অধ্যায়-১২
আধুনিক বৈদ্যুতিক বাতি
(Modern Electric Lamps)

১২.০ বৈদ্যুতিক বাতি সম্পর্কে ধারণা (The concept of electric lamps) :

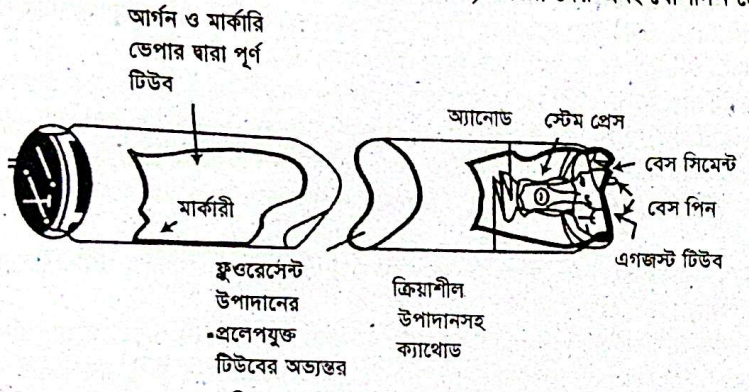
আলো একপ্রকার শক্তি, আর এই শক্তি উৎপাদনের জন্য বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করা হয়। তাই বৈদ্যুতিক কারেন্ট কোনো কঠিন পদার্থের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হলে উচ্চ তাপমাত্রায় সেই পদার্থ হতে আলো বিচ্ছুরিত হয়। আবার গ্যাসকেও প্রজ্বলন তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে তা হতেও আলো বিচ্ছুরিত হয়। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ হিসেবে উত্তপ্ত পদার্থ যে শক্তি বিকিরণ করে, তার ওয়েভলেংথ বা তরঙ্গদৈর্ঘ্য যদি 3900×10^{-10} মিটার হতে 7800×10^{-10} মিটার হয়, তবেই তাকে আলো হিসেবে দেখা যায়।

বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহারের ফলে যে পদার্থ বা সরঞ্জাম হতে আলো বিচ্ছুরিত হয়, তাকে বৈদ্যুতিক বাতি বলা হয়।

আলো উৎপাদনের পদ্ধতি অনুযায়ী তিন ধরনের বৈদ্যুতিক বাতি ব্যবহৃত হয়। তাদের সম্পর্কে পরবর্তী অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হবে।

১২.১ ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প, চোক কয়েল এবং স্টার্টারের কার্যপ্রণালি (Working principle of a fluorescent lamp, chock coil and starter) :

(ক) ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প (Fluorescent lamp) : ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহৃত হয় ১৯৩৮ সাল হতে। সাধারণ ইনক্যান্ডিসেন্ট বা ফিলামেন্ট-টাইপ ল্যাম্পের তুলনায় এটি প্রতি ওয়াটে অধিক পরিমাণে (লিউমেন) আলো দেয় এবং বেশিদিন টেকসই হয়।



চিত্র : ১২.১ ফ্লুরোসেন্ট সেন্ট ল্যাম্প

গঠন (Construction) : ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প একটি কাচের টিউবের দু'প্রান্তে ফিলামেন্ট দ্বারা গঠিত। ল্যাম্পের মধ্য দিয়ে দু'টি ফিলামেন্ট কোনোভাবেই সংযুক্ত থাকে না। প্রতিটি ফিলামেন্ট টিউবের দুপ্রান্তে দুটি করে পিনের সাহায্যে বাইরে আনা হয়। 'ফসফর' নামে শ্বেতকায় অথবা ধূসর বর্ণের একজাতীয় পাউডার দ্বারা টিউবের ভিতরের দেয়ালে প্রলেপ দেয়া হয়। টিউবের ভিতর হতে বাতাস বের করে আনা হয় এবং সাবধানতার সাথে কিছু পরিমাণ গ্যাস যেমন– আর্গন এবং নিয়ন টিউবের অভ্যন্তরে ঢুকানো হয়। এক বিন্দু (Drop) পারদও (Mercury) টিউবের অভ্যন্তরে ঢুকানো হয়।

কার্যপ্রণালি (Operating principles) : ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের সুইচ অন করার সাথে সাথে চোক কয়েলে খুব অল্প সময়ের জন্য অতিরিক্ত ভোল্টেজ বা সার্জ ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় এবং স্টার্টারের মাধ্যমে ফিলামেন্ট দুটির মধ্যে শর্ট-সার্কিট হয়ে যায়। তখন স্টার্টারের মাধ্যমে ফিলামেন্টের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং স্টার্টার জ্বলে উঠে। ফলে ফিলামেন্ট গরম হয়ে প্রচুর ইলেকট্রন নির্গত করে। ক্ষণকালের মধ্যেই স্টার্টারের ভেতরের কন্টাক্ট এর শর্ট-সার্কিট খুলে যায় এবং সাথে সাথেই টিউবের ভেতরের গ্যাসের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হতে শুরু করে, ফলে গ্যাস গরম হতে থাকে। টিউবের গ্যাস গরম হলে ভেতরের অতিবেগুনি রশ্মির সৃষ্টি হয় এবং টিউবের ভিতরের গায়ে স্বতঃপ্রভ পদার্থের উপর পড়ে উজ্জ্বল সাদা আলো উৎপন্ন করে। টিউব জ্বলতে থাকলে তাপ বাড়তে থাকায় গ্যাসের রেজিস্ট্যান্স কমতে থাকে, ফলে কারেন্ট প্রবাহ বেড়ে যেতে চেষ্টা করে কিন্তু চোক কয়েল এই কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে। এটা প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ ড্রপ ঘটিয়ে টিউবের আড়াআড়িতে মাত্র 110V পাঠায়, ফলে কারেন্ট প্রবাহ বাড়তে পারে না। একটি ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প, ফিলামেন্ট ল্যাম্প থেকে ৪/৫ গুণ বেশি আলো দেয় এবং এর বিদ্যুৎ খরচও কম।

একটি টিউবলাইটকে সরাসরি সরবরাহের সাথে সংযোগ করলে তা হতে কোনো আলো পাওয়া যাবে না। টিউবলাইট জ্বালাতে গেলে আরো অতিরিক্ত দুটি পাত্রের (Device) প্রয়োজন হয়– একটি ব্যালাস্ট বা চোক কয়েল এবং অপরটি অটোমেটিক সুইচ বা স্টার্টার।

(খ) চোক কয়েল (Choke coil) : একটি লোহার কোরের উপরে কিছু তার পেঁচিয়ে একটি কয়েল করা হয়। এই কয়েলের দুটি অদ্ভুত গুণ আছে, যথা–

১। যখন এসি সরবরাহের সাথে এই কয়েল সংযোগ করা হয়, তখন সেটি তার মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের যে-কোনো পরিবর্তনকে বাধা দেয় এবং

