 15
கிளின், 175

கெ

கெல்வின் ,132
கெப்பளர், 9

கோ

கோபர்னிகஸ்,9
கோளில் உயிர், 82, 88.

சா

சார்லஸ், 15.

சி

சியால்கோவிசுகி, 9, 124.

சு

சுழல் நோக்கி, 225.
சுற்றுவழி விரைவு, 28.
சுற்றுவழியை ஆராய்தல், 33.
சுற்றுவழி அடிப்படைக் கூறுகள், 35
சுற்றுவழி நுணுக்கங்கள், 151.

செ

செராதிவூல், 177.
செவ்வாயின் சிறு நிலாக்கள், 243.
செயற்கை நிலாக்கள், 13.
கோள்களின் இயற்கை நிலாக்கள், 13
செயற்கை நிலாக்களின் சிறப்புக்கள்14
செயற்கை நிலாக்களின் பயன்கள்: இயல், 124; எதிர்காலம், 128; ஒளிகள், 126; கடல் 125; கதிர் வீச்சு, 126; களம், 125; கொள்கை, 124; செய்தித் தொடர்பு, 126; செலவு, 126; நிலையங்கள், 127; நேர்ச்சிகள், 128; படப் பிடிப்பு, 126; போர், 129; வளமாக்கல், 127; வெளி, 125; விண் கொள்ளிகள், 127.

டா

டாயின்பீ, 255

டி

டிட்டோவ், 160, 175, 177, 181, 195, 196, 222, 253, 304.

டை

டைடாஸ் நுணுக்கம், 257.

த

தகைவாற்றல், 181, 182.

தி

திலேப்பியா, 196.
திருத்தங்கள், 7.
திருத்தப்பாடு, 213.
திருத்தக்கேடு, 214.

தொ

தொடுவானம், 66.

ந

நகர்ச்சி, 153.

நி

நிறமாதல், 192.

நீ

நீத்த பருவங்கள், 231.
நீயூட்டன், 9,
நீல்ஸ்யூன்சன், 178.

நு

நுண்மங்கள், 70.
நுண் நோக்கி, 264.

நை

நைட்ரஸ் வளர்சிதை மாற்றம், 196

ப

படப்பிடிப்பு, 80.

பு

புரட்டு விசை, 225.

பெ

பெட்ரோவ், 19.
பெருவட்டத் தளம், 140.
பெராமீட்டர், 27.
பெர்க்குனிக்கு, 6.

பே

பேரவை, 19.

போ

போரிஸ் கிளாசோவிசுகி, 57.
போரிஸ் குகார்கின், 88
மின்கலம், 108, 217.

மு

முகப்பு எடை, 200.
முனை ஒளிகள், 126.
முனை வழி நிலாக்கள், 139

மெ

மெய்ந்நிகழ்ச்சிகள், 15, 34.

மே

மேற்பரப்பு இழுச்சி விசைகள், 184.

மை

மைய விலகு விசை ⎱
மைய நீங்கு விசை ⎰ 31,
மைய விலகு விசையாக்கி, 173.

ய

யகரோவ், 231.

யூ

யூக்ஸ்டர், 191.

ரை

ரைட் சகோதரர்கள், 16.

வ

வடமுனை, 15.
வழிப்படுத்து முறைகள், 224.
வழியறிதல், 17.
வழியறி நிலையங்கள், 18, 165
உற்றுநோக்கல், 6, 168, 216.
கணக்கிடு மையங்கள், 18, 165.
தொலை அளவு நிலையங்கள், 168.
வழியறி ஏற்பாடுகள், 167.

வா

வான் வெளி அறிவியல், 7.
,, ஆராய்ச்சிக் குழு, 5,
,, ஆராய்ச்சித் திட்டம், 4.
,, ஓட்டம், 4, 6.
வான் வெளிக் காட்சி, 129, 161
,, காலம், 6.
,, திட்டம், 5.
வான் வெளிச் செலவு, 8, 275
வான் வெளி நோய்கள், 182.
வான் வெளி விலங்குகள் : அமி, 192, 282; ஆல்பினோ, 13, 283; இலய்க்கா 30, 288; ஈனுஸ், 319; கறுப்பன், 46, 47; கரேஜியஸ், 13, 284; கெக்டர், 5; கோசியாக்கா, 283; சுனோயி, 13, 180, 284; செல்க்கா, 43; சாம், 12, 282; சாலி, 192, 282; டாம்கா, 13, 283; திரல்கா, 39, 40, 41; பெல்கா, 39, 40; பெஸ்ட்ராயா, 283; மசுக்கா, 43; மாலிஷ்கா, 283; மோ, 192, 282; ஸ்டார்லெட், 48, 49; ஹாம், 14, 111, 112, 113.
வான் வெளி ஆராய்ச்சிக் கருவிகள் : இராக்கெட்டுகள், 11; இரேடார், 10; தொலைக் காட்சி, 10; தொலை நோக்கிகள், 18, 264; மின் அணு

