অধ্যায়-৪ ক্লাইস্ট্রন, ম্যাগনেট্রন এবং ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। Reflex klystron tube কী?** বাকাশিবো- ২০১৯, ২০'পরি

উত্তর ঃ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন হলো একক ক্যাভিটি বিশিষ্ট ডিজাইন টিউব। ফলে মাইক্রোওয়েভ অসিলেটর হিসেবে কাজ করে। এতে ক্যাভিটি থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে একটি প্রতিফলক ইলেকট্রোড থাকে।

***** ২। Klystron tube কী কাজে ব্যবহৃত হয়?** বাকাশিবো- ২০২২

উত্তর ঃ ক্লাইস্ট্রন টিউব মাইক্রোওয়েভ সিগন্যাল অ্যামপ্লিফায়ার এবং অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

***** ৩। Klystron tube-এর রিপেলার (Repeller) কী?**

বাকাশিবো- ২০২৪'পরি

উত্তর ঃ রিপেলার হলো ক্লাইস্ট্রন টিউবের একটি ঋণাত্মক ভোল্টেজযুক্ত ইলেকট্রোড, যার প্রধান কাজ হলো ইলেকট্রন বিমকে বাধা দিয়ে পুনরায় ক্যাভিটির দিকে ফিরিয়ে দেওয়া।

**** ৪। ক্যাভিটি কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৯, ১০, ১৬, ২১

উত্তর ঃ ক্যাভিটি হলো ক্লাইস্ট্রন টিউবের অভ্যন্তরে থাকা একটি ফাঁপা স্থান যা গ্লাস বা ধাতব আবরণে ঢাকা থাকে। এর গ্যাপ বা ছিদ্রপথের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন বিম প্রবাহিত হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের মূলনীতি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৮,০৯, ১০, ১১, ১২, ১৪, ১৬, ১৭, ২০, ২১, ২৩'পরি

উত্তর ঃ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন হলো একটি সিঙ্গেল ক্যাভিটি মাইক্রোওয়েভ টিউব যা অসিলেটর হিসেবে কাজ করে। এর মূলনীতি হলো ভেলোসিটি মডুলেশন (Velocity Modulation)। যখন ইলেকট্রন বিম ক্যাভিটি গ্যাপ অতিক্রম করে। তখন সিগন্যালের বেগের পরিবর্তন ঘটে। এরপর রিপেলার ইলেকট্রোড ইলেকট্রনগুলোকে বিকর্ষণ করে পুনরায় ক্যাভিটির দিকে ফিরিয়ে আনে। যার ফলে ইলেকট্রনগুলো গুচ্ছ বাঞ্চ গঠন করে এবং অসিলেশন বজায় রাখে।

***** ২। Traveling wave tube (TWT)-এর ব্যবহার লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১১, ১২, ১৫, ১৬'পরি, ১৭, ১৮'পরি, ২৩'পরি, ২৪'পরি

উত্তর ঃ TWT প্রধানত রাডার সিস্টেমে ব্রডব্যান্ড মাইক্রোওয়েভ অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। দীর্ঘ দূরত্বের যোগাযোগ ব্যবস্থায়

রিপিটার অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে এবং স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনে উচ্চ গেইন সম্পন্ন সিগন্যাল বর্ধক হিসেবে ব্যবহৃত হয় ।

***** ৩। Multicavity klystron tube-এর সুবিধা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৯, ২২, ২৩

উত্তর ঃ মাল্টি-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন টিউবের প্রধান সুবিধাগুলো নিচে দেওয়া হলো ঃ

i) এটি খুব উচ্চ গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন বিম তৈরি করতে সক্ষম।

