দ্বিতীয় অধ্যায় পাঠ-৫: তারবিহীন মাধ্যম (রেডিও ওয়েভ, মাইক্রোওয়েভ, ইনফ্রারেড)

এই পাঠ শেষে যা যা শিখতে পারবে-

১। তারবিহীন মাধ্যমের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারবে।

২। তারবিহীন মাধ্যমের প্রকারভেদ বর্ণনা করতে পারবে।

৩। রেডিও ওয়েভ, মাইক্রোওয়েভ ও ইনফ্রারেড সম্পর্কে বিস্তারিত বর্ণনা করতে পারবে।

আনগাইডেড মিডিয়া বা তারবিহীন মাধ্যমঃ

১। বেতার তরঙ্গ (Radio Wave)

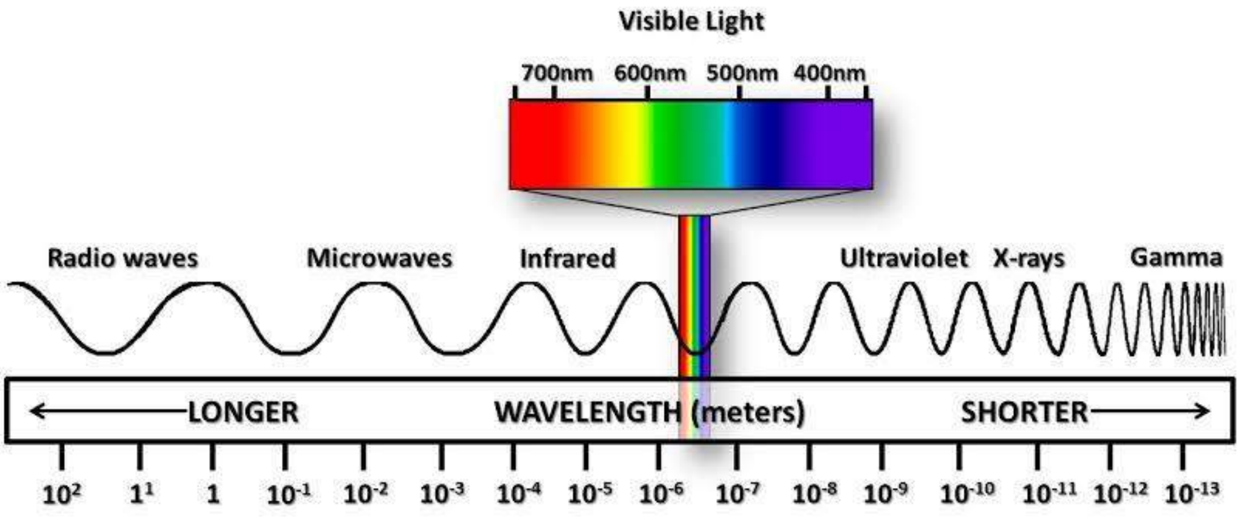
২। মাইক্রোওয়েভ (Microwave)

৩। লোহিত আলোক রশ্মি (Infrared)

তারবিহীন যোগাযোগ ব্যবস্থায় তথ্য আদান-প্রদানের জন্য যে মাধ্যম ব্যবহৃত হয় তাকেই তারবিহীন মাধ্যম বলে। তারবিহীন যোগাযোগ ব্যবস্থায় তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের সাহায্যে দূরবর্তী স্থানে তথ্যের আদান-প্রদান করা হয়। এই ক্ষেত্রে অ্যান্টেনা (Antenna) ডেটা আদান-প্রদানে একটি বিশেষ ভূমিকা পালন করে। এই তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ এক ধরণের আলোক রশ্মি।

তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বা তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সম্পূর্ণ রেঞ্জকে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক স্পেকট্রাম (তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গগুচ্ছ) বলা হয়।

