

মহাকাশ ও আমরা



ড. সূমন পাল

মহাকাশ ও আমরা

ড. সুমন পাল



স্ব-প্রকাশন

Mohakash o Aamra [মহাকাশ ও আমরা] by Dr Suman Paul

Genre: Science and Technology

© Author 2018

All rights reserved

সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত

No part of this book may be used or reproduced in any manner whatsoever without written permission except in the case of brief quotations embodied in critical articles or reviews.

লেখকের লিখিত অনুমতি ছাড়া এই বইয়ের কোন অংশেরই কোনওরূপ পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি করা যাবে না, তবে কোন জটিল নিবন্ধে বা পর্যালোচনায় সংক্ষিপ্ত উদ্ধৃতিগুলি ছাড়া।

প্রথম প্রকাশ: মে ২০১৮

Book and Cover design by: Dr Suman Paul

Printed at: Bengaluru, India

Price: As shown in online portal+Shipping Charge

ISBN: 978-93-5311-292-9

For any information contact through:

Web: www.sumanpaul.vpweb.in

E-mail: paul_suman30@yahoo.co.in

Mobile: 09830359527

অপরাজিতা-কে

সূচীপত্র

সূচীপত্র.....	vi
ভূমিকা.....	viii
শুরুর কথা.....	1
মহাকাশ গবেষণার প্রয়োজনীয়তা.....	13
মহাশূন্য কি সত্যিই শূন্য.....	21
আমাদের কিছু চলতি ব্রান্ত ধারণা.....	25
ধূমকেতু সবসময় তার লেজের বিস্তারের উল্টো পাশে ছুটে চলে.....	25
পাঠ্যপুস্তকের ছবিতে আমাদের সৌরজগতের উপস্থাপন.....	Error! Bookmark not defined.
গ্রহরা সবসময় একটা নির্দিষ্ট গতিতে ছোটে.....	Error! Bookmark not defined.
দিন থেকে মাস আর মাস থেকে বছর গড়ায়.....	Error! Bookmark not defined.
প্লুটো (কিংবা কুইপার বেল্ট)-এর পরেই আমাদের সৌরজগতের সীমানা শেষ....	Error! Bookmark not defined.
মহাজাগতিক চারপাশ.....	37
ধূমকেতু.....	37
গ্রহণ.....	Error! Bookmark not defined.
উল্কা.....	Error! Bookmark not defined.
মহাকাশযান.....	47
মহাকাশ অনুসন্ধানী টেলিস্কোপ.....	63
উড়ালের প্রেক্ষাপট.....	73
মহাকাশযানের জ্বালানী ও সমস্যা.....	79
স্পেসসুটের আদ্যোপাত্ত.....	83
স্পেসসুটের প্রয়োজনীয়তা.....	83
স্পেসসুটের গঠন ও বিভিন্ন অংশের কার্যাবলী.....	Error! Bookmark not defined.
সংক্ষেপে স্যাটেলাইট.....	97
স্যাটেলাইট এর গঠন.....	97
স্যাটেলাইট কিভাবে পাঠানো হয়.....	Error! Bookmark not defined.

স্যাটেলাইটের প্রকারভেদ.....	Error! Bookmark not defined.
স্যাটেলাইটএর- কিছু গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার.....	Error! Bookmark not defined.
মহাকাশ গবেষণায় ভারতঃ ইসরো.....	103
গ্লোবাল পজিশনিং সিস্টেম.....	113
ভবিষ্যৎ কর্ম কল্পনা.....	125
জ্বালানি	125
বিভিডিং ম্যাটোরিয়াল.....	Error! Bookmark not defined.
মাইনিং.....	Error! Bookmark not defined.
ত্রিমাত্রিক-মুদ্রণ	Error! Bookmark not defined.
রোবট.....	Error! Bookmark not defined.
স্পেস এলিভেটর.....	Error! Bookmark not defined.
আন্তর্জাতিক মহাকাশ স্টেশন.....	Error! Bookmark not defined.
স্বাধীন মহাশূন্য জাতিরাষ্ট্র.....	Error! Bookmark not defined.
শেষের শুরু.....	135
যথেষ্ট ব্যবহার করেছি যা	137
চিত্র-তালিকা.....	140
সারণি.....	142

ভূমিকা

পেশায় শিক্ষক হওয়ার সুবাদে ছাত্রদের সঙ্গে আমি সরাসরি যুক্ত। এরফলে পাঠ্যপুস্তকের বাইরে তাদের মনে জেগে ওঠা নানান প্রশ্নের উত্তর তারা স্বভাবসিদ্ধ ভাবেই জানতে চায় শিক্ষকদের কাছ থেকে। আর মহাকাশ সম্পর্কে শুধু যে তারাই কৌতূহলী তা তো নয়, এটা বোধহয় আমাদের সকলের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। আর এই জায়গা থেকেই বইটি লেখার কথা আমার মনে আসে। দুই মলাটের মধ্যে আলোচনায় রেখেছি মহাকাশ পর্যবেক্ষণের ইতিহাস, পর্যায়ক্রমিক গবেষণা ও উন্নতি, মহাকাশ গবেষণার প্রয়োজনীয়তা, স্যাটেলাইট ও তাকে মহাকাশে পাঠানোর বাহন সম্পর্কে কিছু কথা, প্রায়োগিক দিক ও প্রযুক্তির উন্নয়ন, নানান সমস্যা ও সম্ভাবনার দিক। বলাই বাহুল্য যে, যে ব্যাপ্তিতে সারা বিশ্বে মহাকাশ সম্পর্কে চর্চা চলছে বা তার থেকে পাওয়া দিক গুলি আমরা নিত্যদিন খুব বেশি কিছু না জেনে বুঝে ব্যবহার করে চলেছি, তার কথা মাত্রও এই বইতে ঠাই দিতে পারিনি। অর্থাৎ, এক কথায় কৌতূহল নিরসনের চেয়ে আমি চেয়েছি যাতে এই বিষয়ে, মূলত বিজ্ঞান পড়ুয়াদের মনে, আরও কৌতূহলের জাগরণ ঘটে; যাতে ভবিষ্যতে কেউ কেউ উচ্চতর শিক্ষার জন্য বিষয়টিতে উদ্বুদ্ধ হতে পারে। তা যদি হয়, তাহলে আমার পরিশ্রম কিছুটা হলেও ফল পাবে।

ইন্টারনেট তো আমাদের অনেক সুবিধা দিয়েছে। তার মধ্যে এখন একটি বিষয়ের কথা এখানে না বললেই নয়। পুস্তক প্রকাশের ক্ষেত্রে সেলফ পাবলিশিং ব্যাপারটা। ইন্টারনেট থেকেই জানতে পারলাম pothi.com এর কথা, যারা প্রিন্ট অন ডিমান্ড পদ্ধতিতে বই প্রকাশ করে, সেটা ১টি বই হলেও। এর সবচেয়ে বড় সুবিধা হল সারা বিশ্ব জুড়ে যে ‘গো গ্রিন’ স্লোগান রয়েছে তার পুরোপরি সদ্ব্যবহার করা। তাই pothi.com Team-এর কাছে আমার আন্তরিক ধন্যবাদ জানাই।

ভুলত্রুটি যাতে না ঘটে তার সবরকম চেষ্টা করেছি। তারপরও যদি কিছু প্রমাদ পাঠকের চোখে ধরা পড়ে তার উল্লেখ এবং অবশ্যই সবরকম সমালোচনা, সাদরে গৃহীত হবে এবং ভবিষ্যতে শুধরে নেওয়া হবে।

পরিশেষে, মাতৃভাষায় বিজ্ঞান চর্চা করুন, নবপ্রজন্মের হাতে মাতৃভাষায় রচিত বই উপহার হিসেবে হলেও তুলে দিন।

কলকাতা

মে ২০১৮

ড. সুমন পাল

শুরুর কথা

যাকে মাপা যায় তাকে মাপ, আর যাকে মাপা যায় না বলে

মনে হচ্ছে তাকে পরিমাপযোগ্য করে তোলা।

–গ্যালিলিও গ্যালিলি

বিজ্ঞানের সবগুলো শাখার মাঝে জ্যোতির্বিজ্ঞানের সাথেই আমাদের সম্পর্ক সবচেয়ে পুরনো। আদিযুগের গুহা মানবেরা যখন জীবন বাঁচাতে পশুর সাথে লড়াই করতো বা খাবারের সন্ধানে বন-জঙ্গলে ঘুড়ে বেড়াতো তখনো হয়তো তারা বিশাল আকাশের দিকে তাকিয়ে বিস্মিত ও মুগ্ধ হতো। কী আছে আকাশে? এই প্রশ্নটি হাজার হাজার বছর মানুষের ভাবনার জগতকে আচ্ছন্ন করে রেখেছিল। কিন্তু আকাশে সত্যিকার অর্থে কী আছে সেটা জানতে আমাদের হাজার হাজার বছর অপেক্ষা করতে হয়েছে। মহাজাগতিক বস্তুগুলোকে আমাদের চোখের সামনে তুলে ধরার মতো অসাধ্য সাধন করেছে যে যন্ত্রটি, সেটি হচ্ছে টেলিস্কোপ বা দূরবীক্ষণ যন্ত্র। টেলিস্কোপ যেহেতু জ্যোতির্বিজ্ঞানের অপরিহার্য একটি যন্ত্র, তাই জ্যোতির্বিজ্ঞান নিয়ে সামান্য একটু আলোচনা করা আবশ্যিক। জ্যোতির্বিজ্ঞান কী? খুব সহজ ভাষায়, জ্যোতির্বিজ্ঞান হচ্ছে মহাবিশ্বের চলমান জ্যোতিষ্কদের নিয়ে বিজ্ঞান। বিজ্ঞানের যে শাখা মহাবিশ্বের বস্তুগুলোর উৎপত্তি, গঠন, ক্রম পরিবর্তন, দূরত্ব এবং গতি নিয়ে আলোচনা করে, তাই হচ্ছে জ্যোতির্বিজ্ঞান। তবে এখানে একটা ব্যাপার বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য, ‘জ্যোতির্বিজ্ঞান’ আর ‘জ্যোতিষশাস্ত্র’ কিন্তু এক জিনিস নয়।