ii) ক্যাভিটির সংখ্যা বৃদ্ধির মাধ্যমে এর আউটপুট পাওয়ার অনেকগুণ বৃদ্ধি করা যায়।

iii) দক্ষতা (Efficiency) অন্যান্য সাধারণ টিউবের তুলনায় অনেক বেশি।

**** ৪। Magnetron Tube কী?** বাকাশিবো- ২০১১, ১৫, ২০, ২০'পরি, ২৪'পরি

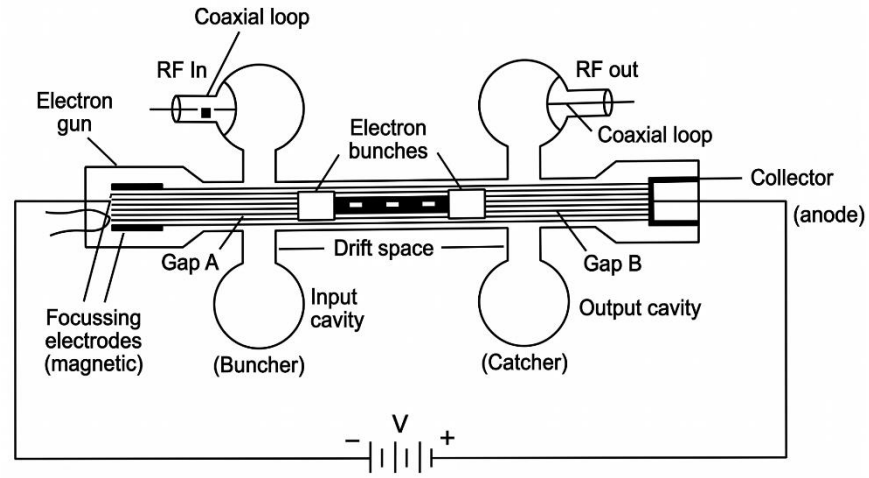
উত্তর ঃ ম্যাগনেট্রন হলো একটি উচ্চ ক্ষমতার মাল্টি-ক্যাভিটি বিশিষ্ট ভ্যাকুয়াম টিউব। যা ইলেকট্রিক এবং ম্যাগনেটিক ফিল্ডের পারস্পরিক ক্রিয়ার মাধ্যমে খুব উচ্চ মানের মাইক্রোওয়েভ অসিলেশন তৈরি করে। এটি রাডার এবং মাইক্রোওয়েভ ওভেনে শক্তি উৎপাদক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১। দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

বাকাশিবো- ২০০৬,০৭,১০,১১,১২, ১৩, ১৫'পরি, ১৭, ১৯, ২০'পরি, ২১, ২২, ২৩, ২৩'পরি, ২৪'পরি

উত্তর ঃ দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি নিচে বর্ণনা করা হলোঃ



চিত্র ঃ Two-cavity klystron

গঠনপ্রণালি ঃ

টু-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন মূলত একটি গ্লাস টিউবের ভেতরে তৈরি করা হয় যা সম্পূর্ণ বায়ুশূন্য থাকে। এই টিউবের শুরুতে থাকে ক্যাথোড যা থেকে ইলেকট্রন বিচ্ছুরণ ঘটানো হয়। এই বিচ্ছুরণ প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ উভয় পদ্ধতিতে হতে পারে। ক্যাথোডের ঠিক পরেই থাকে ফোকাসিং ইলেকট্রোড যার কাজ হলো নির্গত ইলেকট্রনগুলোকে একত্রিত করে বিম গঠনে কাজ করে। টিউবের মাঝখানে দুটি ক্যাভিটি থাকে যার মধ্যে প্রথমটিকে বলা হয় বাঞ্চার ক্যাভিটি এবং দ্বিতীয়টিকে বলা হয় ক্যাচার ক্যাভিটি। প্রতিটি ক্যাভিটির ভেতরে দুটি গ্রিড সামান্য দূরত্বে স্থাপন করা থাকে এবং এই দুই গ্রিডের মধ্যবর্তী ফাঁকা স্থানকে গ্যাপ বলা হয়। বাঞ্চার ক্যাভিটির গ্যাপকে

গ্যাপ-অ এবং ক্যাচার ক্যাভিটির গ্যাপকে গ্যাপ-ই নামে চিহ্নিত করা হয়। এই দুই ক্যাভিটির মধ্যবর্তী দীর্ঘ ফাঁকা অংশটিকে বলা হয় ড্রিফট স্পেস। সবশেষে টিউবের অপর প্রান্তে থাকে কালেক্টর যা উচ্চ মানের ধনাত্মক সরবরাহের মাধ্যমে ক্যাথোড হতে আসা ইলেকট্রনগুলোকে সংগ্রহ করে।