এই স্পেকট্রামের ক্ষুদ্র অংশ আমরা খালি চোখে দেখতে পাই, যা আলো নামে পরিচিত। সম্পূর্ন স্পেকট্রামকে বৈশিষ্ট্য অনুসারে কতোগুলো ছোট ছোট রেঞ্জে বিভক্ত করে বিভিন্ন নামকরণ করা হয়েছে। যথাঃ বেতার তরঙ্গ, মাইক্রোওয়েভ, ইনফ্রারেড, আলোক রশ্মি, অতিবেগুনী রশ্মি, এক্স-রে ও গামা রশ্মি।



তারবিহীন যোগাযোগ ব্যবস্থায় নিচের তিন ধরণের তরঙ্গ মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হয়। যথাঃ

১। বেতার তরঙ্গ (Radio Wave)

২। মাইক্রোওয়েভ (Microwave)

৩। লোহিত আলোক রশ্মি (Infrared)

তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ ব্যবহার করে কীভাবে ডেটা স্থানান্তর করা হয়:

মডুলেশনের মাধ্যমে তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ ব্যবহার করে ডেটা প্রেরণ করা হয়। এক্ষেত্রে দুই ধরণের মডুলেশন হয়ে থাকে।

১. অ্যানালগ মডুলেশন

- অ্যামপ্লিচিউড মডুলেশন
- ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেশন
- ফেজ মডুলেশন

২. ডিজিটাল মডুলেশন

তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের সাহায্যে পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট ও পয়েন্ট-টু-মাল্টিপয়েন্ট যোগাযোগ করা যায়। এই ক্ষেত্রে দুই ধরণের অ্যান্টেনা ব্যবহৃত হয়।

- ট্রান্সমিটার অ্যান্টেনা
- রিসিভার অ্যান্টেনা

ট্রান্সমিটার অ্যান্টেনা তড়িৎ সিগন্যালকে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গে রূপান্তর করে যা বায়ু, পানি ও মহাশূন্য দিয়ে গন্তব্যে পৌঁছতে পারে। রিসিভার অ্যান্টেনা তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গকে তড়িৎ সিগন্যালে রূপান্তর করে।

সিগন্যাল কীভাবে প্রেরণ বা গ্রহণ করে তার উপর ভিত্তি করে অ্যান্টেনা দুই ধরণের। যথাঃ

- দিকযুক্ত অ্যান্টেনা (Directional Antena)
- দিকবিহীন অ্যান্টেনা (Omni Directional Antena)

দিকযুক্ত অ্যান্টেনা (Directional Antena): এই ধরণের ট্রান্সমিটার অ্যান্টেনা তরঙ্গকে টর্চলাইটের আলোর মত একদিকে প্রেরণ করে এবং রিসিভার অ্যান্টেনা ঐ তরঙ্গ গ্রহণের জন্য মুখোমুখি(Line of Sight) অবস্থানে থাকতে হয়।

দিকবিহীন অ্যান্টেনা (Omni Directional Antena): এই ধরণের ট্রান্সমিটার অ্যান্টেনা তরঙ্গকে বাল্বের আলোর মত চারদিকে প্রেরণ করে এবং রিসিভার অ্যান্টেনা ঐ তরঙ্গ সবদিক থেকেই গ্রহণ করতে পারে।

রেডিও ওয়েভ বা বেতার তরঙ্গ (Radio Wave):

3KHz হতে 300GHz ফ্রিকোয়েন্সির ইলেকট্রোম্যাগনেটিক স্পেকট্রামকে বলা হয় রেডিও ওয়েভ। এই তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1mm থেকে 100km পর্যন্ত হয়ে থাকে। এই রেঞ্জের ফ্রিকোয়েন্সি সাধারণত বেতার যোগাযোগে ব্যবহৃত হয় বলে একে রেডিও ওয়েভ বলা হয়। এক্ষেত্রে প্রতিটি কম্পিউটার একই ফ্রিকুয়েন্সিতে সেট করা থাকে যাতে এগুলো অন্য কম্পিউটার থেকে সিগনাল গ্রহন করতে পারে।