শুরু থেকে আজ পর্যন্ত জ্যোতির্বিজ্ঞান বিশাল পথ পাড়ি দিয়েছে। এর ভেতরে আছে নানা উত্থান-পতনের গল্প; আর ছিল অজানাকে জানার মতো তীব্র দুঃসাহস। এসবের পরেই জ্যোতির্বিজ্ঞান আজকের এই অবস্থানে এসে দাঁড়িয়েছে। আধুনিক জ্যোতির্বিজ্ঞানকে আমরা দুটি ভাগে ভাগ করতে পারি। একটি পর্যবেক্ষণ জ্যোতির্বিজ্ঞান আর অন্যটি তাত্ত্বিক জ্যোতির্বিজ্ঞান।

পর্যবেক্ষণ জ্যোতির্বিজ্ঞানের মূল কাজ হচ্ছে আকাশ পর্যবেক্ষণ করা, পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে বিভিন্ন বিষয় সম্পর্কে তথ্য-উপাত সংগ্রহ করা, পর্যবেক্ষণের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি তৈরি করা এবং এদের রক্ষণাবেক্ষণ করা। আর তাত্ত্বিক জ্যোতির্বিজ্ঞানের মূল কাজ হচ্ছে পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে সংগৃহীত তথ্য ব্যবহার করে পর্যবেক্ষণের সাপেক্ষে প্রয়োজনীয় মডেল তৈরি করা। তাত্ত্বিক

Not available in preview

মহাকাশ গবেষণার প্রয়োজনীয়তা

বিজ্ঞান আমাদের চারপাশের বিশ্বের একটি উপলব্ধি। প্রকৃতিতে আমরা

যা খুঁজছি তা পাবার উপলব্ধিই হল বিজ্ঞান।

-সুরামানিয়ান চন্দ্রশেখর

আমাদের অনেকের মনেই একটা প্রশ্ন আছে; এমনকি আমি আমার এক তুতো ভাইয়ের কাছেও শুনেছি যে, এই যে আমরা চাঁদে গেছি, মঙ্গলে যাওয়ার চেষ্টা করছি, এর জন্য যে অটেল অর্থ ও সময় ব্যয় করছি - এসবের দরকার কী? এই অর্থ আর সময় মহাশূন্যে না ঢেলে পৃথিবীতে ঢাললে তো আমরা পৃথিবীকে এতো দিনে স্বর্গ বানিয়ে ফেলতে পারতাম। খুবই যুক্তিপূর্ণ কথা, অস্বীকার করার উপায় নেই। পৃথিবীরই যেখানে অনেক কিছু উদঘাটন করা বাকী, সেখানে শত শত আলোকবর্ষ দূরের গ্রহ-নক্ষত্র নিয়ে আমরা কেন এতো ব্যস্ত হয়ে পড়ি বা পড়েছি?

জন্মাবধি শুনে আসছি, আমরা ভূতীয় বিশ্বের এক উন্নয়নশীল দেশ। যেখানে একশ ত্রিশ কোটি লোকের মধ্যে অর্ধেক লোকের রোজ ঠিকমতো খাওয়া জোটে না, তাদের কাছে এটা মনে হওয়া স্বাভাবিক যে, মহাকাশ গবেষণায় যে কাড়ি কাড়ি অর্থ ঢালা হচ্ছে তার পুরোটাই গম্ভা। অনেকের কাছেই মঙ্গলগ্রহে জল পাওয়া না পাওয়ার ঘটনা নিতান্তই তুচ্ছ। এতো দূরের বসবাস অযোগ্য গ্রহে জল থাকলেই বা কী আর না থাকলেই বা কী। হয়তো মহাকর্ষীয় তরঙ্গ যন্ত্রে ধরতে পারার ঘটনাও ওদের কাছে অর্থহীন। তবু আমার মনে হয় মহাকাশ গবেষণার দর্শন এবং মহাকাশ গবেষণায় মানবজাতির অর্জন নিয়ে সাধারণ জনগণের কাছে কিছু সত্য তুলে ধরার প্রয়োজন আছে। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি যেখানে প্রতিনিয়ত দুর্বীর গতিতে এগিয়ে যাচ্ছে, সেখানে আমাদের মানসিকভাবে পিছিয়ে থাকা কোনোভাবেই কাম্য নয়।

আসলে মহাকাশ গবেষণা, বিশ্বব্রহ্মাণ্ড নিয়ে জানার চেষ্টা, দূর গ্রহে অভিযান চালানোর ইচ্ছা আমাদের মধ্যে অনেক আগে থেকে বাস করা প্রবণতার বহিঃপ্রকাশ। প্রথম পরিচ্ছেদে আমরা এর কিছুটা ধারণা পেয়েছি। আমাদের এই প্রবণতা আদিম, স্বতঃপ্রণোদিত, যা একসময় আমাদের মানব প্রজাতিকে আফ্রিকা ছেড়ে অন্য মহাদেশে পাড়ি জমাতে প্ররোচিত করেছিল। এর জন্যই আমাদের টিকে থাকার সম্ভাবনা বহুগুণ বেড়ে গিয়েছিল, আমাদের

Not available in preview

মহাশূন্য কি সত্যিই শূন্য

অঙ্ককারের উৎস হতে উৎসারিত আলো, সেই তো তোমার আলো।

-রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর

এবার একটা সহজ প্রশ্ন নিয়ে আমরা একটু নাড়াচাড়া করি। এই যে আমরা এতক্ষণ ধরে মহাকাশ বা মহাশূন্য কথাটা ব্যবহার করছি তা এই “মহাশূন্য শব্দটা বলতে আমরা কী বুঝি?” এর সাধারণ উত্তর হতে পারে, মহাশূন্য হচ্ছে এমন একটা জায়গা যেখানে সব গ্রহ-নক্ষত্ররা থাকে। কিন্তু এই প্রশ্নের উত্তরে তোমাদের কেউ যদি বলে, “মহাশূন্য হল খালি প্যাঁচ আর প্যাঁচ। তাকে তো এক কথায় বুঝিয়ে বলা যাবে না।” এবার প্রশ্নের উত্তরে আমি নিজেই প্যাঁচে পড়ে গেলাম। “প্যাঁচ কেন? আমি তো দেখি মহাশূন্য পুরো খালি। জায়গায় জায়গায় শুধু কয়েকটা গ্রহ আর তারা।” নাছোড়বান্দা কিছু ব্যক্তি তো আছেই। তাদের কারো কাছ থেকেই ধরা যাক এই জবাব এলো, “তার জন্যই তো প্যাঁচটা বেশী। যে জিনিসের ভিতরে যত খালি, তার ভিতরে প্যাঁচ তত বেশী।” আরও গুলিয়ে গেল কি? একটা ছোট উদাহরণে ব্যাপারটা পরিষ্কার করার চেষ্টা করা যাক। আমাদের এত বড় মহানগরী কলকাতা, কত বড় একটা জায়গা। কিন্তু সকাল ও বিকেলে যদি রাস্তায় গাড়ির দিকে আমরা একটু তাকাই তবে দেখতে পাই সব প্যাঁচে আটকে রয়েছে। ট্র্যাফিক জ্যাম। মহাশূন্যের এই জ্যাম ছাড়াতে বিজ্ঞানীদের যথেষ্ট বেগ পেতে হয়েছিল।

বিজ্ঞানীরা তাদের পর্যবেক্ষণ থেকে আগেই দেখেছিলেন শব্দই হোক বা, জলের তরঙ্গই হোক তার এক স্থান থেকে অন্য স্থানে যেতে মাধ্যমের প্রয়োজন হয়। আলোও এক প্রকার তরঙ্গ। কিন্তু ভন গুইরিকের পরীক্ষা থেকে দেখা গেলো যে, শব্দ শূন্য মাধ্যমে চলাচল করতে না পারলেও আলো কিন্তু শূন্য মাধ্যমেই চলাচল করছে। শূন্য মাধ্যমের ভেতর দিয়েও যে কোন তরঙ্গ চলাচল করতে পারে তা তখনকার বিজ্ঞানীরা ঠিক মেনে নিতে পারছিলেন না। তাঁরা প্রশ্ন করতে শুরু করলেন যে, শূন্য মাধ্যম কি আসলেই শূন্য?

যেহেতু বিজ্ঞানীরা আলো শূন্য মাধ্যমে চলতে পারে এটা মানতে পারলেন না, তাই তাঁরা এক নতুন রকম মাধ্যমের কল্পনা করলেন যা সারা মহাবিশ্বের প্রতিটি স্থান জুড়ে বিস্তৃত। এ মাধ্যমে কম্পন সৃষ্টি করেই আলো চলাচল করে। এ কাল্পনিক মাধ্যমের নাম দেওয়া হল ইথার। ইথারের ধারণা

Not available in preview

আমাদের কিছু চলতি ভ্রান্ত ধারণা

একবার যদি আমরা আমাদের সীমা বুঝতে পারি, তবেই আমরা তাদের অতিক্রম করতে পারবো।
- অ্যালবার্ট আইনস্টাইন

এবার তাহলে একটু আন্দাজ পাওয়া গেল। মহাশূন্য তো এত সহজে ব্যাখ্যা করে ফেলার জিনিস নয়। বরং আমরাই এটার সহজ ব্যাখ্যা করতে গিয়ে উল্টোপাল্টা ভুলভাল অনেক কিছু শিখে বসে থাকি। যারা প্রকৃত বিজ্ঞানভক্ত তারা পরে আরো পড়াশোনা করে সেই ভুলগুলো কাটিয়ে উঠতে পারে। কিন্তু যারা প্রাথমিক বা উচ্চবিদ্যালয়ের পরে আর বিজ্ঞান-এর ছায়া মাড়ায়নি, তারা সেই সাধারণ ভুলগুলোই সঠিক জেনে বসে থাকে। এরকমই কয়েকটি গুলিয়ে দেওয়া ঘটনা আমরা এই অধ্যায়ে আলোচনা করবো। যেমন -