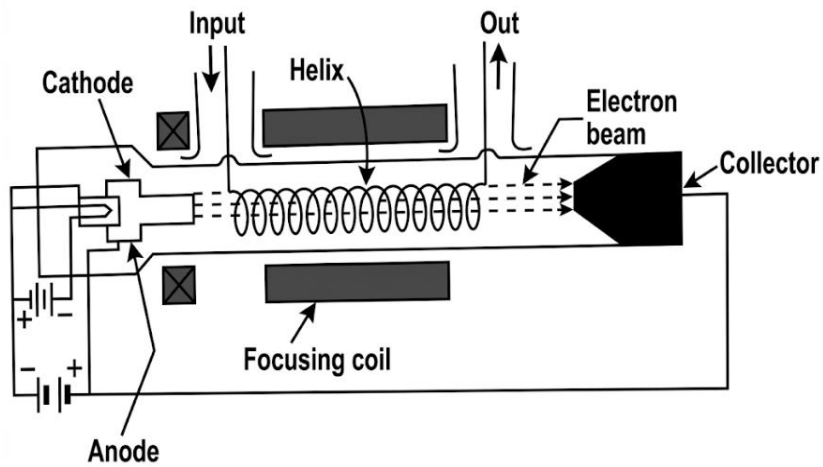
কার্যপ্রণালি ঃ

টু-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন মূলত মাইক্রোওয়েভ অ্যামপ্লিফায়ার এবং অসিলেটর হিসেবে কাজ করে। ক্যাথোড হতে নির্গত ইলেকট্রনসমূহকে ফোকাসিং করে একটি উচ্চ গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন বিম গঠন করা হয়। এই বিমকে দীর্ঘ টিউবের মধ্য দিয়ে কালেক্টরের দিকে প্রেরণ করা হয়। কালেক্টরে ক্যাথোডের তুলনায় উচ্চ মানের ধনাত্মক সরবরাহ থাকায় এটি ইলেকট্রনগুলোকে আকর্ষণ করে সংগ্রহ করে। যে RF সিগন্যালকে বর্ধিত করা হয় তাকে বাঞ্চার ক্যাভিটিতে প্রয়োগ করা হয়। ইলেকট্রন বিম যখন বাঞ্চার ক্যাভিটির গ্যাপ-অ অতিক্রম করে, তখন সেটি RF সিগন্যাল দ্বারা প্রভাবিত হয়। গ্যাপ-ই এর মধ্যে কোনো ফিল্ড না থাকায় বিমটি শুরুতে স্বাধীনভাবে চলাচল করলে RF সিগন্যালের কারণে গ্যাপ-অ তে একটি ফিল্ড সৃষ্টি হয়। এই ফিল্ডের পরিবর্তনের সাথে সাথে ইলেকট্রনগুলোর গতিও পরিবর্তিত হয়। গতির এই হ্রাস-বৃদ্ধিকে এমনভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয় যাতে ইলেকট্রনগুলো ড্রিফট স্পেস দিয়ে যাওয়ার সময় নির্দিষ্ট স্থানে একই সময়ে একত্রিত হয়ে ছোট ছোট বাঞ্চ গঠন করে। এই ইলেকট্রন গুচ্ছগুলো যখন উচ্চ গতিতে ক্যাচার ক্যাভিটির গ্যাপ-ই অতিক্রম করে, তখন সেখানে শক্তিশালী অসিলেশন তৈরি হয় এবং

এর ফলে আউটপুটে অনেক উচ্চ মানের সিগন্যাল পাওয়া যায়। সবশেষে বিমটি কালেক্টরের মাধ্যমে সংগৃহীত হয়। এই পুরো প্রক্রিয়ায় জঝ ওয়েভের বিভিন্ন অবস্থার উপর নির্ভর করে ইলেকট্রনের গতির হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে।

***** ২। ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব (TWT) এর গঠন ও কার্যপ্রণালী বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৪'পরি, ১৫, ১৫'পরি, ১৬'পরি, ১৭, ১৮, ১৮'পরি, ২০, ২৩'পরি, ২৪'পরি, ২৪

উত্তর ঃ ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব (TWT) এর গঠন ও কার্যপ্রণালী নিচে বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ Traveling Wave Tube

গঠনপ্রণালি ঃ

ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব একটি শক্তিশালী মাইক্রোওয়েভ অ্যাম্প্লিফায়ার। এর ভেতরে একটি ইলেকট্রন গান থাকে। যা সরু ইলেকট্রন বিম তৈরি করে। এই বিমটি একটি দীর্ঘ প্যাঁচানো পথের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। টিউবের শুরুতে একটি ক্যাথোড এবং শেষে একটি কালেক্টর থাকে। ফলে যেখানে