সাধারণত ডেটা কমিউনিকেশনে 10KHz থেকে 1GHz ফ্রিকোয়েন্সির রেডিও স্পেকট্রাম ব্যবহৃত হয়। রেডিও ওয়েভ দুই ধরণের। একটি হচ্ছে নিয়ন্ত্রিত, অন্যটি হচ্ছে অনিয়ন্ত্রিত। নিয়ন্ত্রিত রেডিও ওয়েভ সরকারের অনুমতি ছাড়া কেউ ব্যবহার করতে পারে না।

রেডিও ওয়েভ তিনটি শ্রেণিতে বিভক্ত। যথা:

লো-পাওয়ার সিঙ্গেল ফ্রিকোয়েন্সি: শুধু একটি ফ্রিকোয়েন্সিতে কাজ করে যা ৭০ মিটার বা ২৩০ ফুটের মধ্যে ট্রান্সমিশন উপযোগী। ট্রান্সমিশন গতি ১ থেকে ১০ Mbps।

হাই-পাওয়ার সিঙ্গেল ফ্রিকোয়েন্সি: অনেক বেশী দূরত্বে সিগনাল পাঠানো যায়। চলার পথে কোনো বাধা থাকলে তা ভেদ করতে সক্ষম। ট্রান্সমিশন গতি ১ থেকে ১০ Mbps।

স্প্রেড স্পেকট্রাম: সিঙ্গেল ফ্রিকোয়েন্সি ট্রান্সমিশনে কেবল একটি ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করা হয়, আর স্প্রেড স্পেকট্রাম রেডিও ট্রান্সমিশনে একাধিক ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করা হয়।

রেডিও ওয়েভ এর সুবিধাঃ

১। রেডিও ওয়েভ বিল্ডিং বা দেয়াল ভেদ করতে পারে। সুতরাং এটি ইনডোর এবং আউটডোর উভয় যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়।

২। ট্রান্সমিটার এবং রিসিভার একই সরল রেখায় থাকার প্রয়োজন নেই।

৩। রেডিও ওয়েভ বায়ুমণ্ডল দ্বারা শোষিত হয় না, ফলে বায়ুমণ্ডল দ্বারা সামান্যই প্রভাবিত হয়।

রেডিও ওয়েভ এর অসুবিধাঃ

১। রেডিও ওয়েভ ট্রান্সমিশনে নিম্নসীমার ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহৃত হয়, বিপুল পরিমাণ তথ্য একসাথে প্রেরণ করা সম্ভব হয় না।

২। রেডিও ওয়েভ সাস্থের জন্য ক্ষতিকর।

রেডিও ওয়েভ এর ব্যবহারঃ

১। রেডিও বা বেতার যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়।

২। মোবাইল যোগাযোগের লিংক স্থাপনে।

৩। টেলিভিশন ব্রডকাস্টিং।

৪। ইন্টারনেট সংযোগের জন্য টাওয়ার টু টাওয়ার রেডিও লিংক ব্যবহার করা হয়।

৫। যখন একজন প্রেরক এবং অনেকগুলো রিসিভার থাকে তখন মাল্টিকাস্টিংয়ের জন্য একটি রেডিও ওয়েভ দরকারী।

৬। ওয়াইড এরিয়া নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত হয়।

মাইক্রোওয়েভ (Microwave):

300MHz হতে 300GHz ফ্রিকোয়েন্সির ইলেকট্রোম্যাগনেটিক স্পেকট্রামকে বলা হয় মাইক্রোওয়েভ। এই তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1mm থেকে 1m পর্যন্ত হয়ে থাকে। মাইক্রোওয়েভ বাঁকা পথে চলতে পারে না।

মাইক্রোওয়েভ সিস্টেম মূলত দুটো ট্রান্সসিভার নিয়ে গঠিত। এর একটি সিগন্যাল ট্রান্সমিট এবং অন্যটি রিসিভ করার কাজে ব্যবহৃত হয়। যেহেতু মাইক্রোওয়েভ বাঁকা পথে চলতে পারে না তাই ট্রান্সমিটার এবং রিসিভার মুখোমুখি থাকতে হয়। মাইক্রোওয়েভের অ্যান্টেনা কোনো ভবন বা টাওয়ারের উপর বসানো হয় যাতে সিগন্যাল বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে এবং পথে কোনো বস্তু প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করতে না পারে।