மூளைகள் 10, 17; விண்குடைகள், 16; விண் குமிழிகள், 6, 15; வான் ஊர்திகள், 16: வானொலி, 10; வானொலித் தொலை நோக்கி, 18.

வான் வெளி ஆராய்ச்சியின் சிறப்புக் கள், 6, 264.

வான் வெளி ஆராய்ச்சி: பல நாடு களின் பங்கு, 5; பொருளும் இலக் கணமும், 3; விளைவுகள், 255; அறி வியல் வளர்ச்சி 11, 260; ஆராய்ச்சி தேவையா, 255

சிக்கல்களும் தீர்வுகளும், 21, 257.
நுணுக்கங்களும் முறைகளும், 256.
வெற்றி யாருக்கு, 261.

வான் வெளிக் கலங்கள்: பொருளும் இலக்கணமும், 137; அழுத்த லாரி கள், 138; இராக்கெட்டுகள், 11, 137, 138; இராக்கெட்டு வெடி குழல்கள், 137; செயற்கை நிலாக் கள், 138; வான் வெளிக் கப்பல்கள், 140; வான் வெளி நிலையங்கள், 138; வான் வெளி வண்டிகள், 143; வான் வெளிக் கலங்களின் இயக்கம்: இறங்குதல், 156; கிளம்புதல், 153; பறத்தல், 154.

வான் வெளிக் கலங்களை ஏவுதல்: கிடைமட்டமாக ஏவுதல், 146, 147; செங்குத்தாக ஏவுதல்: 144, 145.
வான் வெளிக் கலங்களில் காலம், 159, 160.

வான் வெளிக் கலங்களின் விரைவு, 149, 150, 151, 152.
வான் வெளிச் செலவுக் கதைகள் 269.
வான் வெளிச் செலவிலுள்ள சிக்கல் கள்: உயிரியல் சிக்கல்கள்: உடை, 226; உணவு, 226; எடை மிகுதி, 226; எடையின்மை, 227; கதிர் வீச்சுக் கள், 228; விண் கொள்ளிகள், 227. வான் வெளி நோய்கள், 228.
தொழில் நுணுக்கச் சிக்கல்கள்: எரி பொருள், 200, 201; ஏவுதல், 209; ஈர்ப்பு, 203; உற்று நோக்குதல், 216; கலத்தைக் கட்டுதல், 205; திருத்தக் கேடு, 214; திருத்தப்பாடு 213; விரைவு, 201; வழிப்படுத்தல், 214; வழியறிதல், 216.
செல்வோரின் தகுதிகள்: 55, 199.
வான் வெளிச் செலவு: பொருளும் இலக்கணமும், 230; வழிகள், 230; வகை-செவ்வாய்ச் செலவு, 240; திங்கள் செலவு, 234; வெள்ளிச் செலவு, 244, 248; மற்றக்கோள் களுக்குச் செலவு, 248; விண்மீன் களுக்குச் செலவு, 250.

வி

விண்ணகத் தோற்றம், 7, 18
விரைவாக்கம், 36
விரைவாக்கக் குறைவு, 144
வில்லி பீட்லர், 3
வின்சி, 16

ஜா

ஜான் ஹாப் கூப்பர், 22
ஜெபரிஸ், 15

ஜே

ஜேம்ஸ் வைல்டு, 207

ஜோ

ஜோசப் சகோதரர்கள், 15

ஷெ

ஷெப்பர்டு, 5, 114, 115, 116, 117, 174, 175, 177, 181, 182, 199, 218, 252, 253, 303

ஹெ

ஹென்றி, 19

No. 100409

வான் வெளி ஆராய்ச்சி முற்றும்.

அல்லியின் அடுத்த அறிவியல் வெளியீடுகள்

* அறிவியல் வரலாறு
* வாழ்வியல்
* மரபணு நூல்
* ஏவுகணை நூல்
* நில இயல் நூல்
* விண் தோற்ற நூல்

24A
4-57