কালেক্টরকে উচ্চ ধনাত্মক চার্জে রাখা হয়। হেলিক্সের চারপাশে একটি ফোকাসিং কয়েল থাকে। যা ইলেকট্রন বিমকে নির্দিষ্ট পথে সোজা রাখতে সাহায্য করে। সিগন্যাল আদান-প্রদানের জন্য এতে ইনপুট ও আউটপুট প্রান্ত যুক্ত থাকে।

কার্যপ্রণালি ঃ

ইলেকট্রন গান থেকে নির্গত বিমটি যখন হেলিক্সের ভেতর দিয়ে যায়। তখন ইনপুট প্রান্ত দিয়ে আরএফ (RF) সিগন্যাল প্রবেশ করানো হয়। হেলিক্সের বিশেষ গঠনের কারণে (RF) সিগন্যালের গতি কমে ইলেকট্রন বিমের গতির সমান হয়। ফলে সিগন্যাল ও ইলেকট্রন বিমের মধ্যে দীর্ঘ সময় ধরে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া চলে । ফলে ইলেকট্রন বিমের শক্তি সিগন্যালে স্থানান্তরিত হয়। এর ফলে সিগন্যালটি বহুগুণ শক্তিশালী হয়ে আউটপুট প্রান্ত দিয়ে বেরিয়ে আসে। ফলে অবশিষ্ট ইলেকট্রনগুলো কালেক্টরে গিয়ে জমা হয়।

***** ৩। ম্যাগনেট্রন টিউব এর চিত্রসহ বর্ণনা করো।**

বাকাশিবো- ২০১৬,২০, ২০'পরি, ২৪'পরি

উত্তর ঃ ম্যাগনেট্রন টিউব এর চিত্রসহ নিচে বর্ণনা করা হলো ঃ

চিত্র ঃ **Magnetron tube**

A cut section of anode block of a Magnetron Cross section of a hole and slot magnetron

গঠন প্রণালি ঃ

ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রন হলো একটি উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন মাইক্রোওয়েভ অসিলেটর। এর কেন্দ্রে চোঙাকৃতির ক্যাথোড থাকে। একে ঘিরে একটি বড় তামার ব্লক থাকে যা অ্যানোড ব্লক হিসেবে পরিচিত। অ্যানোড ব্লকের ভেতরে ছোট ছোট বৃত্তাকার ফাঁকা স্থান থাকে, যা অ্যানোড ক্যাভিটি বলা হয়। ক্যাথোড এবং অ্যানোড এর মধ্যবর্তী ফাঁকা অংশটিকে বলা হয় ইন্টার-অ্যাকশন স্পেস। উৎপন্ন মাইক্রোওয়েভ শক্তি বের করে নেওয়ার জন্য একটি আউটপুট কাপলিং লুপ যুক্ত থাকে।

কার্যপ্রণালী ঃ

ম্যাগনেট্রনের কার্যপ্রণালি মূলত ইলেকট্রিক ও ম্যাগনেটিক ফিল্ডের (যৌথ প্রভাবের) উপর নির্ভরশীল। যখন ক্যাথোড উত্তপ্ত হয়। তখন এটি থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয়ে বাইরের অ্যানোড ব্লকের দিকে যাওয়ার চেষ্টা করে। এই সময় ক্যাথোড এবং অ্যানোডের মধ্যে প্রয়োগ করা উচ্চ ডিসি ভোল্টেজ ইলেকট্রনগুলোকে ত্বরান্বিত করে। তবে টিউবের অক্ষ বরাবর শক্তিশালী ম্যাগনেটিক ফিল্ড থাকায় ইলেকট্রনগুলো সোজা পথে না গিয়ে বক্রপথে ঘুরতে থাকে এর ইন্টার-অ্যাকশন স্পেসের ভেতর দিয়ে চক্রাকারে প্রবাহিত হয়। এই ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনগুলো যখন অ্যানোড ক্যাভিটির মুখ দিয়ে অতিক্রম করে, তখন সেখানে আরএফ (RF) অসিলেশন তৈরি হয়। এই প্রক্রিয়ায়

ইলেকট্রন গুলো শক্তি মাইক্রোওয়েভ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এই রূপান্তরিত শক্তিশালী আরএফ (RF) এনার্জি বা সিগন্যাল আউটপুট কাপলি লুপের মাধ্যমে সংগ্রহ করা হয়।