অধিক দূরত্বের যোগাযোগে মাইক্রোওয়েভ অত্যন্ত জনপ্রিয়। মাইক্রোওয়েভ মাধ্যম ব্যবহার করে ডেটা, ছবি, শব্দ স্থানান্তর করা সম্ভব।

মাইক্রোওয়েভের বৈশিষ্ট্যঃ

১। মাইক্রোওয়েভ বাঁকা পথে চলতে পারে না।

২। মাইক্রোওয়েভ সিস্টেম মূলত দুটো ট্রান্সসিভার নিয়ে গঠিত। এর একটি সিগন্যাল ট্রান্সমিট এবং অন্যটি রিসিভ করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

৩। মাইক্রোওয়েভ মাধ্যমে প্রেরক ও প্রাপকের মধ্যে কোনো বাধা থাকলে ডেটা ট্রান্সমিট করতে পারে না।

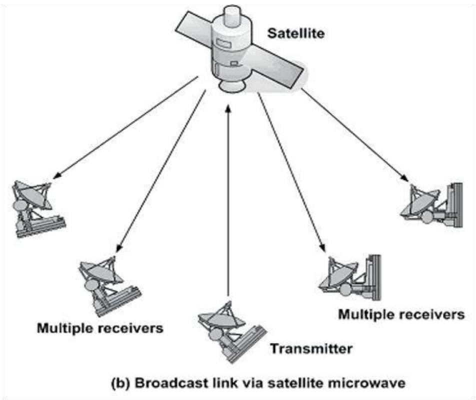
৪। মাইক্রোওয়েভের অ্যান্টেনা বড় কোনো ভবন বা টাওয়ারের উপর বসানো হয় যাতে সিগন্যাল বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে।

মাইক্রোওয়েভ দুই প্রকার। যথাঃ

১। টেরেস্ট্রিয়াল মাইক্রোওয়েভ

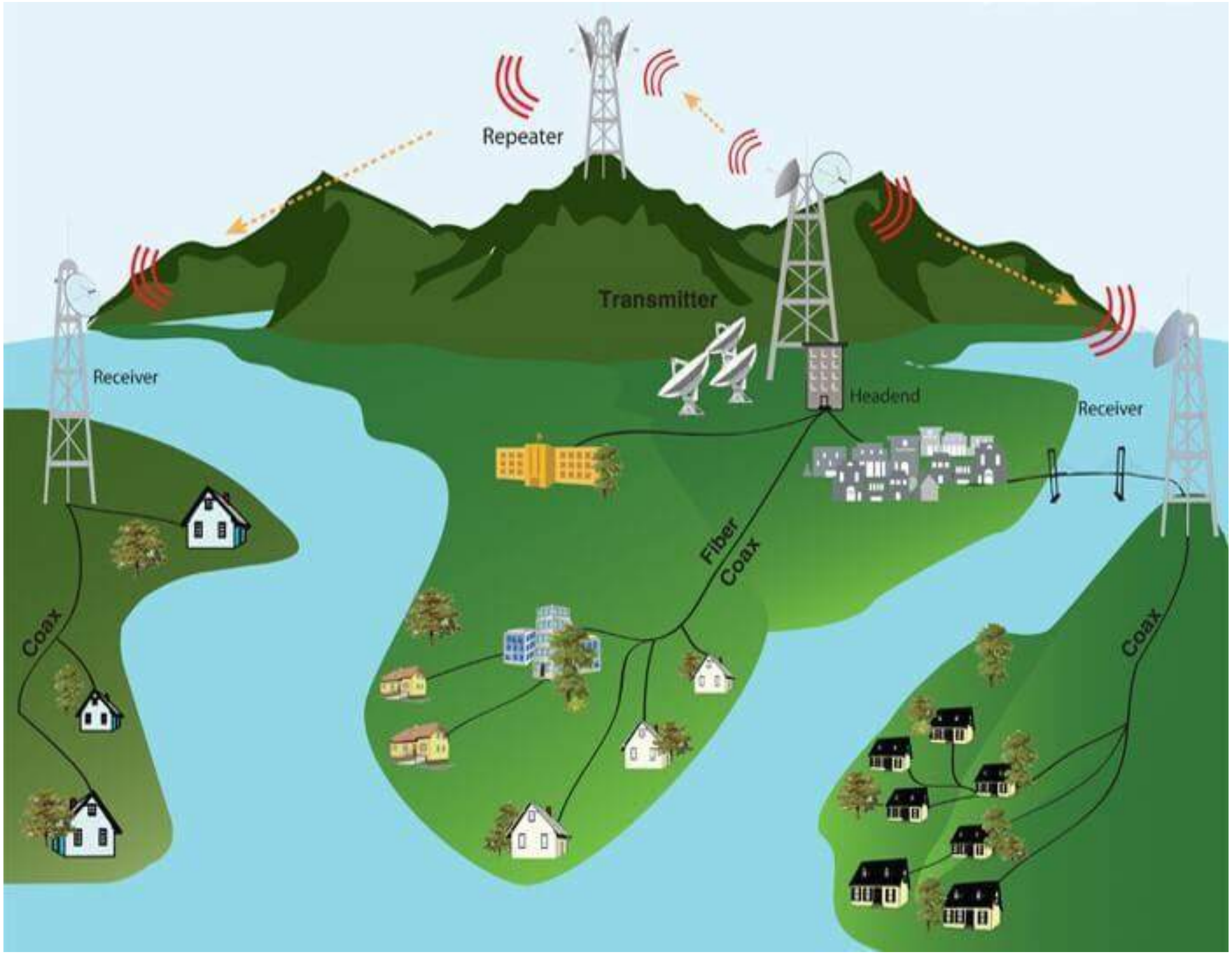
২। স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ

Terrestrial Microwave



Satellite Microwave

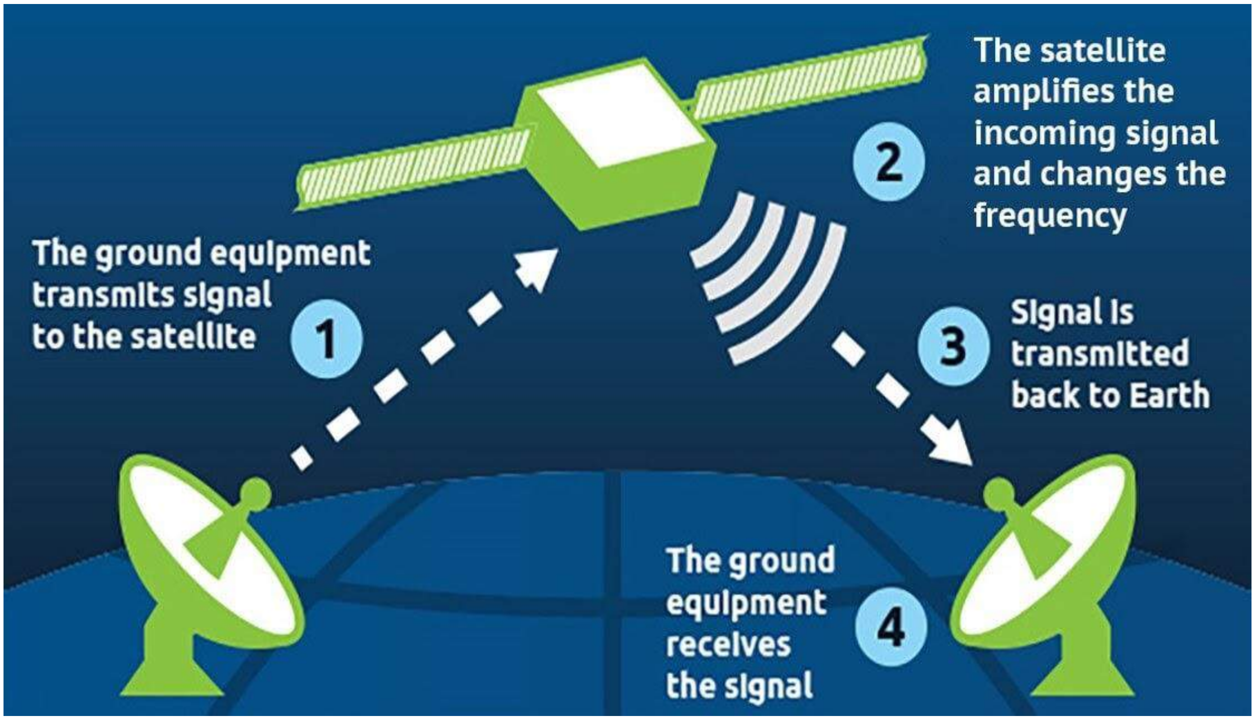
টেরেস্ট্রিয়াল মাইক্রোওয়েভ: এই ধরণের প্রযুক্তিতে ভূপৃষ্টেই ট্রান্সমিটার ও রিসিভার বসানো হয়। ট্রান্সমিটার ও রিসিভার দৃষ্টি রেখায় যোগাযোগ করে। কোনো বাধা না থাকলে ১ থেকে ৫০ মাইল পযর্ন্ত ডেটা চলাচল করতে পারে।