ধূমকেতু সবসময় তার লেজের বিস্তারের উল্টো পাশে ছুটে চলে

চট করে বলো দেখি - নীচের ছবির ধূমকেতুটা কোনদিকে যাচ্ছে [Figure 13]? যদি তোমার উত্তর হয়, “ডানপাশের নীচের কোণার দিকে”- তাহলে তুমি ভুল বলেছো। যদি কোনো একটা দিক বাছাই করে উত্তর দাও, তাহলে সেটাও ভুল। কিন্তু যদি বলো, “জানি না”- তাহলে সেটাই সঠিক উত্তর।



Figure 1 ধূমকেতুর গতিপথ সংক্রান্ত ছবি

আসলে এই ছবির ধূমকেতুটা কোনদিকে যাচ্ছে, সেটা কোনোরকম গাণিতিক বিশ্লেষণ না করে শুধু ছবি দেখে তুমি কখনোই সঠিক উত্তর দিতে পারবে না। আমরা সাধারণত ধরেই নিই যে - ধূমকেতুর লেজ যেদিকে প্রসারিত হয়েছে, ধূমকেতুটা তার উল্টো পাশে ছুটেছে। কিন্তু বাস্তব হলো

Not available in preview

মহাজাগতিক চারপাশ

নাস্তিকতা ব্যাপারটাই বোকা বোকা। যখন আমি সৌর জগতের দিকে তাকাই, তখন দেখতে পাই
পৃথিবী সূর্য থেকে তাপ এবং আলোক সঠিক পরিমাণে পাওয়ার জন্য একদম
সঠিক দূরত্বেই আছে। এটি সূক্ষ্ম হিসেব বহির্ভূত হতে পারে না।
-স্যার আইজ্যাক নিউটন

দিনের বেলায় আকাশে তাকালে, আমরা কী কী দেখতে পাই? এই প্রশ্নের উত্তর
খুঁজতে গেলে নানান রকম পরিবেশ পরিস্থিতির কথা আমাদের মনে উঁকিঝুঁকি
দেবে। যদি ঘন মেঘে আকাশ থাকে আচ্ছন্ন, তবে তো মেঘ ছাড়া আর কিছু
দেখাই যাবে না। আর যদি হয় মেঘমুক্ত আকাশ, তাহলেই কি খুব বেশি তফাৎ
কিছু হবে? না। কারণ, উজ্জ্বল সূর্যালোকের প্রভাবের কারণে আর কিছুই
দৃষ্টিগোচর হবে না। অবশ্য এক্ষেত্রে বাদ দিতে হবে, উড়ন্ত পাখি বা
উড়োজাহাজকেও। কিন্তু বিকেল গড়িয়ে যখন সন্ধ্যা হব-হব, অন্ধকার ডানা
ছড়িয়ে গ্রাস করছে বসুধাকে, তখন মহাজাগতিক বিস্ময়ের এক দুয়ার খুলে যায়
আমাদের চোখের সামনে। মেঘমুক্ত রাতের আকাশে দেখা দিতে পারে “ঝলসানো
রুটি” সম পূর্ণিমা চাঁদ, স্থির উজ্জ্বল অপলক নক্ষত্র বা মিটমিট করতে থাকা
শতশত তারা। আমাদের পৃথিবীর একমাত্র প্রাকৃতিক উপগ্রহ চাঁদ তার উপস্থিতি
দিয়ে রাতের আকাশের সৌন্দর্য বাড়িয়ে দেয় বহুগুণ।

আগের অধ্যায়ে আমরা মহাশূন্যের গোলকধাঁধার কিছু ভুল ধারণা
ভাঙ্গার চেষ্টা করেছি। বারবার সৌরজগত, পৃথিবী, ধূমকেতু কথা গুলি
আলোচনায় উঠে এসেছে। আমরা এখানে ধূমকেতু, উল্কা এবং গ্রহাণু বলতে
আমাদের ধারণাগুলি একটু ঝালিয়ে নেব।

ধূমকেতু

ধূমকেতু হচ্ছে সূর্যকে কেন্দ্র করে ঘুরতে থাকা এক ধরণের লেজ বিশিষ্ট বস্তু যা
শূন্য থেকে হঠাৎ উদয় হয়ে আবার রহস্যজনকভাবে শূন্যেই মিলিয়ে যায়।
সৌরজগতের অন্যান্য বস্তুর মত এরা পাথর দিয়ে তৈরি নয়, বরং এরা
মহাকাশে মজুত ধূলিকণা, গ্যাস ও বরফ দিয়ে তৈরি। তবে বরফের সাথে কিছু
পরিমাণে মিথেন, অ্যামোনিয়া ও কার্বন-ডাই-অক্সাইডও মিশ্রিত থাকে। সচরাচর

Not available in preview

মহাকাশযান

তোমার সামনে যে কাজ দেওয়া আছে, তাতে যদি তুমি সাহসিকতার সঙ্গে এবং

ভক্তিতে নিজেকে ডুবিয়ে দিতে পারো, তবেই সাফল্য আসতে পারো।

—চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রমন

আমরা মানুষেরা এক অদ্ভুত প্রাণী। প্রাণীজগতের মধ্যে একমাত্র আমরাই নিজেদের অস্তিত্ব নিয়ে দার্শনিক চিন্তাভাবনা করতে শিখেছি। মানুষ্য প্রজাতির জন্মলগ্ন থেকেই আমরা ভেবে আসছি মহাবিশ্বে আমরা কেন এলাম, কোথা থেকে এলাম, কোথায়ই বা যাবো, এই প্রশ্নগুলো। লক্ষ লক্ষ বছর আগে আমাদের প্রজাতির পূর্বসূরীরা সারাদিনের শিকার শেষে ক্লান্ত শরীরে রাতের আকাশে চোখ মেলে অপূর্ব নক্ষত্র আর ছায়াপথের ছায়া দেখে বিস্মিত হতো। আর তাদের মনে এই প্রশ্নগুলো ঘুরে ঘুরে বেড়াতো। প্রথম অধ্যায়ে এর কিছু অংশ আমরা আলোচনা করেছি। এবার আসবো তার পরবর্তী অংশে।

টেলিস্কোপ আবিষ্কারের পরে গ্রহ-নক্ষত্র তো দেখা গেল, কিন্তু এরা কেনই বা ঘোরে, আর কেনই বা ছোটোছোটো করে দুমদাম একে অপরের গায়ে গিয়ে পড়ে না, সেই রহস্যের সমাধান গ্যালিলিও করে যেতে পারেন নি। পারবেনই বা কীভাবে? আবিষ্কার করে যা জেনেছেন, সেটা তৎকালীন ধর্মীয় এবং আর্থসামাজিক প্রেক্ষাপটে জনসমক্ষে বলতেই তো সবাই ক্ষেপে গেল। ভাবখানা এমন, যেন গ্যালিলিও নিজের হাতে গ্রহ-নক্ষত্র ঘোরাচ্ছেন। এত বড় আন্দোলন।

যাই হোক গ্যালিলিওর মৃত্যুর বছর (১৬৪২) জন্ম নিলেন এক ব্রিটিশ বিজ্ঞানী, নাম আইজ্যাক নিউটন। নিউটন ছিলেন যাকে বলে ‘বস!’ কত বড় বস জানো? এই লোক একটি বই লিখেছিলেন, যে বইয়ে তিনি গতির তিন বিখ্যাত সূত্র, মহাকর্ষ বলের বিখ্যাত সূত্র, এবং কেপলারের গ্রহ ঘূর্ণনের সূত্রের প্রতিপাদন (derivation) লিখে ফেললেন। একটু থেমে শুধু ব্যাপারটা চিন্তা করো, এই তিনটি জিনিস আলাদা আলাদা বইয়ে লিখলেও সেটা যুগান্তকারী ব্যাপার হতো। কিন্তু নিউটনের কাছে এগুলো যেন কোন “বিশয়ই নয়”, তাই তিনি গড়গড় করে তিনটেকেই এই বইতে এঁটে দিলেন। বইটার নাম “ফিলসফে ন্যাচারালিস প্রিন্সিপিয়া ম্যাথমেটিকা” (Philosophiæ Naturalis Principia

Not available in preview

মহাকাশ অনুসন্ধানী টেলিস্কোপ

যদি তুমি সূর্যের মতো উজ্জ্বল হতে চাও, তাহলে প্রথমে সূর্যের মতো স্থলে ওঠো।
-এ.পি.জে. আবদুল কালাম

হাবল স্পেস টেলিস্কোপের নাম আমরা সবাই শুনেছি। স্পেস শাটল 'ডিসকভারি'-র মাধ্যমে ১৯৯০ সালের ২৪ এপ্রিল হাবল টেলিস্কোপকে মহাকাশে প্রেরণ করা হল। এখন প্রশ্ন হল - কেন একটি টেলিস্কোপকে মহাকাশে প্রেরণ করতে হবে? অনেকদিন ধরেই বিজ্ঞানীরা অনুভব করে আসছিলেন ভূপৃষ্ঠে স্থাপিত টেলিস্কোপের মাধ্যমে পাওয়া চিত্র অনেক ত্রুটিপূর্ণ। কারণ বায়ুমণ্ডল দূষিত। পৃথিবীপৃষ্ঠে টেলিস্কোপ বসালে বায়ুমণ্ডলের নানাবিধ প্রতিবন্ধকতায় এর তথ্যের বিচ্যুতি ঘটে। মহাকাশের পরিষ্কার ছবি পাওয়া যায় না। ১৯৪৬ সালের দিকে লাইম্যান স্পিটজার নামে একজন বিজ্ঞানী পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের বাইরে একটি টেলিস্কোপ স্থাপনের সম্ভাব্যতা ও তার সুবিধাদির কথা বর্ণনা করে একটি গবেষণাপত্র প্রকাশ করেন। তখন থেকে বায়ুমণ্ডলের বাইরে টেলিস্কোপ স্থাপনের ব্যাপারটি জোর পায়। কিন্তু প্রযুক্তি অনুকূলে না থাকার জন্য সেটা তখন তখনি সম্ভব হয় না। অনেকদিন পরে ১৯৯০ সালে এই চাহিদা বাস্তবে রূপ নিলো, হাবল বায়ুমণ্ডলের বাইরে স্থাপিত হলো [Figure 38]।