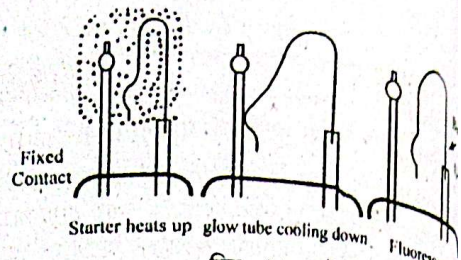
২। যখন কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টকে হঠাৎ বন্ধ করে দেয়া হয়, তখন কয়েলটি ক্ষণিকের জন্য এতে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের বহু গুণ বেশি ভোল্টেজ প্রদান করে।

ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পে ব্যবহৃত ব্যালাস্ট এই রকমের একটি কয়েল।

CamScanner

(গ) স্টার্টার (Starter) : স্টার্টারের ভিতরে একটি U-আকৃতির বাইমেটালিক (Bimetallic) পাত এবং একটি স্থির ইলেকট্রোড থা 'অন' করার মুহূর্তে এই পাত দুটি খোলা থাকে।

সার্কিটের সুইচ 'অন' করার পর যেহেতু সামান্য পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়, সেহেতু চোক কয়েলের আড়াআড়িতে খুব সামান্য ভোল্টেজ ড্রপ হয় এবং স্টার্টারের পাত দুটির আড়াআড়িতে সাপ্লাই ভোল্টেজের প্রায় সবটুকু প্রয়োগ হওয়ার ফলে একটি আলো জ্বলে উঠে। এ কারণেই এই স্টার্টারকে 'গ্লো' (Glow) টাইপ স্টার্টার বলে। তখন এখানে তাপের সৃষ্টি হয় এবং বাইমেটালিক পাতটি বাঁকা হয়ে স্থির ইলেকট্রোডের সাথে যুক্ত হয়। স্টার্টারের রেজিস্ট্যান্স শূন্য হওয়ার কারণে তখন সার্কিটের মধ্য দিয়ে বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এই কারেন্টের কারণে টিউবের দু' পার্শ্বের ফিলামেন্ট দুটি গরম হয়ে 'ইলেকট্রন' নির্গত হতে থাকে। সেই মুহূর্তে স্টার্টারের পাত দুটি সংযুক্ত হবার কারণে আলো নিভে যায় এবং ঠান্ডা হয়ে পাত দুটি আবার খুলে ফাঁক হয়ে যায়। এভাবেই একটি টিউবলাইট স্টার্টার কাজ করে।



চিত্র : ১২.২ স্টার্টার

এখন দেখা যাক, টিউবলাইট কীভাবে আলো দেয়। ১২.২ নং চিত্রটিতে সার্কিটের সুইচ 'অন' করার পর পরই কারেন্ট তির-চিহ্নিত পথ ধ থাকে, অর্থাৎ প্রথমেই ব্যালাস্ট, তারপর টিউবের একটি ফিলামেন্ট (ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের ক্ষেত্রে যাকে ক্যাথোড বলা হয়), তারপর অপর দি মধ্য দিয়ে অপর লাইন দিয়ে ফিরে যায়। এ সময়ের মধ্যে ল্যাম্পের দু'প্রান্ত জ্বলে উঠে, কিন্তু কোনো আলো নির্গত হয় না। এ সময় বাইমেটালিক পাতটি গরম হয়ে বেঁকে গিয়ে ফাঁক হয়ে যায়। ফলে এর মধ্য দিয়ে কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে না। এ সময়েই ব্যালাস্ ভোল্টেজের চেয়ে বহুগুণ বেশি ভোল্টেজ প্রদান করে এবং কারেন্ট স্টার্টারের মধ্য দিয়ে না যেতে পেরে টিউবের ভিতরে এক ফিলামেন্ট হ ফিলামেন্ট পর্যন্ত লাফ দেয়। ফলে কাচের টিউবের ভিতর অগ্নিস্ফুলিঙ্গের (arc) সৃষ্টি করে, যা ১২.২ নং চিত্রে তির-চিহ্নের সাহায্যে দেখানো হ তখন ব্যালাস্ট-এর অন্য কাজ সমাধা করে, অর্থাৎ ল্যাম্পের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টকে পূর্বনির্ধারিত নিরাপদ মানে নিয়ন্ত্রণ করে।

এখন প্রশ্ন হলো কারেন্ট কীভাবে টিউবের এক প্রান্ত হতে অন্য প্রান্তে লাফ দেয়।

ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের প্রতিটি ফিলামেন্ট বা ক্যাথোড, কয়েল করা টাংস্টেন তারের তৈরি এবং এদের উপরে এক জাতীয় রাসায়নিক প্রলেপ দেয়া থাকে। এরা যখন উত্তপ্ত হয়, তখন এদের মধ্য হতে লক্ষ লক্ষ ইলেকট্রন নির্গত হয় এবং এরা মূলত নেগেটিভ চার্জযুক্ত। স্থানের চেয়ে আর্গন গ্যাসের ভিতর দিয়ে এরা স্বচ্ছন্দে ভ্রমণ করতে পারে, যে কারণে টিউবের ভিতরে আর্গন গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হয়। নেগেটিভ চার্জের স্রোতই কারেন্ট সৃষ্টি করে, যা আর্গন গ্যাসকে উত্তপ্ত করে ও পারদকে উত্তপ্ত করে পারদ-বাষ্প তৈরি করে এবং যা বেশি কারেন্ট প্রবাহের পথ করে দেয়।

বাস্তবে পারদ বাষ্পের (Mercury vapour) মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ স্ফুলিঙ্গ (Electric arc) সামান্য পরিমাণ দৃশ্যমান আলো এবং প্রচুর অদৃশ্য অতিবেগুনি (Ultraviolet) আলো সৃষ্টি করে।

টিউবের ভিতরের দেয়াল দিয়ে রাসায়নিক পদার্থের প্রলেপ দেয়ার কারণ হলো, যখন এতে অতিবেগুনি রশ্মি নিপতিত হয়, তখ স্বতঃপ্রভ হয়ে উঠে বা এটি আলো সৃষ্টি করে। অন্যভাবে বলা যায় যে, যখন অতিবেগুনি রশ্মি ফ্লুরোসেন্ট কেমিক্যালে আঘাত করে রাসায়নিক পদার্থগুলো উজ্জ্বলভাবে জ্বলে উঠে দৃশ্যমান আলোর সৃষ্টি করে।

আমাদের দেশে সাধারণত ২ ফুট এবং ৪ ফুটের অর্থাৎ ২০ ওয়াট এবং ৪০ ওয়াটের টিউবলাইট পাওয়া যায়। এদের আয়ুষ্কাল ৫,০০০ ঘণ্টা এবং ৭,৫০০ ঘণ্টা।

ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের ব্যবহার (Uses of fluorescent lamps) : ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প আজকাল প্রায় সর্বত্রই ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। কারণে টিউবলাইট ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয় তা হলো–