স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ: এক্ষেত্রে সিগন্যাল পাঠানোর জন্য ভূ-পৃষ্ঠে থাকে স্যাটেলাইট অ্যান্টেনা এবং মহাশুণ্যে তাকে স্যাটেলাইট। স্যাটেলাইট অ্যান্টেনা বা ট্রান্সমিটারগুলো স্যাটেলাইটকে মাইকোওয়েভ সিগন্যাল প্রেরণ করে। স্যাটেলাইটে পাঠানোর পর এই সংকেত অত্যন্ত ক্ষীণ হয়ে পড়ে। স্যাটেলাইটে অনেকগুলো ট্রান্সপন্ডার থাকে যা ক্ষীণ সংকেতকে অ্যামপ্লিফাই করে পৃথিবীর গ্রাহক যন্ত্রে পাঠায়।

স্যাটেলাইট বা উপগ্রহ মহাকাশে থেকে পৃথিবীর মধ্যাকর্ষণ বলের কারণে পৃথিবীকে ঘিরে ঘুরতে থাকে। সৌরশক্তি ব্যবহারের কারণে উপগ্রহ মহাকাশে রাখতে জ্বালানি বা শক্তি খরচ করতে হয় না। স্যাটেলাইটের মৌলিক উপাদানগুলো হল প্রাপক এন্টেনা, প্রেরক এন্টেনা ও ট্রান্সপন্ডার। পৃথিবীতে অবস্থিত স্টেশনগুলোতে শক্তিশালী এন্টেনা থাকে যার নাম VSAT(Very Small Aperture Terminal)।

VSAT এন্টেনাগুলো সবসময় স্যাটেলাইটের দিকে রাখতে হয়। স্যাটেলাইটগুলো অনেক দূরে অবস্থিত থাকার কারণে অধিক শক্তিতে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ বিকিরণ করতে হয়। মহাশুণ্যে অবস্থিত স্যাটেলাইট ও ভু-পৃষ্ঠের ডিশ এন্টনার মধ্যে দুরত্ব প্রায় ৫০, ০০০ কি.মি।



মাইক্রোওয়েবের সুবিধাঃ

১। ব্যান্ডউইথ অনেক বেশি তাই এটি ব্যবহার করে বিপুল পরিমাণ তথ্য একসাথে ট্রান্সমিট করা যায়।

২। কোন প্রকার ক্যাবল ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না।

৩। পাহাড়ি ও দূরবর্তী অঞ্চলে যোগাযোগের জন্য এটি সুবিধাজনক।

মাইক্রোওয়েবের অসুবিধাঃ

১। মাইক্রোওয়েভ বাঁকা পথে চলতে পারে না।

২। মাইক্রোওয়েভ মাধ্যমে প্রেরক ও প্রাপকের মধ্যে কোনো বাধা থাকলে ডেটা ট্রান্সমিট করতে পারে না।