কক্ষপথে স্থাপনের পর থেকেই হাবল মহাকাশ সম্বন্ধে একের পর এক অসাধারণ তথ্য ও প্রমাণাদি দিয়ে যাচ্ছিল। মাঝে একটু সমস্যা হয়েছিল, ছবি ঝাপসা আসছিল। পরে ১৯৯৩ সালে মহাকাশচারীদের নিয়ে টিম গঠন করে এর ত্রুটি সংশোধন করা হয়। সংশোধনের পাশাপাশি আরো উন্নতও করা হয়। ২০০৯ সালে হাবলের যন্ত্রপাতি শেষবারের মতো বিবর্ধিত করা হয়। ২০১১ সালে এই দেখাশুনার পরিবহন কাজে নিয়োজিত শাটলটির মেয়াদ শেষ হয়ে গেলে হাবলের দেখাশোনা করার ব্যবস্থা বন্ধ হয়ে যায়, ফলে নাসা হাবলের মেয়াদ সুনির্দিষ্ট করে দেয়। এই টেলিস্কোপকে ব্যবহার করে মহাকাশ ও জ্যোতির্পদার্থবিজ্ঞান সম্বন্ধীয় অনেক গুরুত্বপূর্ণ আবিষ্কার করা হয়েছিল। এর মাঝে আছে মহাবিশ্বের প্রসারণের প্রমাণ, গ্যালাক্সির কেন্দ্রে সুপারম্যাসিভ ব্ল্যাকহোলের অস্তিত্ব ইত্যাদি।

Not available in preview

উড়ানের প্রেক্ষাপট

মন-ই হচ্ছে একমাত্র সত্যিকারের পরীক্ষাগার, যেখানে বিদ্রান্তির মোড়ক

থেকে আমরা সত্যের নীতিগুলি উন্মোচন করি।

-জগদীশ চন্দ্র বসু

আমরা এতক্ষণ ধরে মহাকাশযান এবং তার সঙ্গে পাঠানো স্যাটেলাইট বা টেলিস্কোপ সম্পর্কে কিছুটা পরিচিতি লাভ করেছি। কিন্তু এই মহাকাশযান ভূপৃষ্ঠ ছেড়ে কিভাবে মহাশূন্যে যাবে? তার পিছনের বিজ্ঞানটি কি? কিছু দিন আগে এক লেখায় পড়ছিলাম, সমুদ্রের পাড়ে উঁচু একটি পর্বতের উপরে একটি কাল্পনিক কামানের কথা। নিউটন তাঁর চিন্তন পরীক্ষায় এই কামানটি ব্যবহার করেছিলেন। ঐ কামান থেকে খুব বেশি জোরে গোলা ছোঁড়া হলে গোলাটি পৃথিবীকে কেন্দ্র করে ঘুরতে থাকবে। এবার কামানটিকে আগের চেয়েও বেশি শক্তিশালী করে তুলি। এমন শক্তিশালী কামান থেকে গোলা ছুড়ে মারলে কী ঘটবে? তা জানতে হলে আমাদেরকে এখন বিজ্ঞানী জোহানেস কেপলারের অসাধারণ আবিষ্কারের সাথে পরিচিত হতে হবে।

কেপলার দেখিয়েছিলেন আকাশের বস্তুসমূহের গতিপথ বা কক্ষপথ পুরোপুরি বৃত্তাকার নয়। এগুলো উপবৃত্তের মতো। আমরা এই বিষয়ে আগে বেশ খানিকটা আলোচনা করেছি। উপবৃত্ত হচ্ছে চ্যাপ্টা বৃত্তের মতো এক ধরনের জ্যামিতিক আকৃতি। কেপলারের আবিষ্কারের আগ পর্যন্ত তখনকার বিজ্ঞানীদের ধারণাই ছিল না গ্রহদের গতিপথ উপবৃত্তাকার হতে পারে। উপবৃত্তকে অনেকটা ডিমের সাথে তুলনা করা যায়। যদিও ডিম পুরোপুরি উপবৃত্তাকার নয়। আবার আমরা ফিরে যাই আমাদের অতি শক্তিশালী কামানের কাছে। আগে দেখেছিলাম খুব জোরে কামান থেকে ছোঁড়া গোলা প্রায় বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। এখন এর চেয়েও অধিক শক্তিশালী কামান থেকে গোলা ছুঁড়লে গোলার গতিপথ চ্যাপ্টা হয়ে যাবে, উপবৃত্তের মতো। এর চেয়ে বেশি যত জোরে ছোঁড়া হবে উপবৃত্তাকার গতিপথ ততই বেশি চ্যাপ্টা হবে।

একটা প্রশ্ন কি মনে উদয় হয়নি? উপবৃত্তের তো দুটি ফোকাস (উপকেন্দ্র) থাকে, তাহলে এই গোলার উপবৃত্তাকার কক্ষপথের উপকেন্দ্র দুটি কোথায়? গোলার উপবৃত্তাকার কক্ষপথের একটি উপকেন্দ্র পৃথিবী নিজেই। আরেকটি উপকেন্দ্র কাল্পনিকভাবে ধরে নিতে হয়। উপকেন্দ্রগুলো শক্ত ও কঠিন

Not available in preview

মহাকাশযানের জ্বালানী ও সমস্যা

সমস্ত সামরিক এবং বাণিজ্যিক বিমানগুলি আমাদের ডিজাইন ব্যবহার করে,
যা জেট ইঞ্জিনগুলির শক্তির প্রক্রিয়াক।
-সত্যেন্দ্রনাথ বোস

মহাকাশযানের ব্যাপারে আর একটু বিস্তারিত আলোচনায় যাবার আগে কিছু ব্যাপার জানিয়ে রাখি। আগেই বলেছি পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে মোটামুটি একশো কিলোমিটার উপরের অঞ্চল থেকেই মহাকাশের শুরু বলে ধরে নেওয়া হয়। এটার নাম কারমান লাইন। বেশিরভাগ জেট প্লেন ১৫ কিলোমিটারের উপরে চলাচল করে না। সবচেয়ে নিচে চলাচল করা LEO (লো আর্থ অরবিট) স্যাটেলাইট ১৬০ কিলোমিটার উপরে থেকে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে। সবচেয়ে উঁচুতে থাকা স্যাটেলাইট ফ্রিজেলের ক্ষেত্রে এই উচ্চতাটা প্রায় ৮০০ কিলোমিটারের কাছাকাছি। মহাকাশযানের গতি নির্ধারিত হয় এর নির্গমনকারী গ্যাসের গতির উপর। দূরপাল্লার যাত্রার ক্ষেত্রে প্রথমে আমাদের পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণজনিত বাধা অতিক্রম করার জন্য একটা নির্দিষ্ট বেগে অগ্রসর হতে হয়, যাকে বলা হয় মুক্তিব্যেগ, যা একটু আগেই বলেছি মনে আছে নিশ্চয়ই। পৃথিবীর ক্ষেত্রে এই মান ১১.২ কিলোমিটার প্রতি সেকেন্ডে। মহাকাশযানের গতি ও জ্বালানীর ব্যাপারগুলো সম্পর্কে আধুনিক ধ্যানধারণা গুলি একটু দেখে নিই।

মহাশূন্যে রকেট যখন উৎক্ষেপন করা হয় তখন নিশ্চয়ই লক্ষ্য করেছেো মূল রকেটের সাথে বিশাল বিশাল ক্যাপসুলের মতো যুক্ত থাকে। এগুলো মূলতঃ জ্বালানীবাহী ট্যাংকার। খুব বিস্ময়কর শোনালেও একটি রকেটের মোট ভরের ৯০%ই এর জ্বালানী থেকে আসে। রকেট উৎক্ষেপণের সময় এই বিপুল জ্বালানীর ভরটুকু উৎক্ষেপন করতে হয় জ্বালানী পুড়িয়েই। এই জ্বালানীবহনই এখন মঙ্গলে মানুষ প্রেরণের পথে সবচেয়ে বড় বাধা। কারণ মঙ্গলে মানুষ পাঠাতে হলে শুধু উৎক্ষেপণের জন্য জ্বালানী বহন করলেই চলবে না। ফিরে আসার জন্য প্রয়োজনীয় জ্বালানীও বয়ে নিয়ে যেতে হবে কিংবা মঙ্গলের বৃকে উৎপাদন করতে হবে।

কিন্তু সম্প্রতি ফিলিপ লবিন নামে ক্যালিফোর্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের একজন বিজ্ঞানী, যিনি ন্যাসার জন্য কাজ করেন, এক অভিনব পরিকল্পনা করেছেন। তিনি লেজার নিক্ষেপ করে মহাশূন্যযানের পেছনে ধাক্কা দিয়ে মঙ্গলে পাঠানোর চিন্তাভাবনা করছেন। জ্বালানীবাহী মঙ্গল অভিযানের আগের

Not available in preview

স্পেসস্যুটের আদ্যোপান্ত

বৈরাগ্য সাধনে মুক্তি, সে আমার নয়। অসংখ্য বন্ধন-মাঝে মহানন্দময়, লভিব মুক্তির স্বাদ।
-রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর

আমরা যে রোজ ড্রাম, বাস, ট্যাক্সি, ট্রেন চড়ি তাতে তো আমাদের বিশেষ কোন পোশাক পড়ার প্রয়োজন হয় না। এমনকি বিমান যাত্রার সময়েও নয়। রোজকার নিত্য ব্যবহার্য পোশাক পড়লেই চলে। কিন্তু মানুষের মহাকাশ যাত্রার শুরু থেকেই অন্যান্য অপরিহার্য বিষয়ের সাথে যেটি অবিচ্ছেদ্য অংশ হিসাবে বিরাজ করছে তা হল, নভোচারীদের ব্যবহার্য বিশেষ পোশাক, যাকে প্রচলিত ভাষায় বলা হয় ‘স্পেসস্যুট।’ এই বিশেষ পোশাক ব্যতীত মহাকাশের প্রতিকূল ও কঠোর পরিবেশে মানুষের পক্ষে বেঁচে থাকা সম্ভব নয়। এ অধ্যায়ে আমরা তাই স্পেসস্যুট সম্পর্কে একটু জেনে নেওয়ার চেষ্টা করবো।

ব্যবহারিক ভাষায় স্পেসস্যুট বলা হলেও এটি শুধুমাত্র একটি পোশাক বা একগুচ্ছ পোশাকের সমষ্টিই নয়, এটিকে “একজনের উপযোগী মহাকাশযান” (One-Person Spacecraft)–ও বলা হয়ে থাকে। স্পেসস্যুটের দাপ্তরিক নাম ‘Extravehicular Mobility Unit’, সংক্ষেপে EMU [Figure 47]। একটি পূর্ণাঙ্গভাবে প্রস্তুত ও যন্ত্রপাতি দিয়ে সাজানো স্পেসস্যুট পরা নভোচারী মহাকাশযানের বাইরে বেরিয়ে এসে মহাশূন্যে ভেসে থাকতে পারেন। তিনি ভেসে ভেসে স্পেস স্টেশনের বাইরের ত্রুটি বিচ্যুতি মেরামতের কাজও করতে পারেন। নতুন গ্রহে নামার জন্যও স্পেসস্যুট প্রয়োজনীয়।

সাধারণভাবে বলা যায়, স্পেসস্যুট বা EMU হচ্ছে একগুচ্ছ বিশেষ নিরাপত্তামূলক পোশাক ও যন্ত্রপাতির সমন্বয়ে একটি বিশেষ ব্যবস্থা, যেটি মহাকাশযানের ভেতরের ও বাইরের প্রতিকূল পরিবেশে নভোচারীর নিরাপদে অবস্থান করা, চলাচল করা ও স্বাচ্ছন্দ্যে বেঁচে থাকার নিশ্চয়তা প্রদান করে। একজন নভোচারীর সামগ্রিক নিরাপত্তা ও জীবনধারণের সম্পূর্ণ ব্যবস্থাপনার নামই স্পেসস্যুট।

স্পেসস্যুটের প্রয়োজনীয়তা

পর্বতে ওঠার সময় ভূপৃষ্ঠের উপরের প্রতিকূল আবহাওয়ায় টিকে থাকার জন্য পর্বত আরোহীদের বিশেষ পোশাক পরার দরকার হয়। মহাকাশে পর্বতের চেয়েও

Not available in preview

সংক্ষেপে স্যাটেলাইট

বিজ্ঞানের ইতিহাসে আমরা গ্রামই দেখি যে, কিছু প্রাকৃতিক ঘটনার অধ্যয়ন
জ্ঞানের একটি নতুন শাখা উন্মোচিত করে।
-চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রমন

স্যাটেলাইট হলো একটি কৃত্রিম বস্তু যা তথ্য সংগ্রহের জন্য অথবা যোগাযোগের মাধ্যম হিসেবে পৃথিবী বা চাঁদ বা অন্য কোনো গ্রহের চারপাশে কক্ষপথে স্থাপন করা হয়। মনুষ্যানির্মিত হাজার হাজার স্যাটেলাইট পৃথিবীর কক্ষপথে ঘুরছে। এদের মধ্যে কোনটি বিভিন্ন গ্রহের ছবি সংগ্রহ করছে, কোনটা আবহাওয়াবিদদের আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেওয়া সহ বিভিন্ন ধরনের প্রাকৃতিক দুর্যোগের আভাস দিতেও সাহায্য করছে। কিছু স্যাটেলাইট অন্যান্য গ্রহ, কৃষ্ণগহ্বর বা সূর্য, দূরবর্তী ছায়াপথের ছবি নিতে কক্ষপথে ঘুরছে। এছাড়াও এমন কিছু উপগ্রহ রয়েছে যাদের যোগাযোগের মাধ্যম হিসেবে মূলত ব্যবহার করা হয়। যেমন টিভি সিগন্যাল, বিশ্বজুড়ে ফোন কলের সংযোগস্থাপন ইত্যাদি কাজে ব্যবহার করা হয়। ২০ টির ও অধিক স্যাটেলাইট ব্যবহার করা হয় জিপিএস সিস্টেমের কাজে। জিপিএস সিস্টেম আমাদের দৈনন্দিন জীবনে কী কাজে আসে এবং কিভাবে এটি কাজ করে সে কথা বিস্তারিত একটি অধ্যায়ে আমরা আলোচনা করবো।

স্যাটেলাইট এর বার্ড-আই-ভিউ (পাখির মত ভূ-পৃষ্ঠের অনেক ওপর থেকে দেখা)-এর কারণে আমরা উপর থেকে পৃথিবীর একটি বৃহৎ অংশ দেখতে পাই। এই কারণে ভূপৃষ্ঠে স্থাপিত কোনো যন্ত্রের চেয়ে অধিক দ্রুত এবং নিখুঁত তথ্য সংগ্রহ করতে পারে স্যাটেলাইট। এমনকি কোনো বস্তু পর্যবেক্ষণের ক্ষেত্রে স্যাটেলাইট, টেলিস্কোপ এর চেয়ে অধিক কার্যকরী ভূমিকা পালন করে। স্যাটেলাইটকে এত উপরে স্থাপনের মূল কারণ হল যাতে মেঘ, ধুলোবালি কোন ধরনের প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি না করতে পারে। স্যাটেলাইট স্থাপনের পূর্বে টিভি সিগন্যাল বেশি দূর যেতে পারতো না। কারণ, টিভি সিগন্যাল সরলরেখা বরাবর কাজ করে। এখন টিভি সিগন্যাল, ফোন কল প্রথমে পৃথিবী থেকে স্যাটেলাইটে পাঠানো হয়। স্যাটেলাইট সিগন্যাল গ্রহণের পর তৎক্ষণাৎ সেটি আবার পৃথিবীতে আমাদের প্রত্যাশিত স্থানে ফেরত পাঠায়।

স্যাটেলাইট এর গঠন

স্যাটেলাইট বিভিন্ন আকৃতির হতে পারে। প্রত্যেক স্যাটেলাইট এর ২ টি সাধারণ অংশ থাকে: অ্যান্টেনা এবং শক্তির উৎস। অ্যান্টেনা তথ্য গ্রহণ ও সংগ্রহের

Table 1 স্যাটেলাইট উৎক্ষেপণকারী দেশ

ক্রম	দেশ	প্রথম উৎক্ষেপণের দিন	রকেট	স্যাটেলাইট
১	সোভিয়েত ইউনিয়ন	৪ অক্টোবর ১৯৫৭	স্পুটনিক-পিএস	স্পুটনিক-১
২	আমেরিকা	১ ফেব্রুয়ারি ১৯৫৮	জুনো-আই	এক্সপ্লোরার-১
৩	ফ্রান্স	২৬ নভেম্বর ১৯৬৫	ডায়াম্যান্ট-এ	অ্যাসটেরিক্স
৪	জাপান	১১ ফেব্রুয়ারি ১৯৭০	ল্যান্ডা-৪এস	ওসুমি
৫	চীন	২৪ এপ্রিল ১৯৭০	লংমার্চ-১	ডং ফাং হং-১
৬	ইংল্যান্ড	২৮ অক্টোবর ১৯৭১	ব্ল্যাকঅ্যারো	প্রসপেরো
৭	ভারত	১৮ জুলাই ১৯৮০	এসএলভি	রোহিণী-ডি১
৮	ইসরায়েল	১৯ সেপ্টেম্বর ১৯৮৮	সাভিত	ওফেক-১
	রাশিয়া*	২১ জানুয়ারি ১৯৯২	সউয়জ-ইউ	কসমস-২১৭৫
	ইউক্রেন*	১৩ জুলাই ১৯৯২	সাইক্লোন-৩	স্ট্রেলা
৯	ইরান	২ ফেব্রুয়ারি ২০০৯	সাফির-১	ওমিড
১০	উঃ কোরিয়া	১২ ডিসেম্বর ২০১২	উনহা-৩	কোয়াং মাং সং-৩

*রাশিয়া ও ইউক্রেন সোভিয়েত ইউনিয়ন ভেঙ্গে তৈরি হওয়ায় ক্রমবর্ধমান সালের প্রেক্ষিতে এই তালিকায় রাখা হয়েছে।

মহাকাশ গবেষণায় ভারতঃ ইসরো

তারা এক যে, যারা মহাবিশ্বের পরিবর্তনের বহুবিধতার মধ্যেও এক দেখছেন, তাদের কাছে

এটা অনন্ত সত্য, অন্য কারোর কাছে নয়, অন্য কারোর কাছে নয়।

-জগদীশ চন্দ্র বসু

এবার আমরা মহাকাশ গবেষণায় আমাদের ভূমিকা এবং একইসঙ্গে এযাবৎ কি অবদান আমরা রাখতে পেরেছি তা জেনে নেব এই অধ্যায়ে। ভারতীয় মহাকাশ গবেষণা সংস্থা (Indian Space Research Organisation: ISRO) ভারতের প্রধান মহাকাশ গবেষণা সংস্থা। ভারত সরকারের নিয়ন্ত্রণাধীন এই সংস্থাটি বিশ্বের অগ্রণী মহাকাশ গবেষণা সংস্থাগুলির অন্যতম। অতীতের কয়েকটি সুসংহত প্রচেষ্টার ফলস্বরূপ ১৯৬৯ সালে ইসরো বর্তমান আকারে প্রতিষ্ঠিত হয়।

১৯৬০-এর দশকের শুরুতে আমাদের দেশে মহাকাশ গবেষণা কার্যক্রম শুরু হয়েছিল, যখন রাশিয়া এবং মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রেও উপগ্রহের ব্যবহার পরীক্ষামূলক পর্যায়ে ছিল। মার্কিন উপগ্রহ 'সিনকম-৩' প্রশান্ত মহাসাগর জুড়ে টোকাইও অলিম্পিকের সরাসরি সম্প্রচার করে। আর এর মাধ্যমে যোগাযোগ ব্যবস্থায় উপগ্রহের শক্তি প্রথম প্রদর্শন করে আমেরিকা। এই ঘটনাটি ড. বিক্রম সারাভাইকে আলোড়িত করে। তিনি দ্রুত ভারতের মহাকাশ প্রযুক্তি ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা উপলব্ধি করেন। তাঁকেই ভারতীয় মহাকাশ প্রোগ্রামের প্রতিষ্ঠাতা হিসেবে ধরা হয়ে থাকে। তিনি বিশ্বাস করেছিলেন যে, মহাকাশে যে সম্পদ রয়েছে তা মানুষ ও সমাজের প্রকৃত সমস্যাগুলি মোকাবিলার করার জন্য অনেকটাই। আহমেদাবাদে অবস্থিত ফিজিকাল রিসার্চ ল্যাবরেটরি (পিআরএল)-র তখন তিনি অধিকর্তা। ভারতীয় মহাকাশ কর্মসূচি চালুর জন্য দেশের সব কোণ থেকে তিনি সক্ষম ও উজ্জ্বল বিজ্ঞানী, নৃতাত্ত্বিক, যোগাযোগকারী এবং সামাজিক বিজ্ঞানীদের এক দল তৈরি করেন।

সেই সূচনাকাল থেকে, ভারতীয় মহাকাশ কর্মসূচি খুব সুন্দর ভাবে পরিচালিত হচ্ছে। এতে তিনটি আলাদা আলাদা ভাগ আছে। যেমন উপগ্রহের মাধ্যমে যোগাযোগ এবং রিমোট সেন্সিং, মহাকাশ পরিবহন ব্যবস্থা এবং উপগ্রহের প্রয়োগ ব্যবস্থা। ড. সারাভাই ও ড. রমানাথনের নেতৃত্বে INCOSPAR (Indian National Committee for Space Research) প্রথম চালু হয়। ১৯৬৭ সালে, প্রথম 'Experimental Satellite Communication Earth Station

Not available in preview

গ্লোবাল পজিশনিং সিস্টেম

অন্য কোনও প্রমাণ ব্যতিরেকে কেবলমাত্র ব্লুডো আপ্সুলই গঁথরের

অস্তিত্ব সম্পর্কে আমাকে সঙ্কট করে।

-স্যার আইজ্যাক নিউটন

এবার একটা মজার জিনিসের দিকে আমরা নজর দিই। ধরা যাক সময়টা গ্রীষ্মের এক বিকেল। কলকাতার কোন এক জায়গায় দুই বন্ধুর কফি পি়াপসা পেল। একটি ভাল কফিশপ খুঁজতে হবে যেখানে ঠাণ্ডা ঘরে বসে কফির কাপে চুমুক দিতে দিতে নানান বিষয়ে কিছু আলোচনাও সেরে নেওয়া যাবে। কিন্তু জায়গাটা যে অচেনা। কি করে চটজলদি সমস্যাটার সমাধান সম্ভব? আদপে আজকের দিনে এটি কোন সমস্যাই নয়। হাতে ধরা স্মার্টফোন-এর ডিসপ্লেতে গুগল ম্যাপে অথবা লোকাল অ্যাপস-এ আপ্সুল ছোঁয়াতেই ভেসে উঠবে জিপিএস ম্যাপে (জিপিএস সফটওয়্যারের সাহায্যে) রাস্তাঘাট ছাড়াও আশেপাশের পেট্রোল পাম্প, পুলিশস্টেশন, হোটেল/রেস্টুরেন্ট, পর্যটনস্থান, ডিপার্টমেন্টাল স্টোর ইত্যাদির তথ্য। সেখান থেকে একটি ক্যাফে-কফি-ডে খুঁজে নিতে তাদের কোন অসুবিধে হবেনা। তা এই জিপিএস ব্যবস্থা কি, কিভাবে কাজ করে, আর আমরাই বা এই বিষয়ে কতোটা কি করতে পেরেছি, তাই থাকছে এই অধ্যায়ে।

গ্লোবাল পজিশনিং সিস্টেম (Global Positioning System)-এর সংক্ষিপ্ত রূপ GPS (জিপিএস)। যুক্তরাষ্ট্রের প্রতিরক্ষা মন্ত্রণালয় গত শতকের সত্তর দশকের শুরুর দিকে US Military-র নিজস্ব প্রয়োজনে জিপিএস প্রযুক্তির প্রাথমিক কাজ শুরু করে। প্রথমদিকে এর প্রয়োগ ছিল পুরোপুরি সামরিক। এরপর ধাপেধাপে এর উন্নয়ন ও ক্ষমতা বৃদ্ধি করে ১৯৯৫ সালে ২৪ টি স্যাটেলাইটের সমন্বয়ে সৃষ্ট নেটওয়ার্কে পৃথিবীর সবজায়গা থেকে ব্যবহারযোগ্য একটি স্বয়ংসম্পূর্ণ সিস্টেম হিসেবে ঘোষণা করে। সেইসাথে সিস্টেমটি বিশ্বের বেসরকারী লোকদের ব্যবহারের জন্যও উন্মুক্ত করে দেয়। এটি একটি কৃত্রিম উপগ্রহভিত্তিক যোগাযোগ ব্যবস্থা। বিজ্ঞানের উন্নয়ন ও নতুন প্রযুক্তির উদ্ভাবনে খুব সহজে ও নিখুঁতভাবে পৃথিবীর কোন স্থানের অবস্থান সম্পর্কে জানতে জিপিএস ব্যবহার করা হয়। যেকোনো আবহাওয়াতে দুনিয়ার যেকোনো চলমান অবস্থান আর সময়ের তথ্য সরবরাহ করাটা এর মূল কাজ। জিপিএস

Not available in preview

ভবিষ্যৎ কর্ম কল্পনা

বিজ্ঞান ধর্ম ছাড়া খঙ্গ, ধর্ম বিজ্ঞান ছাড়া অন্ধ।
-অ্যালবার্ট আইনস্টাইন

এবার আসি আমাদের আরও সুদূরপ্রসারী কল্পনায়। চাঁদে পা দেবার পর তো অনেক বছর হল, সৌরজগতের অনেক গ্রহেই চলে গেছে আমাদের তৈরি মহাকাশযান। নিকট ভবিষ্যতে আমরা নিজেই হয়তো পাড়ি জমাবো সৌরজগতের বাইরে। ফাউন্ডেশন সিরিজের সেই গ্যালাক্টিক সভ্যতা তৈরির প্রথম ধাপ পৃথিবীর বাইরে মানব বসতি স্থাপন। এর উদ্দেশ্য হতে পারে দু'ধরনের।

(১) দূরবর্তী মহাকাশ অভিযানের জন্য বেস স্টেশন

(রিফুয়েলিং/রিপেয়ারিং/রেস্টিং) তৈরি

(২) স্থায়ী বসতি তৈরি

প্রথমেই চোখ দিই আমাদের প্রতিবেশী চাঁদ ও মঙ্গলের দিকে। তবে পৃথিবীর সাথে এদের পরিবেশগত বৈসাদৃশ্য নির্মাণ কাজের জন্য বড় বাধা। পৃথিবীতে ব্যবহৃত বেশিরভাগ পদ্ধতি এবং কাঁচামাল স্পেস কনস্ট্রাকশনে ব্যবহার সম্ভব নয়। এই সমস্যা কাটাতে প্রাথমিকভাবে যে বিষয়গুলোতে মনোযোগ দিতে হবে সেগুলো হল - মাইক্রোগ্র্যাভিটি (মঙ্গল = ০.৩৭৫ x পৃথিবী, চাঁদ = ০.১৬৬ x পৃথিবী), চরম তাপমাত্রা (মঙ্গলে -১২০° থেকে ৩০° সেলসিয়াস, চাঁদে -১৭৩° থেকে ১২৭° সেলসিয়াস), বিকিরন বা রেডিয়েশন, জ্বালানি, চাপ এবং ধূলোবালির প্রভাব। এই সমস্যাগুলোকে মাথায় রেখেই নতুন নতুন ম্যাটেরিয়াল এবং টেকনিক উদ্ভাবন চলছে। কাজ কিন্তু থেমে নেই।

জ্বালানি

এখনকার স্পেসশিপে হাইড্রোজেন ফ্যুয়েল সেল ব্যবহার করা হলেও ভবিষ্যতে জ্বালানির বিকল্প ব্যবস্থা লাগবে। এক্ষেত্রে চাঁদে বা বৃহস্পতিতে হিলিয়াম-৩ পাওয়ার সম্ভাবনা রয়েছে। একে ফিউশন রিঅ্যাকশনে ব্যবহার করে নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্ল্যান্ট তৈরির পরিকল্পনা করা হচ্ছে। তবে কন্ট্রোল্ড ফিউশন রিঅ্যাকশন ডিজাইন করাই এখন পর্যন্ত সবচেয়ে বড় বাধা। ফিউশন রিঅ্যাকশনে সুবিধা হল সহজে কাঁচামাল পাওয়া যায় এবং বর্জ্য কম উৎপন্ন হয়। তবে প্রচুর পরিমাণ তাপ দিতে হয় বিক্রিয়া ঘটাতে।

শেষের শুরু

এসো আজ আমরা আমাদের আজকের দিনটিকে উৎসর্গ করি যাতে আমাদের পরবর্তী প্রজন্ম একটি সুন্দর ভবিষ্যৎ দেখতে পারে।
-এ.পি.জে. আবদুল কালাম

এবার শেষ করার পালা। আমরা দেখলাম যে জ্যোতির্বিদ্যা গবেষণাতে কিছু বিশেষ সমস্যা আছে, যে ধরণের সমস্যা নিয়ে আর কোনো বিষয়ের গবেষণায় মাথা ঘামাতে হয়না। এর মধ্যে প্রথম সমস্যা হলো পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের আচ্ছাদন, যা শুধুমাত্র বিশেষ কিছু তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোকেই ভিতরে প্রবেশ করতে দেয়। তাই, শুধুমাত্র পৃথিবীতে বসে থেকে গবেষণা সম্পূর্ণ করা মুশকিল। অন্য সব বিষয়ের মত যেমন খুশি পরীক্ষামূলক যন্ত্রপাতির নক্সা করা যায় না, বিভিন্ন সূত্র থেকে সংগৃহীত তথ্য একত্র করতে হয়।

শুধু তাই নয়, একটা আলোর সূত্রে চারিদিকে প্রদক্ষিণ করে সমস্ত দৃষ্টিকোণ থেকে যে দেখা হবে, অনেক সময় সেটাও সম্ভবপর হয়ে ওঠেনা। আবার, মহাকাশের বাসিন্দারা আয়তনে হয় বিপুল, হাজারের পর হাজার মাইল ধরে তাদের ব্যাপ্তি। তার উপর, অবিকল একই মহাজাগতিক বস্তু একটার বেশি পাওয়া মুশকিল। তাই দুটো বস্তু মোটামুটি একরকম পেলে তাতেই সন্তুষ্ট থাকতে হয়। অন্য সব গবেষণাতে, একই বস্তুর অনেকগুলো অবিকল প্রতিরূপ বা 'কপি'-র উপর একটা পরীক্ষা করে পরীক্ষার ফলের উপর ভরসা করা যায়। কিন্তু জ্যোতির্বিদ্যা গবেষণায় অবিকল একই জিনিস পাওয়া দুরূহ ব্যাপার।

শেষ সমস্যাটা হলো, বিপুল আয়তনের এই মহাজাগতিক বস্তুগুলি নিজেরাই সর্বত্র সমসত্ত্ব হয়না। আমাদের সৌরমণ্ডলের বাইরে যেকোনো বস্তুকে লক্ষ্য করলে দেখা যাবে, তাদের কিছু জায়গার তাপমাত্রা কোটির ঘরে চলে গেছে, আবার কিছু জায়গার তাপমাত্রা কয়েক কেলভিন মাত্র (-270° সেলসিয়াসের নিচে)। কিছু জায়গা এতই ঘন আর কিছু জায়গা এতই পাতলা যেয়ে সে ঘনত্ব মাপার উপায় আমাদের কাছে নেই।

এই তাপমাত্রা আর ঘনত্বের বিস্তৃতির ফলে মহাজাগতিক বস্তুগুলি থেকে বিভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো নিঃসৃত হয়, রেডিও তরঙ্গ থেকে শুরু করে এক্কেবারে গামা তরঙ্গ অবধি। রেডিও তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অনেক বড়, তাই তাকে ধরতে অনেক বড় ব্যাসের অ্যান্টেনার প্রয়োজন হয়। অপরদিকে গামা তরঙ্গ এতই ছোট যে তাদের দৈর্ঘ্য একটা পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধের থেকেও

Not available in preview

যথেষ্ট ব্যবহার করেছি যা

1. কেন্দ্রহীন মহাবিশ্বের কেন্দ্রের গল্প, নিহাদ নাজমুল, বিজ্ঞানযাত্রা
2. টেলিস্কোপের চোখে, মাসুদ ফিরদউস ঙ্গশান, জিরো টু ইনফিনিটি
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Geocentric_model
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Heliocentrism>
5. <https://www.nytimes.com/2014/11/09/opinion/sunday/prehist-orys-brilliant-future.html>
6. https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2008/tech_benefits.html
7. কেন মহাশূন্যে অভিযান? কেন মহাকাশ নিয়ে গবেষণা?, প্রীতম মজুমদার, বিজ্ঞানযাত্রা
8. আলোক বিজ্ঞানী ইবন আল হাইথাম, গৌতম গঙ্গোপাধ্যায়, ঙ্গদ উৎসব
9. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_center_of_the_Universe
10. https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_microwave_background
11. https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang
12. কাল্পনিক এক মাধ্যম ইথারের গল্প, আহমেদ ইশতিয়াক বিধান, বিজ্ঞান পত্রিকা
13. মহাশূন্যের গোলকধাঁধা এবং সাধারণ কিছু ভুল ধারণা, রিজওয়ানুর রহমান প্রিন্স, বিজ্ঞানযাত্রা
14. উল্কাপাত, এক মহাজাগতিক বিস্ময়, সুমন পাল, বিজ্ঞানযাত্রা
15. ধূমকেতু, গ্রহাণু, আর উল্কার মধ্যে পার্থক্য, মামুন খন্দকার, বিজ্ঞানযাত্রা
16. প্লুটো বামন গ্রহ? অনুসন্ধানী নিউ হরাইজনস, সুমন পাল, সায়েন্টিফিকলিয়া
17. মহাকাশে মহাত্রাসে মহামঞ্জর, অনীক আন্দালিব, বিজ্ঞানযাত্রা
18. মহাকাশযান, পর্ব ১ – শুরুটা যেভাবে, মহম্মদ আবদুল্লাহ আল জামান, বিজ্ঞানযাত্রা
19. সমাপ্তির পথে হাবল মহাশূন্য টেলিস্কোপের আয়ু, সিরাজাম মুনির শ্রাবণ, বিজ্ঞান পত্রিকা
20. হাবলের আয়ু বাড়ানো হয়েছে পাঁচ বছর, বিজ্ঞান পত্রিকা
21. ৮.৭ বিলিয়ন ডলারের মহাশূন্য টেলিস্কোপের কাজ সম্পন্ন করেছে নাসা, বিজ্ঞান পত্রিকা
22. হাবলের জায়গায় আসছে জেমস ওয়েব মহাশূন্য টেলিস্কোপ, বিজ্ঞান পত্রিকা

23. পৃথিবীর সবচেয়ে বড় রেডিও টেলিস্কোপের নির্মাণ সম্পন্ন করলো চীন, সিরাজাম মুনির শ্রাবণ, বিজ্ঞান পত্রিকা
24. ডিম, উপবৃত্ত ও মুক্তিবৈগ, সিরাজাম মুনির শ্রাবণ, বিজ্ঞান পত্রিকা
25. লেজারচালিত মহাশূন্যমান, বিজ্ঞান পত্রিকা
26. জ্বালানী সাশ্রয়ী ও দ্রুত আকাশ পথ পাড়ি দিতে আসছে প্লাজমা জেট ইঞ্জিন, শফিকুল ইসলাম, বিজ্ঞান পত্রিকা
27. স্পেসসুয়টের আপাদমস্তক, এস. এ. খান, বিজ্ঞান পত্রিকা
28. SpaceSuit eBook
29. PLSS eBook
30. Apollo Lunar Surface Journal
31. Space Suit Web-app
32. স্যাটেলাইট নিয়ে কিছু কথা, মরবিড সেইন্ট, বিজ্ঞানযাত্রা
33. ‘অ্যাস্ট্রোস্যাট’: জ্যোতির্বিদ্যার জগতে ভারতের অনন্য অবদান, মৈয়াক্ষ ভাহিয়া, বিজ্ঞান
34. দক্ষিণ এশিয়া উপগ্রহ উৎক্ষেপন করেছে ভারত, শফিকুল ইসলাম, বিজ্ঞান পত্রিকা
35. সড়া-য় ধরা, সুমন পাল, সায়েন্টিফিলিয়া
36. IRNSS_SPS_ICD_June_2014
37. <http://www.isro.gov.in/irnss-programme>
38. https://en.wikipedia.org/wiki/Indian_Regional_Navigation_Satellite_System
39. স্পেস কলোনি: সিভিল এঞ্জিনিয়ারিং এর ভবিষ্যৎ, তাহসিনা আলম , বিজ্ঞান পত্রিকা
40. <https://www.sciencedaily.com/releases/2009/01/090106145348.htm>
41. <http://mars.nasa.gov/allaboutmars/facts/#?c=inspace&s=distance>
42. <http://mars.nasa.gov/allaboutmars/facts/#?c=thepланet&s=temperature>
43. <http://solarsystem.nasa.gov/planets/moon/facts>
44. <http://moon.nasa.gov/about.cfm>
45. https://www.nasa.gov/topics/technology/hydrogen/fc_shuttle.html
46. http://www.esa.int/Our_Activities/Preparing_for_the_Future/Space_for_Earth/Energy/Helium-3_mining_on_the_lunar_surface
47. <http://www.3dprinter.net/reference/what-is-3d-printing>

48. <http://ieeexplore.ieee.org/document/5979830/>
49. <https://youtu.be/OYqBxEAtXZA>
50. <https://youtu.be/VxPI0VK2YOo>
51. https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial_challenges/3DPHa_b/2015_winners.html
52. <http://3dpchallenge.tumblr.com>
53. <http://www.marsicehouse.com>
54. স্পেস এলিভেটর: বাস্তবতা থেকে কতদূর?, ইমতিয়াজ আহমেদ, বিজ্ঞান পত্রিকা
55. আন্তর্জাতিক মহাকাশ স্টেশন, সুমন পাল, বিজ্ঞান কথা
56. প্রথম স্বাধীন 'মহাশূন্য জাতিরাক্ত' গঠনের উদ্যোগ নিয়েছেন বিশেষজ্ঞের দল, বিজ্ঞান পত্রিকা
57. <https://scholar.google.co.in>
58. Space Today, Mohan Sundara Rajan
59. মহাজাগতিক, ইলা সেনগুপ্ত, জ্ঞান ও বিজ্ঞান
60. সূর্যের কথা, তপনকুমার বিশ্বাস, জ্ঞান ও বিজ্ঞান
61. বিজ্ঞানে ঈশ্বরের সংকেত, মণি ভৌমিক, অনুবাদ-রঞ্জন বন্দ্যোপাধ্যায়
62. Small Satellite, বিজ্ঞান কথা

চিত্র-তালিকা

Figure 1 টেলমির ভূ-কেন্দ্রিক বিশ্বচিত্র	Error! Bookmark not defined.
Figure 2 কোপারনিকাসের মডেল: যেখান সর্বপ্রথম প্রাকৃতিক উপগ্রহ চাঁদের..	Error! Bookmark not defined.
Figure 3 একটি প্রতিসারক টেলিস্কোপ.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 4 হাসান ইবনে আল হাইথাম, আধুনিক আলোকবিদ্যার জনক ..	Error! Bookmark not defined.
Figure 5 হ্যান্স লিপার্সি ও তার তৈরি টেলিস্কোপ.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 6 গ্যালিলিও গ্যালিলি.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 7 চন্দ্রপূর্ণের দাগ.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 8 হার্শেল তার পর্যবেক্ষণ দ্বারা আকাশগঙ্গাকে প্রথমে যেমন ভেবেছিলেন.....	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Figure 9 মহাশূন্য থেকে পৃথিবীর একটি অংশ.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 10 মহা বিস্ফোরণের ঠিক পরের মহাবিশ্বের আদিম চেহারা.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 11 পর্যবেক্ষণ যোগ্য মহাবিশ্ব	Error! Bookmark not defined.
Figure 12 ইথারের অস্তিত্বের পরীক্ষা.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 13 ধূমকেতুর গতিপথ সংক্রান্ত ছবি.....	25
Figure 14 একটি ধূমকেতুর গঠনতন্ত্র.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 15 সূর্যের চারপাশে ধূমকেতুর পরিক্রমণ	Error! Bookmark not defined.
Figure 16 আমাদের সৌরজগত	Error! Bookmark not defined.
Figure 17 সৌরজগতের গ্রহগুলির প্রকৃত আকার.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 18 সৌরজগতের গ্রহগুলোর কক্ষপথের আকৃতি.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 19 সূর্যের সাপেক্ষে সেডনার কক্ষপথের বিস্তার.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 20 সূর্যের সাপেক্ষে একটি গ্রহের উপবৃত্তাকার কক্ষপথ.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 21 সৌরবায়ু ও পৃথিবীর বহিঃমণ্ডলের চিত্র.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 22 বায়ুমণ্ডলে প্রস্ফলিত উষ্ণতা ও ভূমিতে পতিত উষ্ণতাপিণ্ড	Error! Bookmark not defined.
Figure 23 তারাখমা ও উষ্ণতা বৃষ্টি.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 24 বিভিন্ন প্রকার উষ্ণতা.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 25 নিউটন ও তার বইয়ের প্রথম প্রচ্ছদ.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 26 উইলিয়াম মুর.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 27 গডার্ড এবং তাঁর তরল-স্ফালিচালিত রকেট.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 28 জার্মানির বানালো ব্যালিস্টিক মিসাইল ভি-২	Error! Bookmark not defined.
Figure 29 পৃথিবীর প্রথম সেনাফি	Error! Bookmark not defined.
Figure 30 স্পটনিক-১	Error! Bookmark not defined.
Figure 31 লুনা-৩ এর তোলা চাঁদের অঙ্ককার পিঠের ছবি.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 32 ইউরি গ্যাগারিন.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 33 মেরিনার-৪ এর তোলা মঙ্গলগ্রহের প্রথম ছবি.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 34 অ্যাপোলো ১১	Error! Bookmark not defined.
Figure 35 এডুইন অলড্রিনের ছবি তুলছেন নিল আর্মস্ট্রং.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 36 রোসেটা মহাকাশযান.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 37 নিউ হরাইজনস এর তোলা প্লুটোর ছবি.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 38 হাবল স্পেস টেলিস্কোপ.....	Error! Bookmark not defined.

- Figure 39 কেপলার স্পেস টেলিস্কোপ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 40 জেমস ওয়েব স্পেস টেলিস্কোপের স্বর্ণনির্মিত আয়না..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 41 হাবল স্পেস টেলিস্কোপ ও জেমস ওয়েব টেলিস্কোপের আয়নার তুলনামূলক আকার..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 42 জেমস ওয়েব স্পেস টেলিস্কোপ যেভাবে গুটিয়ে থাকবে Ariane 5 রকেটের মধ্যে... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 43 Five hundred meter Aperture Spherical Telescope (FAST) রেডিও টেলিস্কোপ **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 44 মোট ৪,৬০০ টি ত্রিভুজাকৃতির প্যানেল ব্যবহৃত হয়েছে FAST-এ.. **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 45 প্রক্ষেপক প্রভাব..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 46 জীবাস্ম স্থালনী বিহীন ইঞ্জিন..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 47 স্পেসসুট **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 48 Communication Carrier Assembly (CCA) **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 49 Liquid Cooling & Ventilation Garment (LCVG) **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 50 Maximum Absorbency Garment (MAG) **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 51 Helmet & Extravehicular Visor Assembly **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 52 Hard Upper Torso with Arm Assembly (HUT) **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 53 Display and Control Module (DCM)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 54 Arm & Glove Assembly..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 55 Lower Torso Assembly (LTA) **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 56 Portable Life Support System (PLSS) **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 57 PLSS with OPS..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 58 প্রমান কিউবস্যাট..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 59 ছোটো স্যাটেলাইট-এর ইউ এককের ধারণা..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 60 ইসরোর পরিচালন কার্গামো **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 61 অ্যাস্ট্রোস্যাট..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 62 অ্যাস্ট্রোস্যাট-এর তরঙ্গদর্ঘ্যের পাল্লা **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 63 অ্যাস্ট্রোস্যাট-এর বিভিন্ন ডিটেক্টর..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 64 জিপিএস ব্যবস্থার সামতলিক জ্যামিতিক সরলীকৃত চিত্র..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 65 একটি জায়গা একইসঙ্গে ভিন্ন সংখ্যক স্যাটেলাইট দ্বারা দৃশ্যমান হচ্ছে..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 66 NavIC সিস্টেমের স্থূলচিত্র..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 67 NavIC দ্বারা যে অঞ্চল পরিষেবা পাবে **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 68 PSLV-C২২ উৎক্ষেপণ যান..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 69 L5 ও S ব্যান্ডের কম্পাস্ক সমূহ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 70 IRNSS-১A থেকে IRNSS-১G যথাক্রমে (a) থেকে (g)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 71 নামার ত্রিমাত্রিক-মুদ্রণ স্পেস হ্যাবিট্যাট-এর একটি মডেল চিত্র **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 72 স্পেস এলিভেটরের কার্যপদ্ধতি..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 73 শিল্পীর তুলিতে স্পেস এলিভেটর **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 74 কার্বন ন্যানোটিউব..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 75 ভবিষ্যতের স্পেস এলিভেটর **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 76 ইন্টারন্যাশনাল স্পেস স্টেশন..... **Error! Bookmark not defined.**
- Figure 77 মহাশূন্য জাতিরাষ্ট্রের একটি কাঙ্ক্ষনিক চেহারা **Error! Bookmark not defined.**

সারগি

Table 1 স্যাটেলাইট উৎক্ষেপণকারী দেশ.....	98
Table 2 সারা বিশ্বে প্রচলিত নেভিগেশন সিস্টেম.....	Error! Bookmark not defined.
Table 3 থ-অংশের উপগ্রহের পরিচিতি.....	Error! Bookmark not defined.
Table 4 এক নজরে আন্তর্জাতিক মহাকাশ স্টেশন	Error! Bookmark not defined.

ড. সুমন পাল পেশায় পদার্থবিদ্যার শিক্ষক। তিনি চাকুরিবা, কলকাতাস্থিত যন্ত্রেণ্ড কুশারী বিদ্যাপীঠে সহকারী শিক্ষক ংবং ংষি বন্ধিন চন্দ্র সাক্ষ্য মহাবিদ্যালয়ের পদার্থবিদ্যা বিভাগে অতিথি অধ্যাপক রূপে কর্মরত। লেখাপত্রা কলকাতার বিদ্যামাগর কলেজ থেকে পদার্থবিদ্যায় মাধ্যমিক স্নাতক ং কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় (University College of Science) থেকে পদার্থবিদ্যায় স্নাতকোত্তর। পরে ংদবপুর বিশ্ববিদ্যালয় থেকে যন্ত্রাধেমে বিপ্রত্ৰ ংবং পিএইচডি। গবেষণার ক্ষেত্র - আয়নমণ্ডলের প্রাচ্যমা ং তাতীয় ঘটনারনী, আবহবিন্দু ং চুম্বান অনুমান, রেডিও তরঙ্গ, ভূকম্পন। বর্তমানে, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের Centre of Advanced Study in Radio Physics and Electronics-ং অধিক সময়ের গবেষক। পেশাগত ং গবেষণার কাজকর্মের বাইরের সময় কাটবে বিজ্ঞান বিষয়ক প্রবন্ধ রচনায়। সাপ্তেইকিদিয়া, বিজ্ঞানযাত্রা, বিজ্ঞানপত্রিকা, জগতাক, বিজ্ঞান, Scientific Mind, এডুকোয়ার্কস, বিজ্ঞান কথা প্রভৃতি পত্রিকায় লেখকের বিজ্ঞান প্রবন্ধ প্রকাশিত হবে। পুরোপুরি গবেষণা বিষয়ক অতিসম্ভর্ভ জিটিক ংকটি বই-ংর বাইরে সাহায্য ং আমরা বিজ্ঞানপ্রেমী সকলের জন্য, বিশেষ করে স্কুল কলেজ পড়ুয়াদের জন্য, লেখকের মাতৃভাষায় লেখা প্রথম বই।



ISBN : 978-93-5311-292-9