১। দিনের মতো সাদা আলো (ডে-লাইট)
২। ছায়ামুক্ত আলো
৩। আলোকরশ্মির সমবণ্টন ইত্যাদি।

যে-সকল স্থানে টিউবলাইট বহুল ব্যবহৃত হয় তা হলো–

১। অফিস-আদালতে
২। দোকানে, বিশেষত ডিপার্টমেন্টাল স্টোর এবং বিপণি কেন্দ্রে
৩। বড় বড় রাস্তায়
৪। বসতবাড়িতে
৫। রেলস্টেশন প্ল্যাটফর্মে ইত্যাদি স্থানে।

ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের সুবিধা এবং অসুবিধাসমূহ (Advantages and disadvantages of fluorescent lamps) :

সুবিধাসমূহ (Advantages) :

১। ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের সবচেয়ে বড় একক সুবিধা হচ্ছে এর কর্মক্ষমতা। ব্যবহৃত প্রতি ওয়াট পাওয়ারের জন্য টিউবলাইট যে আলো দেয়, তা সাধারণ ইনক্যান্ডিসেন্ট বা ফিলামেন্ট ল্যাম্পের তুলনায় চার-পাঁচ গুণ বেশি আলো দেয়।
২। এর আয়ুষ্কাল ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্পের তুলনায় কয়েকগুণ বেশি।
৩। একই পাওয়ার ব্যবহার করে ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্পের তুলনায় এতে খুব কম তাপ উৎপন্ন হয়, অথচ আলো অনেক গুণ বেশি পাওয়া যা
৪। এর আলো কোনো ছায়ার সৃষ্টি করে না।
৫। ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্পের তুলনায় এতে পাওয়ার অপচয় কম হয়।

অসুবিধাসমূহ (Disadvantages) :

১। সাধারণ ফিলামেন্ট বাতি যে-কোনো তাপমাত্রায় কাজ করতে পারে, কিন্তু ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প তাপমাত্রায় কিছুটা স্পর্শকাতর।

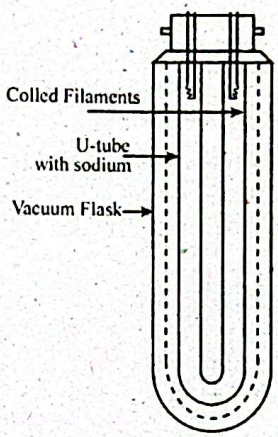
২। ফিলামেন্ট বাতির সরবরাহ ভোল্টেজ কমতে থাকলে তার চেয়ে অধিক হারে আলো কমে আসে। কিন্তু ভোল্টেজ বেশি কমলেও ফিলামেন্ট হতে সামান্য হলেও আলো নির্গত হতে থাকে। ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের সরবরাহ ভোল্টেজ কমতে থাকলে আলো সামান্য হারে কমে আসে। কিন্তু ভোল্টেজ বেশি কমলে এই ল্যাম্প হতে কোনো আলো নির্গত হয় না, বরং একেবারে নিভে যায়।

কাজেই, *যে-সকল স্থানে ভোল্টেজ খুব বেশি উঠানামা করে, সে-সকল স্থানে টিউবলাইট ব্যবহার করা যায় না।*

১২.২ সোডিয়াম ভ্যাপার এবং মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের গঠন সংক্রান্ত বিস্তারিত বিবরণ (Constructional details of sodium vapor and mercury vapor lamps) :

♦ **গঠনপ্রণালি (Construction) :** এই বাতি হাই-ইন্টেন্সিটি ডিসচার্জ (High intensity discharge) ল্যাম্পের একটি। এটি নতুনতম ডিসচার্জ ল্যাম্প এবং মাত্র ১৯৬৫ সনে এটি বাণিজ্যিকভাবে পরিচিতি লাভ করে।

১২.৩ নং চিত্রে এই ল্যাম্পের একটি চিত্র দেখানো হয়েছে। এই ল্যাম্প বায়ুশূন্য একটি কাচের বাল্বের (Flask) ভিতরে আরো একটি U-আকৃতির টিউব থাকে। U-আকৃতির টিউবটির ভিতরে সোডিয়াম বাষ্প (Sodium Vapour) এবং স্বল্প পরিমাণে নিয়ন গ্যাস (Neon gas) থাকে। টিউবটির দুপ্রান্তে দুটি টাংস্টেনের ফিলামেন্ট বা ইলেকট্রোড থাকে। এই দুটি ফিলামেন্টকে উত্তপ্ত করার জন্য একটি ট্রান্সফর্মারের প্রয়োজন হয়, যাকে ফিলামেন্ট-হিটিং ট্রান্সফর্মার বলা হয়। এই ল্যাম্প জ্বালাতে সরবরাহ ভোল্টেজের প্রায় দ্বিগুণ ভোল্টেজের প্রয়োজন হয় এবং এই প্রয়োজন মিটাতে একটি অটো-ট্রান্সফর্মার সরবরাহ এবং ফিলামেন্ট হিটিং ট্রান্সফর্মারের মাঝখানে সংযোগ করতে হয়। যখন ল্যাম্পের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হতে শুরু করে, তখন অতিরিক্ত ভোল্টেজ ধীরে ধীরে কমে স্বাভাবিক ভোল্টেজে ফিরে আসে।



চিত্র : ১২.৩ সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্প

♦ **কার্যপ্রণালি (Operation) :** এ ল্যাম্পে যখন সরবরাহ দেয়া হয়, তখন প্রথমেই নিয়ন গ্যাস উজ্জ্বল হয়ে উঠে এবং হালকা লাল রং প্রদান শুরু করে। তারপর সোডিয়াম বাষ্পে আয়োনাইজেশন বা বিদ্যুতায়ন আরম্ভ হয়ে গেলে বাতি হতে বিভিন্ন আভাযুক্ত হলুদ রং বের হতে থাকে। ল্যাম্প পরিপূর্ণভাবে আলো দিতে 15 হতে 20 মিনিট সময় নেয়।

275W এবং 400W– এই দু' সাইজের বাতি বর্তমানে পাওয়া যায় এবং 400W-এর বাতির একটি চিত্র ১২.৩ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

বৈদ্যুতিক আলোর যতগুলো জানা উৎস আছে, তন্মধ্যে এই সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্পই সর্বোচ্চ আলো প্রদানকারী বাতি।

এর আলো প্রতি ওয়াটে 100 লিউমেনেরও উপরে, যা ফ্লুরোসেন্ট বা মার্কারি ল্যাম্পের প্রায় দ্বিগুণ এবং 500W ইনক্যান্ডিসেন্ট একটি ল্যাম্পের প্রায় পাঁচ গুণ।

এর স্বাভাবিক আয়ুষ্কাল 8,000 (আট হাজার) ঘণ্টা। 400W-এর সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্পের দৈর্ঘ্য $9\frac{3}{4}$ ইঞ্চি।

● মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের গঠন এবং কার্যপ্রণালি (Construction & working principles of mercury vapour lamp) :

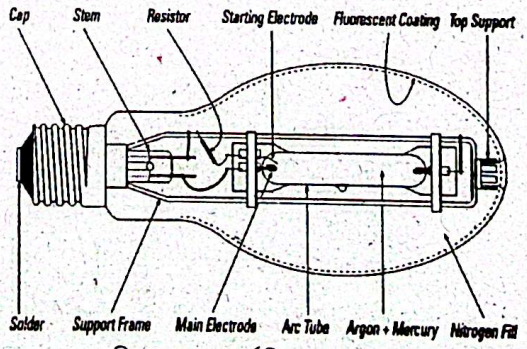
♦ **গঠনপ্রণালি (Construction) :** মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পকে সাধারণত মার্কারি ল্যাম্প বলা হয়। কমবেশি এই আকৃতির ল্যাম্প ১৯৩৪ সনে বাণিজ্যিকভাবে পরিচিত লাভ করে।

এই ল্যাম্পের একটি চিত্র ১২.৪ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

এই ল্যাম্পও হাই-ইন্টেন্সিটি ডিসচার্জ (High intensity discharge) ল্যাম্পের অন্তর্গত।

এই ল্যাম্পে একটি কাচের টিউবের বাইরে আরও একটি কাচের বাল্ব (Flask) থাকে। টিউবটির দু'প্রান্তে টাংস্টেন তারের দুটি ফিলামেন্ট বা ইলেকট্রোড থাকে। উপরের ইলেকট্রোডের নিম্নপ্রান্তের সাথে একটি অক্সিলারি ইলেকট্রোড সংযোগ করা থাকে এবং এই অক্সিলারি ইলেকট্রোডের সাথে একটি উচ্চ মানের রেজিস্ট্যান্স সিরিজে সংযুক্ত থাকে। এই উচ্চ মানের রেজিস্ট্যান্সের এক প্রান্তের সাথে নিচের ইলেকট্রোড সংযোগ করা হয়।

টিউবের ভিতরে কিছুটা আর্গন গ্যাস এবং কিছুটা পারদ ঢুকানো হয়। এই ল্যাম্প জ্বালাতে একটি চোক কয়েল এবং পাওয়ার ফ্যাক্টর সংশোধনের জন্যে একটি ক্যাপাসিটর সংযোগ করতে হয়।



চিত্র : ১২.৪ মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্প

কার্যপ্রণালি (Operation) : ল্যাম্পটি সরবরাহের সাথে সংযোগ করলে উপরের মেইন ইলেকট্রোড ও অক্সিলারি ইলেকট্রোডের মধ্যে প্রথমে আর্গন-গ্যাসের সাহায্যে আয়োনাইজেশন বা বিদ্যুতায়ন আরম্ভ হয়। পরে দুটি মেইন ইলেকট্রোডের মধ্যে আয়োনাইজেশন কাজ আরম্ভ হয়। মেইন ইলেকটোড দু'টি গরম হলে পারদ উত্তপ্ত হয়ে বাষ্পে পরিণত হতে শুরু করে এবং টিউবের ভিতরে উচ্চ চাপের সৃষ্টি হয়। তখন টিউবের ভিতরের আলো উজ্জ্বল হতে উজ্জ্বলতর হতে থাকে এবং পরিপূর্ণ আলো বের হতে প্রায় দশ মিনিট সময় লাগে। এই ল্যাম্প হতে সবুজের আভাযুক্ত হালকা নীল রঙের আলো নির্গত হয়। এই ল্যাম্প জ্বালাতে একটি ব্যালাস্ট বা চোক কয়েলের প্রয়োজন হয়।

50 হতে 3000 ওয়াটের বিভিন্ন সাইজের মার্কারি ল্যাম্প পাওয়া যায়, তবে 175 এবং 400 ওয়াটের ল্যাম্পই সাধারণ সাইজ।

CamScanner

● সোডিয়াম ভ্যাপার এবং মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের ব্যবহার (Uses of sodium vapour & mercury vapour lamps) :

এই ল্যাম্পগুলো সাধারণ কাজে অর্থাৎ বসতবাড়ি বা অফিস-আদালতে ব্যবহৃত হয় না বরং নিম্নলিখিত স্থানে ব্যবহৃত হয়—
(ক) কলকারখানায় (খ) সার্ভিস স্টেশনে (গ) জিমনেশিয়ামে (ঘ) পার্কিং লটে (ঙ) রাস্তাঘাটে (চ) ফ্লাড লাইটিং এবং
(ছ) যে-কোনো উন্মুক্ত স্থান আলোকিত করতে।

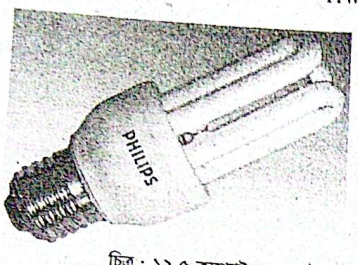
১২.৩ সার্কিট ডায়াগ্রামসহ কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের কার্যপ্রণালি (Working principles of compact fluorescent lamp with circuit diagram) :

সাধারণ ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের মতো কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের বাইরে কোনো যন্ত্রাংশ থাকে না। ১২.৫ নং চিত্রে কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প দেখানো হলো। ইলেকট্রনিক ব্যালাস্ট ল্যাম্পের ভিতরে স্থায়ীভাবে স্থাপন করা হয়। যখন সরবরাহ দেয়া হয় তখন ল্যাম্পের ভিতরে থাকা মার্কারি এবং ফসফরাসের সাদা প্রলেপের কারণে বাতি থেকে সাদা আলো বের হয়। সাধারণ ল্যাম্পের তুলনায় এই ল্যাম্পের আলো অনেক বেশি হয়ে থাকে।

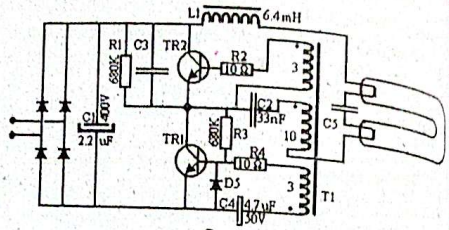
প্রচলিত ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের অসুবিধাগুলো (যেমন– আকার, ওয়াটেজ) দূর করে এই কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প। সাধারণ ল্যাম্পের তুলনায় কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প মাত্র ২০–২৫% এনার্জি ব্যয় করে ও অত্যন্ত দক্ষতাসম্পন্ন এবং আট হতে দশ হাজার ঘণ্টার মতো দীর্ঘ জীবন তাদের।

নির্ধারিত সময়ের মধ্যে উৎপন্ন আলোর ভিত্তি একটি তুলনামূলক চিত্র নিচে দেয়া হলো :

প্রচলিত ল্যাম্প	40W	60W	75W	100W
সি.এফ. ল্যাম্প	9W	11W	15W	20W



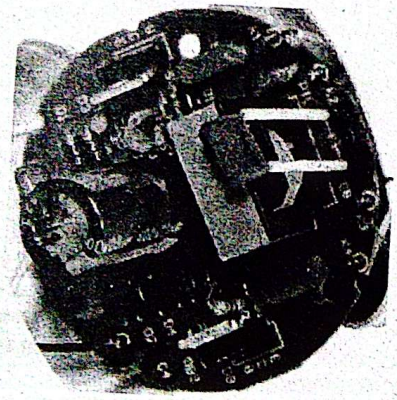
চিত্র : ১২.৫ কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প



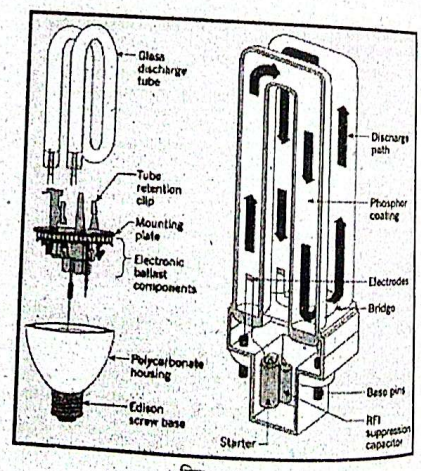
চিত্র : ১২.৬

১২.৪ কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের গঠন সংক্রান্ত বিস্তারিত বিবরণ (Constructional details of a compact fluorescent lamp) :

কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পকে অনেক সময় এনার্জি সেভিং লাইট বা কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট টিউবও বলা হয় এবং এদেরকে ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্পের পরিবর্তে ব্যবহার করার জন্য তৈরি করা হয়। ব্যবহারিক পাওয়ারের উপর ভিত্তি করে এদের আকৃতি বিভিন্ন প্যাঁচের বা স্পাইরাল টিউবের হয়ে থাকে। এদের মাথা পিন টাইপ বা স্ক্রু টাইপ হয়ে থাকে। টিউবের ভিতরে মার্কারি এবং গায়ে ফসফরাসের প্রলেপ দেয়া থাকে। সাধারণত দুই ধরনের কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প ব্যবহার করা হয়ে থাকে, যথা– (১) নন-ইন্টিগ্রেটেড এবং (২) ইন্টিগ্রেটেড। ইন্টিগ্রেটেড ল্যাম্পে টিউব এবং ব্যালাস্ট একসাথে এবং নন-ইন্টিগ্রেটেড ল্যাম্পে টিউব এবং ব্যালাস্ট আলাদা থাকে। নিচের চিত্রে কম্প্যাক্ট ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের ইলেকট্রনিক সার্কিট দেখানো হলো–



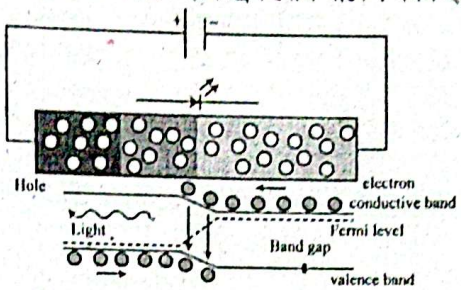
চিত্র : ১২.৭



চিত্র : ১২.৮

১২.৫ লাইট ইমিটিং ডায়োড ও এলইডি টিউবলাইটের সার্কিট ডায়াগ্রামসহ কার্যপ্রণালি (Working principle of a light emitting diod (LED) and LED tubelight with circuit diagram) :

একটি এলইডি বাল্ব তৈরি হয় মূলত দুটি সেমিকন্ডাক্টর ম্যাটেরিয়ালস দ্বারা, একটি হলো P type অপরটি হলো N-type। এটি সংযোগ দেয়া হয় PN জাংশন ফরমে। যখন PN জাংশনে ফরওয়ার্ড বায়াসপ্রাপ্ত হয় তখন মেজোরিটি চার্জ ক্যারিয়ার ইলেকট্রন অথবা হোল উভয়ে জাংশনের একদিক থেকে অন্যদিকে চলাচল করতে শুরু করে। ইলেকট্রন চলাচল শুরু করে N স্তর হতে, আর হোল চলাচল শুরু করে P স্তর হতে। এক সময় তারা ডিপ্লেশন লেয়ারে এসে জমা হয়। মুক্ত ইলেকট্রন থাকে এনার্জি লেভেলের কন্ডাকশন ব্যান্ডে, আর হোল থাকে এনার্জি লেভেলের ভ্যালেন্স ব্যান্ডে। হোলের তুলনায় ইলেকট্রন গতিশীলতার জন্য হালের তুলনা ইলেকট্রন বেশি থাকে। কারেন্ট কন্ডাকশনের কারণে ইলেকট্রন বেশি থাকে। যখন ইলেকট্রনওহোল একত্রিত হয়ে যায় তখন অবশ্যই কিছু এনার্জি নির্গত হয়ে তাপ ও আলো উৎপন্ন করে। সেমিকন্ডাক্টর হতে যেই লাইটটি নির্গত হয়ে ইলেট্রিক ফিল্ডকে প্রভাবিত করে এই ঘটনাকে ইলেকট্রলুমিনেসেন্স (Electroluminescence) বলে। মনে রাখতে হবে, লাইট সবসময় জাংশনের P স্তরের কাছ থেকে বেশি উৎপন্ন হয়। তাই ডায়োড ডিজাইন করার সময় এই সারফেসকে এমনভাবে তৈরি করা হয়, যাতে সবচেয়ে বেশি আলো বিচ্যুতি হতে পারে।



চিত্র : ১২.৯ LED-এর অভ্যন্তরীণ চিত্র

১২.৬ এলইডি বাল্ব ও এলইডি টিউবলাইটের গঠন সংক্রান্ত বিস্তারিত বিবরণ (Constructional details of LED lamp and LED tubelight) :

(ক) এলইডি বাল্বের গঠন (Construction of LED lamp) :

প্রয়োজনীয় কম্পোনেন্ট :

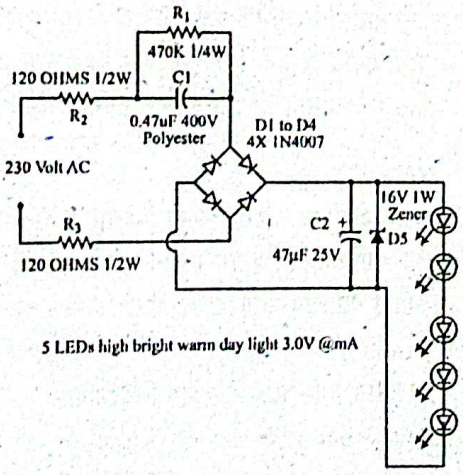
১। রেজিস্টর (Resistor) $R_1 \rightarrow 470\ k\Omega$ ¼ w
$R_2 \rightarrow 120\ \Omega$ ½ w
$R_3 \rightarrow 120\ \Omega$ ½ w

২। ক্যাপাসিটর (Capacitor) $C_1 \rightarrow 0.47\mu F$ 400V (Polyster)
$C_2 \rightarrow 47\ \mu F$ 25V

৩। ডায়োড (Diode) $D_1, D_2, D_3, D_4 \rightarrow$ IN 4007

৪। জিনার ডায়োড (Ziner Diode) $D_5 \rightarrow$ 16V 1 w

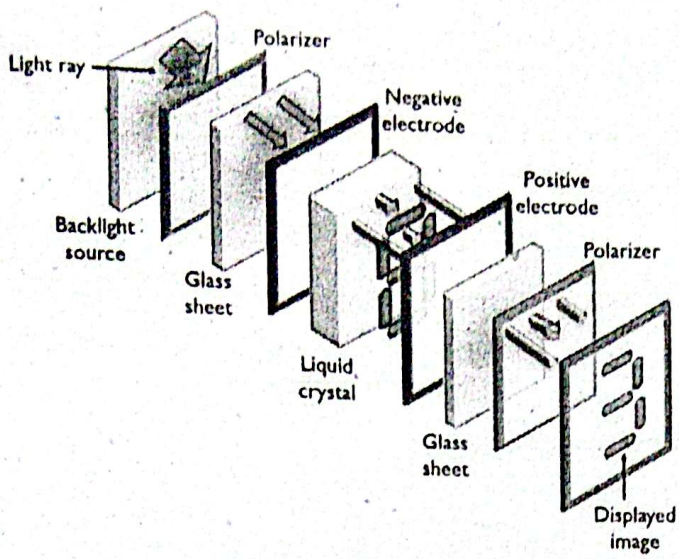
৫। এলইডি (LED)



চিত্র : ১২.১০ LED buld

কার্যপ্রণালি : এ বাল্বটি প্রধান সরবরাহ ভোল্টেজ দ্বারা পরিচালিত হয়। এখানে ৫টি এলইডি বাল্ব ট্রান্সফর্মার ছাড়াই ক্যাপাসিটরের সাহায্যে পাওয়ার গ্রহণ করে থাকে। এই সার্কিটে 0.47μF/400V একটি পলিয়েস্টার ক্যাপাসিটর প্রধান ভোল্টেজকে কমিয়ে আনে। 470kΩ রেজিস্টর একটি ব্লিডার রেজিস্টর, যা AC-এর Input সুইচ অফ অবস্থায় 0.47μF ক্যাপাসিটরের সহায্যে ডিসচার্জ করে। আর যখন সুইচ ON থাকে তখন R_2 ও R_3 (120Ω) এর রেজিস্টরের মাধ্যমে কারেন্টকে দ্রুত নিয়ন্ত্রণে রাখে। ডায়োড D_1 D_2 D_3 D_4 ব্যবহার করে ব্রিজ রেক্টিফায়ার তৈরি করা হয়, যা A-কে DC-তে রূপান্তর করে, আর C_2-এর মাধ্যমে ফিল্টার করে। সর্বশেষ জিনার ডায়োডের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করে এলইডি বাল্ব জ্বালাতে সাহায্য করে।

১২.৮ LCD ল্যাম্পের গঠন সংক্রান্ত বিস্তারিত বিবরণ (Constructional details of LCD lamp) :



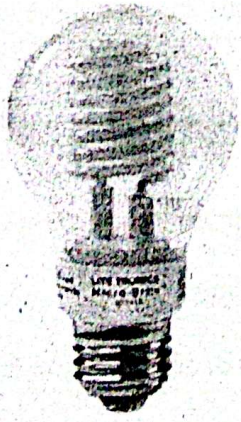
চিত্র : ১২.১৩ LCD ল্যাম্প

একটি এলসিডি তৈরি করার জন্য দুটি পোলারাইজড গ্লাসের প্রয়োজন পড়ে। এখানে যে গ্লাস ব্যবহার করা হয় তা একটি সারফেসে মাইক্রোসকোপিক গ্রোভ তৈরি করে, যা বিশেষ পলিমার দ্বারা ঘষা থাকে এবং এটি অবশ্যই পোলারাইজড ফ্লিমের একই ডিরেকশনে খাঁজে আটকানো থাকে। ফিল্টারের ওপর নিউমেট্রিক লিকুইড ক্রিস্টালের কোটিং ব্যবহার করা থাকে। এই খাজটির কারণে প্রথম লেয়ারে মোলিকুলাস জোটবদ্ধভাবে ফিল্টারের দিকে ঝুঁকে পড়ে।

এখানে প্রথম অংশ ডান কোণে এবং গ্লাসের দ্বিতীয় অংশ পোলারাইজড ফিল্মে যুক্ত হবে। ওপরের অংশটি নিচ থেকে 90° কোণে অবস্থান করে। প্রত্যেকটি ধারাবাহিক লেয়ারে সুতার মতো যুক্ত থাকে। যখন একটি লেয়ারে আলোক পতিত হলে তা পরের লেয়ারের মলিকুলকে প্রভাবিত করে। আর যখন একটি মলিকুল অপর মলিকুলের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় তখন একটি আলোক ছটার তৈরি হয়। আবার যখন লিকুইড ক্রিস্টাল পদার্থের দূর সাইডে আলো পতিত হয় তখন এটি একই কোণে মলিকুলের শেষ লেয়ারে আন্দোলিত হতে থাকে। ফলে এই আলোকটি শেষ লেয়ারের অনুরূপ দ্বিতীয় পোলারাইজড গ্লাস ফিল্টারে অনুপ্রবেশ করে এবং তা উজ্জ্বল আলোয় আলোকিত হয়ে থাকে।

১২.৯ কোল্ড ক্যাথড ফিলামেন্ট ল্যাম্প (Cold cathode filament lamp) :

একটি কোল্ড ক্যাথড ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প (CCFL) দুটি লাইটিং সিস্টেমে কাজ করে (১) ইলেকট্রন ডিসচার্জ (২) ফ্লুরোসেন্ট। CCFL মূলত ব্যাকলিটের লাইটে সোর্স হিসেবে কাজ করে থাকে। কারণ এটি দেখতে ছোট কিন্তু সাধারণ ফ্লুরোসেন্ট বাল্বের তুলনায় অনেক দীর্ঘস্থায়ী। এটির আলো অনেক উজ্জ্বল। এটির অনেক ধরনের কালারও থাকতে পারে। গ্লাস টিউবের মধ্যে ফসফর পাউডার ব্যবহার করা হয়। CCFL-এর রেঞ্জ নির্ভর করে বাতির আকৃতির ওপর।



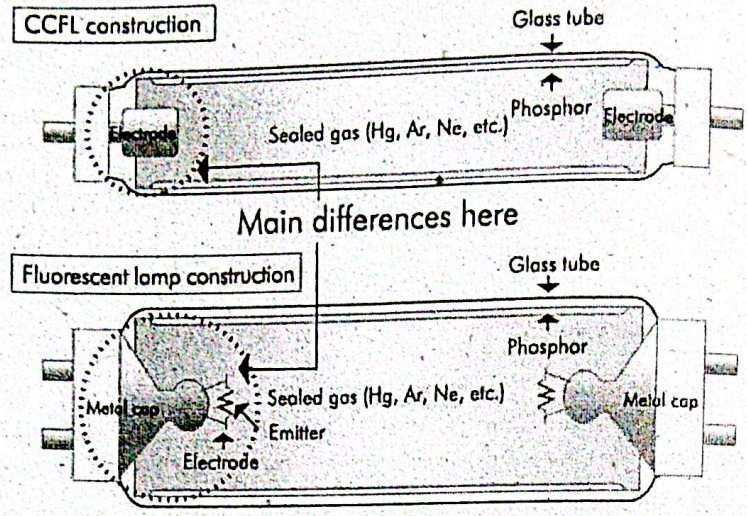
চিত্র : ১২.১৪ CCFL ল্যাম্প

CamScanner

● **CCF বাল্বের গঠন সংক্রান্ত বিস্তারিত বিবরণ (Constructional details of a CCF lamp) :**

একটি ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প ও Cold cathode fluorescent ল্যাম্পের প্রস্তুতপ্রণালি মূলত প্রায় একই রকম ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প ইলেক্ট্রোড হওয়ার মাধ্যমে ইলেকট্রন ডিসচার্জ হয় কিন্তু CCFL কোনো প্রকার ইলেকট্রোড গরম না করেই ইলেকট্রন ডিসচার্জ করে।

CCFL ল্যাম্প কম পাওয়ার গ্রহণ করে। এটি ব্যবহার করা হয় মেশিন ভিশন, ছবি স্ক্যানিং, লাইটিং এবং ব্যাকলিট হিসেবে। CCFL কোল্ড ক্যাথড ল্যাম্পে এক ধরনের টিউব ব্যবহার করা হয়, যা 20mm লম্বা এবং এটি 120 থেকে 240 মিলি অ্যাম্পিয়ারে অপারেট হয়ে থাকে।



চিত্র : ১২.১৫ CCFL ল্যাম্প

অনুশীলনী-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্পে কী কী গ্যাস থাকে?** [বাকাশিবো-২০

উত্তর: সোডিয়াম ভ্যাপার বা বাষ্প এবং নিয়ন গ্যাস।

২। **গ্লো-টাইপ স্টার্টার কী?** [বাকাশিবো-২০

উত্তর: স্টার্টারের ভিতরে একটি U-আকৃতির বাইমেটালিক (Bimetallic) পাত এবং একটি স্থির ইলেকট্রোড থাকে। সুইচ 'অন' মুহূর্তে এই পাত দুটি খোলা থাকে। সার্কিটের সুইচ 'অন' করার পর যেহেতু সামান্য পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়, সেহেতু চোক কয়েল আড়াআড়িতে খুব সামান্য ভোল্টেজ ড্রপ হয় এবং স্টার্টারের পাত দুটির আড়াআড়িতে সাপ্লাই ভোল্টেজের প্রায় সবটুকু প্রয়োগ হওয়ার ফলে একটি আলো জ্বলে উঠে। এ কারণেই এই স্টার্টারকে 'গ্লো' (Glow) টাইপ স্টার্টার বলে।

৩। **ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পে হলুদ ও লাল রঙের জন্য কোন ধরনের পাউডারের প্রলেপ দেয়া হয়?** [বাকাশিবো-১২(পরি),১৫

উত্তর: ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পে হলুদ রং পাওয়ার জন্য জিংক বেরিলিয়াম সিলিকেট এবং লাল রং পাওয়ার জন্য ক্যাডমিয়াম বোরেট পাউডার ব্যবহৃত হয়।

৪। **গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্প কাকে বলে?** [বাকাশিবো-১২(পরি)

উত্তর: যে ব্যবস্থায় একটি বায়ুশূন্য কাচের নলে বায়ুচাপের তুলনায় কম চাপে গ্যাস রেখে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হলে ইলেকট্রন ডিসচার্জের ফলে আলোর সৃষ্টি করা হয়, তাকে গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্প বলে।

৫। **সিএফএল মানে কী?** [বাকাশিবো-১২(পরি)

উত্তর: সিএফএল (CFL) মানে Compact Fluoresent Lamp.

৬। **ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প-এ কী কী গ্যাস ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-১১(পরি)

উত্তর: আর্গন ও নিয়ন গ্যাস।

৭। **ভ্যাকুয়াম মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্পে কত ডিগ্রি তাপমাত্রায় টাংস্টেন বাষ্পীভূত হয়?**

উত্তর: 2000°C.

৮। **কত সন হতে ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর: ১৯৩৮ সাল হতে।

৯। **ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের টিউবের ভিতরের দেয়াল দিয়ে যে শ্বেতকায় পদার্থের প্রলেপ দেয়া হয়, তার নাম কী?**

উত্তর: ফসফর পাউডার।

১০। **ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প জ্বালাতে হলে অতিরিক্ত দুটি সরঞ্জামের প্রয়োজন হয়, ওগুলো কী কী?**

উত্তর: (১) ব্যালাস্ট বা চোক কয়েল এবং (২) স্টার্টার।

CamScanner

১১। CFL মানে কী?
উত্তর: CFL = Compact Fluorescent Lamp.

১২। সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্প কত সাল হতে বাণিজ্যিকভাবে পরিচিতি লাভ করে?
উত্তর: ১৯৬৫ সাল হতে।

১৩। মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্প কত সাল হতে বাণিজ্যিকভাবে পরিচিত?
উত্তর: ১৯৩৪ সাল হতে।

১৪। মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের ভিতরে কী কী গ্যাস থাকে?
উত্তর: আর্গন ও পারদ গ্যাস।

১৫। বৈদ্যুতিক আলোর যতগুলো উৎস জানা আছে, তন্মধ্যে কোন ধরনের ল্যাম্প সর্বোচ্চ আলো প্রদানকারী?
উত্তর: সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্প।

১৬। সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্প, একটি ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প বা মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের কতগুণ বেশি আলো দেয়?
উত্তর: দ্বিগুণ বেশি আলো দেয়।

১৭। সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্প, একটি 500W ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্পের কত গুণ বেশি আলো দেয়?
উত্তর: প্রায় পাঁচগুণ বেশি আলো দেয়।

১৮। মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্প জ্বালাতে কী কী সরঞ্জামের প্রয়োজন হয়?
উত্তর: একটি চোক কয়েল এবং একটি ক্যাপাসিটর।

১৯। সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্পের দুটি ফিলামেন্টকে উত্তপ্ত করার জন্যে একটি ট্রান্সফর্মারের প্রয়োজন হয়, এ ট্রান্সফর্মারকে কী বলে?
উত্তর: ফিলামেন্ট হিটিং ট্রান্সফর্মার।

২০। সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্পে সরবরাহ দেয়ার পর পরিপূর্ণভাবে আলো দিতে কতটুকু সময় লাগে?
উত্তর: 15 হতে 20 মিনিট।

২১। বর্তমানে কত ওয়াটের সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্প পাওয়া যায়?
উত্তর: 275 ওয়াট ও 400 ওয়াট।

২২। সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্পের স্বাভাবিক আয়ুষ্কাল কত ঘণ্টা?
উত্তর: আট হাজার ঘণ্টা।

২৩। মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পে সরবরাহ দেয়ার পর পরিপূর্ণভাবে আলো দিতে কতটুকু সময় লাগে?
উত্তর: দশ মিনিট।

২৪। মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্প কত কত ওয়াটের পাওয়া যায়?
উত্তর: 175 ওয়াট ও 400 ওয়াট।

২৫। মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের আলো প্রতিওয়াটে কত লিউমেন?
উত্তর: 60 লিউমেন।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্প কী কী ধরনের হয়? [বাকাশিবো-২০২৩(পরি, অনুষ্ঠিত-২৪)]
অথবা, চার ধরনের গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্পের নাম লেখ। [বাকাশিবো-১৪]
উত্তর: চার ধরনের ডিসচার্জ ল্যাম্পের নাম হলো–
(ক) সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্প (খ) মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্প
(গ) কোল্ড ক্যাথোড ল্যাম্প (ঘ) হট ক্যাথোড ল্যাম্প।

২। LED ও LCD ল্যাম্প-এর মাঝে কোনটি ব্যবহার সুবিধাজনক ও কেন? [বাকাশিবো-২৩(পরি, অনুষ্ঠিত-২৪)]
উত্তর: LED ও LCD ল্যাম্প-এর মাঝে LED ল্যাম্প ব্যবহার করা অধিক সুবিধাজনক। কেননা LED বাতিগুলো LCD-এর তুলনায় বেশি উজ্জ্বলতা সৃষ্টি করে এবং কম শক্তি ব্যবহার করে। এ ছাড়াও দীর্ঘস্থায়ী হয় LCD ল্যাম্প-এর তুলনায় এবং বর্তমান সময়ে স্বল্পমূল্যে পাওয়া যায়।

৩। একটি ফ্লুরোসেন্ট টিউবলাইটের স্টার্টার ও চোক কয়েলের কাজ কী? [বাকাশিবো-১২, ১৯ (পরি)]
অথবা, ফ্লুরোসেন্ট টিউবলাইটের চোক কয়েল ও স্টার্টার-এর কাজ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৬(পরি)]
উত্তর: স্টার্টার (Starter) : সার্কিটের সুইচ 'অন' করার পর যেহেতু সামান্য পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়, সেহেতু চোক কয়েলের আড়াআড়িতে খুব সামান্য ভোল্টেজ ড্রপ হয় এবং স্টার্টারের পাত দু'টির আড়াআড়িতে সাপ্লাই ভোল্টেজের প্রায় সবটুকু প্রয়োগ হওয়ার ফলে একটি আলো জ্বলে উঠে। এ কারণেই এই স্টার্টারকে 'গ্লো' (Glow) টাইপ স্টার্টার বলে। তখন এখানে তাপের সৃষ্টি হয় এবং বাইমেটালিক পাতটি বাঁকা হয়ে স্থির ইলেকট্রোডের সাথে যুক্ত হয়। স্টার্টারের রেজিস্ট্যান্স শূন্য হওয়ার কারণে তখন সার্কিটের মধ্য দিয়ে বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এই কারেন্টের কারণে টিউবের দু'পার্শ্বের ফিলামেন্ট দু'টি গরম হয়ে 'ইলেকট্রন' নির্গত হতে থাকে। সেই মুহূর্তে স্টার্টারের পাত দু'টি সংযুক্ত হবার কারণে আলো নিভে যায় এবং ঠান্ডা হয়ে পাত দু'টি আবার খুলে ফাঁক হয়ে যায়। এভাবেই একটি টিউবলাইট স্টার্টার কাজ করে।

CamScanner

HP রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। চিত্রসহ মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০২৩(পরি), (অনুষ্ঠি
অথবা, চিত্রসহ মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত : ১২.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। একটি এলইডি টিউবলাইটের গঠন ও কার্যপ্রণালি লেখ।
অথবা, LED টিউব লাইটের সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কনপূর্বক বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২
উত্তর সংকেত : ১২.৬ এর (খ) অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্পের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশি
অথবা, একটি চিত্র অঙ্কন করে সোডিয়াম ভ্যাপার ল্যাম্পের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-১১, ১২(পরি)
অথবা, চিত্রসহ একটি সোডিয়াম ভেপার ল্যাম্পের গঠন ও কার্যপ্রণালী বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২
উত্তর সংকেত : ১২.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। একটি ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প সার্কিট, ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে এতে ব্যবহৃত স্টার্টার ও চোক কয়েলের কার্যাবলি আলোচনা কর। [বাকাশি
অথবা, ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের সার্কিট চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০২২(অনুষ্ঠি
উত্তর সংকেত : ১২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। একটি এলইডি ল্যাম্পের গঠন ও কার্যপ্রণালি লেখ।
অথবা, একটি LED বাল্বের সার্কিট অঙ্কনপূর্বক কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২
উত্তর সংকেত : ১২.৬ এর (ক) অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। একটি মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের বিভিন্ন অংশের নামসহ সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।
অথবা, মার্কারি ভ্যাপার ল্যাম্পের বিভিন্ন অংশের নামসহ সার্কিট চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২
উত্তর সংকেত : ১২.২ নং চিত্র দ্রষ্টব্য।

৭। ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের স্টার্টার কীভাবে কাজ করে? চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২
উত্তর সংকেত : ১২.১ নং অনুচ্ছেদের (ঙ) অংশ দ্রষ্টব্য।

৮। একটি ফ্লুরোসেন্টে টিউবলাইটের নিয়ন্ত্রণ বর্তনী অঙ্কন কর।
অথবা, একটি ফ্লুরোসেন্ট টিউব ল্যাম্পের কানেকশন চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম নির্দেশ কর। [বাকাশিবো-২
উত্তর সংকেত : ১২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। সার্কিট চিত্রসহ একটি ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের গঠনপ্রণালি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত : ১২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১০। ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পে ব্যবহৃত চেক কয়েলের কী কী গুণ আছে? চোক কয়েল কীভাবে কাজ করে, বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত : ১২.১ নং অনুচ্ছেদের অংশ দ্রষ্টব্য।

১১। ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের টিউবের ভিতর দিয়ে কীভাবে কারেন্ট প্রবাহিত হয় বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত : ১২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১২। কী কী কারণে ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়? এই ল্যাম্পের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো কী কী? কোথায় এই ল্যাম্প ব্যবহার করা যায় না?
উত্তর সংকেত : ১২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১৩। সোডিয়াম ভ্যাপার বাতির সংযোগ চিত্র এঁকে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
উত্তর সংকেত : ১২.২ নং চিত্র দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি এলসিডি (LCD) ল্যাম্পের কার্যপ্রণালি লেখ।
উত্তর সংকেত : ১২.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি সিসিএফএল ল্যাম্পের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ লেখ।
উত্তর সংকেত : ১২.৯ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

CamScanner