স্যাটেলাইটের ব্যবহারঃ

১। টেলিভিশন সিগন্যাল পাঠানোর কাজে।

২। বিভিন্ন প্রতিষ্ঠানের অভ্যন্তরীণ যোগাযোগের ক্ষেত্রে।

৩। ইন্টারনেট সংযোগের ক্ষেত্রে।

৪। আবহাওয়ার সর্বশেষ অবস্থা পর্যবেক্ষণে ।

ইনফ্রারেড বা লোহিত আলোক রশ্মি (Infrared):

300GHz হতে 400THz ইলেকট্রোম্যাগনেটিক স্পেকট্রামকে বলা হয় ইনফ্রারেড। এই তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 750nm থেকে 1mm পর্যন্ত হয়ে থাকে। খুবই নিকটবর্তী দুটি ডিভাইসের মধ্যে যোগাযোগে ব্যবহৃত হয়।

ইনফ্রারেডের সুবিধাঃ

১। দামে সস্তা।

২। বিদ্যুৎ শক্তির প্রয়োজন কম।

৩। স্বল্প দুরুতে (প্রায় ১০ মিটার) ভালো কাজ করে।

ইনফ্রারেডের অসুবিধাঃ

১। অধিক দূরুতে ডেটা ট্রান্সমিট করতে পারে না।

২। ট্রান্সমিটার ও রিসিভারের মধ্যে কোন প্রতিবন্দক থাকলে কাজ করে না।

ইনফ্রারেডের ব্যবহারঃ

১। রেডিও, টিভি, এসি ইত্যাদির রিমোট কন্ট্রোল সিস্টেমে।

২। কম্পিউটারের তারবিহীন কিবোর্ড, মাউস, প্রিন্টার ইত্যাদির সাথে যোগাযোগ রক্ষা করার কাজে।

তারবিহীন মাধ্যমের গুরুত্ব:

১। দূরবর্তী ও দূর্গম স্থানসমূহের মধ্যে ডেটা কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে তারবিহীন মাধ্যম উপযোগী।

২। বহনযোগ্য ডিভাইসের (মোবাইল, ল্যাপটপ, ট্যাবলেট ইত্যাদি) মধ্যে ডেটা কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে তারবিহীন মাধ্যম ব্যবহার বেশি উপযোগী।

পাঠ মূল্যায়ন-

জ্ঞানমূলক প্রশ্নসমূহঃ

ক) ইলেকট্রোম্যাগনেটিক স্পেকট্রাম কী?

ক) রেডিও ওয়েব কী?

ক) মাইক্রোওয়েব কী?

ক) ইনফ্রারেড কী?

অনুধাবনমূলক প্রশ্নসমূহঃ

খ) কোন ধরণের যোগাযোগ ব্যবস্থায় ট্রান্সমিটার এবং রিসিভার মুখোমুখি থাকে?

খ) মোবাইল ফোনে মাইক্রোওয়েব বা ইনফ্রারেড ব্যবহৃত হয় না কেন?

খ) বর্তমানে টিভির রিমোটে ইনফ্রারেডের পরিবর্তে রেডিও ওয়েব ব্যবহৃত হয় কেন?

খ) স্যাটেলাইটে ব্যবহৃত ওয়েভ ব্যাখ্যা কর।

সৃজনশীল প্রশ্নসমূহঃ

উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

আইসিটি নির্ভর জ্ঞান ও প্রযুক্তি মানুষকে সমৃদ্ধির পথে এগিয়ে নিচ্ছে। আরিফ আইসিটি বিষয়ে পড়াশুনা করে এমন একটি যোগাযোগ মাধ্যম সম্পর্কে জানতে পারল যেখানে শব্দের পাশাপাশি চলমান ছবিও পাঠানো যায়। তবে এ মাধ্যমে ডেটা বাঁকা পথে চলাচল করতে পারে না বিধায় উঁচু ভবনের উপর টাওয়ার বসানোর প্রয়োজন হয় যার ফ্রিকোয়েন্সি 300MHz-300GHz। পরবর্তীতে নতুন উদ্ভাবিত একটি প্রযুক্তির সাথে এর সম্মিলন ঘটানো হয়, যা সমুদ্রের তলদেশ দিয়ে এক মহাদেশকে অন্য মহাদেশের সাথে যুক্ত করেছে।

গ) উদ্দীপকের ১ম মাধ্যমটি ব্যাখ্যা কর।

ঘ) ‘দ্বিতীয় মাধ্যম অপেক্ষাকৃত সুবিধাজনক’- যুক্তিসহ মূল্যায়ন কর।

উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নের উত্তর দাও:

নুসাইবা তার ফ্ল্যাটের তিনটি রুমের তিনটি কম্পিউটারকে নেটওয়ার্কে স্থাপন করতে চাইল যাতে তার বাবার রুমে কম্পিউটারের সাথে যুক্ত প্রিন্টারটি পরিবারের সবাই ব্যবহার করতে পারে। নেটওয়ার্ক স্থাপনে তার বাবার পরামর্শ হলো কোনো না কোনো তার (ক্যাবল) মাধ্যম ব্যবহার করা এবং তার আম্মার পরামর্শ হলো কোনো না কোনো ওয়্যারলেস মিডিয়া ব্যবহার করা। তবে নুসাইবা মাঝে মাঝে নিজের মোবাইল ফোন এবং তার আম্মার মোবাইল ফোনের সাথে IEEE 802.15 স্ট্যান্ডার্ড-এর একটি প্রযুক্তির সাহায্যে তথ্য আদান-প্রদান করে।

গ) নুসাইবা উদ্দীপকে যে প্রযুক্তির সাহায্যে তথ্য আদান-প্রদান করে তার মাধ্যম ব্যাখ্যা কর।

ঘ) উদ্দীপকে নেটওয়ার্ক স্থাপনে নুসাইবার কার পরামর্শ গ্রহণ করা উচিত বলে তুমি মনে কর? উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।

বহুনির্বাচনি প্রশ্নসমূহঃ

১। মাইক্রোওয়েব প্রযুক্তির অসুবিধা দূর করতে কোন প্রযুক্তি আবশ্যক?

ক) ইনফ্রোরেড খ) জিপিএস গ) রেডিও ওয়েভ ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহ

২। GEO স্যাটেলাইট ভূমি থেকে কত উচ্চতায় নির্দিষ্ট কক্ষপথে রাখতে হয়?

ক) 12000 Km খ) 22000 Km গ) 27000 Km ঘ) 36000 Km

৩। টেলিভিশনের রিমোট কন্ট্রোলে ব্যবহৃত হয়-

ক) Infrared খ) Radio wave গ) Microwave ঘ) Bluetooth

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৪ ও ৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাওঃ

মোহনা লক্ষ করল, তাদের এলাকার সবচেয়ে উঁচু দালানগুলোর ওপর বিভিন্ন মোবাইল কোম্পানির টাওয়ার বসানো আছে । এমনকি খোলা প্রান্তরেও অনেক দূরে দূরে টাওয়ারগুলো বসানো, যাদের মাঝখানে কোনো বাধা নেই। একটি দালানের ওপর কিছু যন্ত্রপাতিসহ একটি অ্যান্টেনা আকাশমুখী করে রাখা হয়েছে ।

৪। উদ্দীপকের উঁচু টাওয়ারগুলো কোন ধরনের মিডিয়া ব্যবহার করে?

ক) রেডিও ওয়েভ খ) টেরিস্ট্রিয়াল মাইক্রোওয়েভ গ) ইনফ্রারেড ঘ) স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ

৫। উদ্দীপকের আকাশমুখী ব্যবস্থা ব্যবহার করা হয়-

i. টেলিভিশনে সিগন্যাল পাঠানোর ক্ষেত্রে

ii. আবহাওয়ার সর্বশেষ অবস্থা পর্যবেক্ষণে

iii. আন্তঃ মহাদেশীয় টেলিফোন কলের ক্ষেত্রে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii