

اصول عملکرد لامپ مهتابی

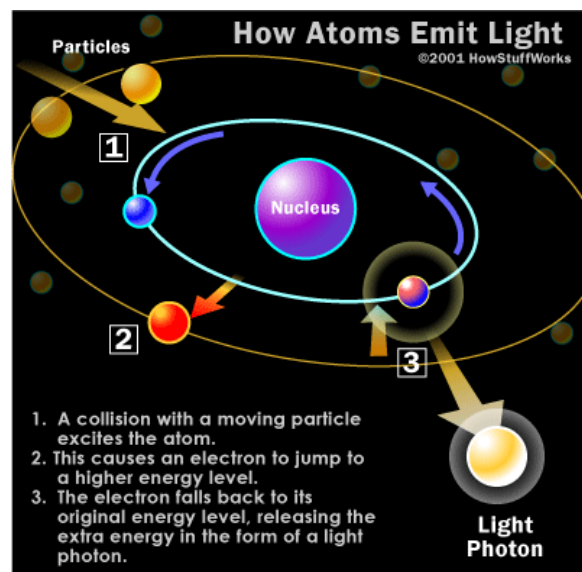
امروزه روشنایی بسیاری از مکان ها توسط لامپ های فلئورسان صورت می گیرد. لزوم آشنایی با اتفاقات درون آن برای یک دانشجوی رشته ی برق بر کسی پوشیده نیست؛ در پایان این مقاله می دلیل داغ نشدن این لامپ ها نسبت به نوع نئونی را خواهید دانست. همچنین دلیل تاثیر بیشتر این لامپ ها نسبت به لامپ های نئونی را خواهید یافت. درباره ی ارتباط تکنولوژی های به کار رفته در انواع دیگر لامپ ها با لامپ فلئورسان نیز می نویسم.



نور:

برای یادآوری بد نیست درباره ی نور بنویسم. نور نوعی از انرژی است که می تواند از یک اتم خارج شود. این از تعداد زیادی ذره های کوچک مثل بسته هایی که دارای انرژی و اندازه حرکت هستند ولی جرمی ندارند. این ذرات فوتون های نوری نام دارند و واحد های اساسی نور هستند

اتم ها وقتی فوتون آزاد می کند که الکترون های آن ها برانگیخته شود. الکترون ها ترازهای انرژی متفاوتی دارند که به چند عامل وابسته است از جمله سرعت آن ها و فاصله ی آن ها از هسته. الکترون های با ترازهای متفاوت انرژی اوربیتال های مختلفی را اشغال می کنند. به طور کلی الکترون با انرژی بالاتر در اوربیتال دورتری نسبت به هسته قرار دارد.



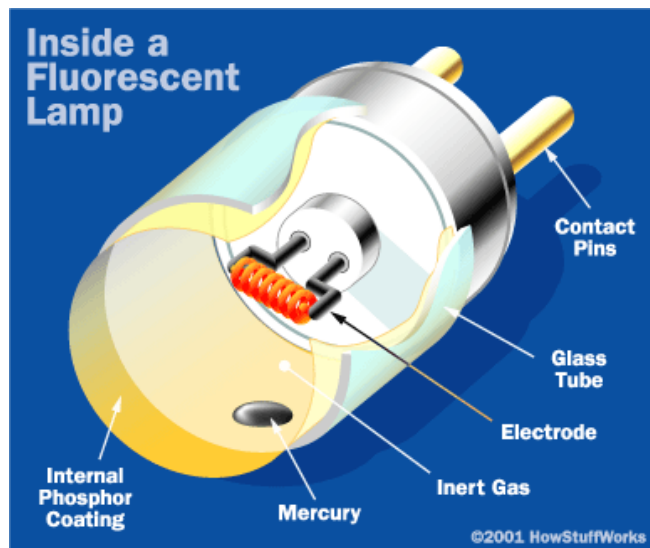
وقتی اتمی انرژی بگیرد یا از دست بدهد، این با تغییر سرعت آن دیده می شود. دریافت انرژی (گرما برای مثال) ممکن است باعث شود به طور لحظه ای آن را به یک اوربیتال بالاتر (دورتر از هسته) ببرد. الکترون فقط برای کسری از ثانیه در اوربیتال بالاتر باقی می ماند و به اوربیتال اصلی خودش بر می گردد. البته با برگشت خود انرژی دریافتی را به صورت فوتون آزاد می کند که در برخی موارد فوتون نوری است.

طول موج نور گسیل شده به مقدار انرژی خارج شده بستگی دارد که این هم به مکان قرارگیری الکترون وابسته است. در نتیجه انواع گوناگون اتم ها فوتون های نوری متفاوتی را آزاد می کنند. به عبارت دیگر رنگ نور با نوع اتم برانگیخته شده مشخص می شود.

این مکانیزم اساسی کاری اکثر منابع نوری است. تفاوت اصلی این منابع در فرآیند برانگیختن اتم هاست. در یک منبع نور نئونی مثل لامپ های جاببی یا لامپ گازی اتم ها با گرما تحریک می شوند؛ در **light stick** با واکنش شیمیایی این کار انجام پذیرد. در لامپ های فلئورسان از یکی از خلاقانه ترین سیستم ها در تحریک اتم ها استفاده می شود..

داخل لامپ ها:

المان اصلی لامپ فلئورسان یک لوله ی شیشه ای کاملاً درز بندی شده است. این لوله حاوی مقدار اندکی جیوه و یک گاز نجیب (معمولاً آرگون) است که در فشار خیلی کمی نگه داشته شده اند. با پودر فسفر داخل این لامپ را پوشانده اند. دارای دو الکتروود است که در انتهای لامپ قرار دارند و به مدار الکتریکی متصل می شوند. تغذیه ی مدار الکتریکی آن، که در ادامه بیشتر از آن خواهیم گفت، با یک منبع تغذیه متناوب است.



وقتی لامپ را روشن می کنید، جریان از طریق مدار الکتریکی به داخل الکتروودها شارش می کند. یک ولتاژ قابل توجهی دو سر الکتروودها ایجاد شده لذا الکترون ها از یک انتها به طرف دیگر (در داخل گاز) می روند. این انرژی مقداری از جیوه را از حالت مایع به گازی تبدیل می کند. هنگام حرکت الکترون ها و اتم های باردار داخل لامپ، تعدادی با اتم های گازی جیوه برخورد می کنند. این برخورد اتم ها را برانگیخته می کند و الکترون ها را به تراز انرژی بالاتر می برد و همانگونه که در ابتدا گفته شد با بازگشت الکترون ها به اوربیتال اصلی فوتون های نوری از خود آزاد می کنند.

گفتیم که طول موج فوتون گسیلی به نوع قرارگیری اتم بستگی دارد. الکترون های اتم جیوه به گونه ای قرار گرفته اند که بیشتر فوتون هایی با طول موج در رنج ماورای بنفش آزاد می کنند. این نور مرئی نیست، پس باید به نور مرئی تبدیل شود. فلسفه ی وجود لایه ی فسفری داخل لامپ اینجا مشخص می شود. الکترون های فسفر هنگام قرار گرفتن در معرض فوتون های گسیلی از الکترون های اتم جیوه به اوربیتال بالاتر رفته و هنگام بازگشت فوتون نوری مرئی (سفید) آزاد می کنند. البته تمام انرژی دریافتی از فوتون های آزاد شده از اتم جیوه به صورت نور آزاد نمی شود بلکه مقداری از آن در برخورد با لایه ی فسفری به صورت گرما هدر می رود. کارخانه ها نور لامپ با انتخاب ترکیبات مختلف فسفر تغییر می دهند.

لامپ های نئونی مرسوم نیز مقدار قابل توجهی نور ماورای بنفش ساطع می کنند ولی آن ها آن را به نور مرئی تبدیل نمی کنند. لذا مقدار زیادی از انرژی بدون آنکه نقشی در روشنایی داشته باشد هدر می رود. لامپ فلئورسان نور ماورای بنفش خود را به کار می گیرد و موثرتر است. لامپ های نئونی انرژی بیشتری نیز نسبت به لامپ های فلئورسان به صورت گرما تلف می کنند. روی هم رفته یک لامپ فلئورسان ۴ تا ۶ برابر موثرتر از لامپ نئونی است. با این حال مردم در خانه هاشان از لامپ های نئونی استفاده می کنند چون نور ملایم تری ایجاد می کند. نوری با قرمزی بیشتر و آبی کمتر. گفتیم تمام سیستم لامپ فلئورسان به جریان شارش شده داخل لامپ بستگی دارد. در قسمت بعدی خواهیم دید که لامپ فلئورسان چه چیزهایی برای تولید آن نیاز دارد.

آماده سازی گاز!:

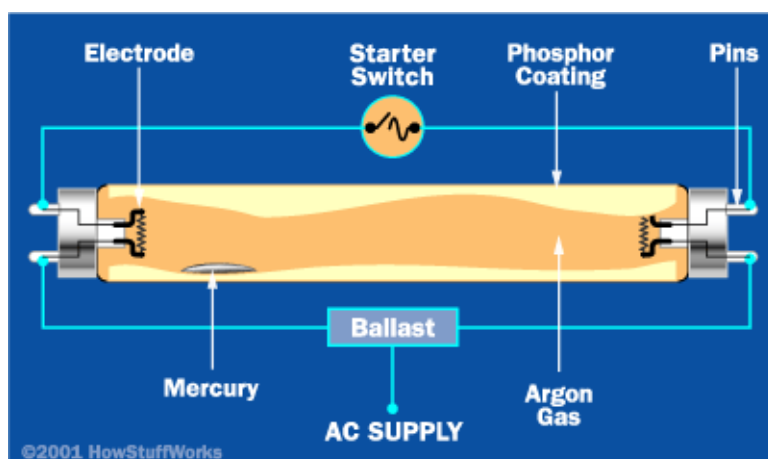
جریانی که تا به حال صحبت آن بود از مدیومی گازی می گذرد و هادی های گازی با هادی های جامد در برخی موارد تفاوت دارند. در هادی جامد حامل های جریان الکترون ها هستند در حالی که در نوع گازی علاوه بر الکترون های آزاد، یون ها نیز در هدایت الکتریکی نقش دارند. برای ایجاد جریان در لامپ فلئورسان به دو چیز نیاز داریم:

۱- الکترون های آزاد و یون ها

۲- اختلاف پتانسیل بین دو سر لامپ

به طور کلی مقدار اندکی الکترون آزاد و یون در گاز وجود دارند زیرا اتم ها به طور طبیعی خنثی هستند. بنابراین گذراندن جریان از اغلب گازها دشوار است. پس اولین چیزی که باید تولید شود حامل جریان در دو الکتروود است.

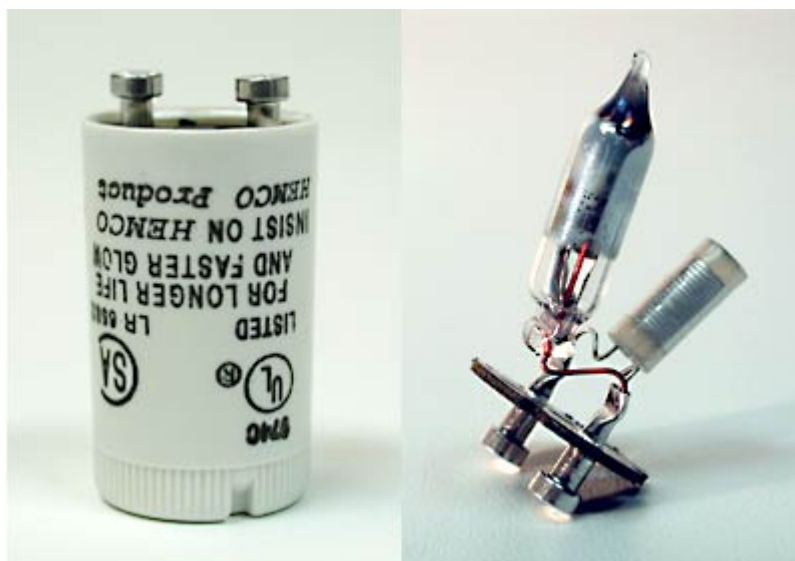
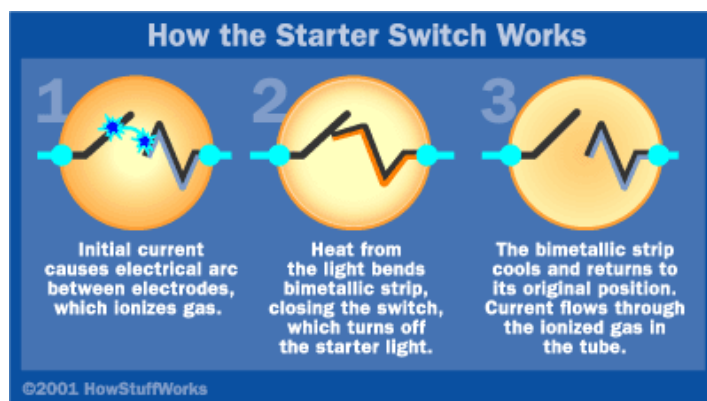
روشن کردن آن: در طراحی کلاسیک لامپ فلئورسان از یک استارتر برای روشن سازی لامپ استفاده می شود. می توانید



در دیاگرام پایینی ببینید این سیستم چگونه کار میکند.

هنگامی که لامپ را روشن کنیم جریان از طریق مدار بایپس داخل الکترودها شارش می کند. این الکترودها رشته های (فیلامان های) ساده ای هستند که می توانید در لامپ نئونی ببینید. با عبور جریان فیلامان ها داغ شده و الکترون ها را از سطح آهنی خود رها کرده و به داخل لامپ می فرستد که گاز را نیز یونیزه می کند.

حال ببینیم در استارتر چه می گذرد. استارتر مرسوم یک لامپ تخلیه ای کوچک است که از نئون یا گاز دیگری تشکیل شده است. این لامپ دارای دو الکتروود است که روبروی هم قرار دارند. وقتی در آغاز ولتاژ دو سر آن بیفتد قوس الکتریکی ایجاد شده مسیر جریان ایجاد می شود. این قوس به شکلی همانی است که در مقیاس بزرگ تر باعث روشن شدن لامپ فلئورسان می شود.



از الکترودها ورقه ای از نوع بی متال است و هنگام گرم شدن خم می شود. آن مقدار گرمای ایجاد شده از جرقه کافیهست تا این الکتروود دا الکتروود دیگر تماس برقرار کند. لذا دیگر جرقه ای ایجاد نشده و این باعث سرد شدن نوار بی متال شده و اتصال دو کنتاکت قطع می شود.

هنگامی که مدار باز می شود فیلامان گاز داخل لامپ را یونیزه کرده و مدیومی، هادی الکتریسته ایجاد کرده است. لامپ تنها به یک ضربه ی ولتاژ بین الکترودها نیاز دارد تا یک قوس الکتریکی ایجاد کند. این ضربه توسط بالاست (چوک)، ترنسفورمری که در مدار قرار دارد، زده می شود.

وقتی جریان از مدار باپس می گذرد، میدان مغناطیسی را در داخل چوک ایجاد می کند. این میدان توسط جریان در حال شارش حفظ می شود. باز شدن سوئیچ استارت باعث قطع شدن جریان داخل چوک می شود انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی به صورت ولتاژ بزرگی دو سر چوک آزاد می شود که میزان اختلاف ولتاژ لازم را برای تشکیل قوس الکتریکی درون لامپ فلئورسان را فراهم می کند و از این به بعد به جای عبور جریان از مدار باپس، از داخل لامپ فلئورسان خواهد گذشت. این باعث حرکت الکترون های آزاد و برخورد آن ها با اتم ها و تشکیل فضایی از یون ها و الکترون های آزاد می شود (پلازما). با برخورد الکترون ها با فیلامان ها، آن دو گرم باقی مانده و به گسیل الکترون به داخل پلازما ادامه می دهند.



تنها مشکل این نوع لامپ ها این است که برای روشن شدن چند ثانیه زمان لازم دارند. امروزه اغلب لامپ های فلئورسان به گونه ای طراحی می شوند که مینیمم زمان را برای روشن شدن بگیرند. در قسمت بعدی در باره ی این خواهیم نوشت.

عملکرد سریع

امروز، طراحی لامپ های فلورسان به گونه ای است که زمان روشن شدن آن ها سریع باشد. این طراحی دارای اصولی مانند همان لامپ فلورسان دارای استارتر قدیمی است، ولی این دارای سوئیچ استارتر نیست و به جای آن بالاست لامپ، جریان را داخل دو الکتروود به طور ثابت برقرار می کند. این شارش جریان به گونه ای تنظیم شده که بین دو الکتروود اختلاف ولتاژ ایجاد می کند.

وقتی لامپ فلورسان روشن می شود، هر دو فیلامان به سرعت داغ می شوند و شروع به گسیل الکترون ها می کنند که گاز درون لامپ را یونیزه می کند. وقتی که گاز یونیزه شد اختلاف ولتاژ بین الکتروودها یک قوس الکتریکی ایجاد می کند. ذرات شارش کننده باردار (قرمز) اتم های جیوه (نقره‌ای) را تحریک کرده، فرآیند روشن شدن را آغاز میکنند.



یک روش جایگزین که در استارت لحظه ای لامپ های فلورسان اعمال ولتاژ بسیار بالای اولیه به الکترودها است. این ولتاژ به علت فزونی الکترون های روی سطح فیلامان (گرادیان ولتاژ بالا) یک تخلیه ی هاله ای (کرونا) را بوجود آورده و باعث یونیزاسیون گاز شده و به علت اختلاف ولتاژ بالا، تقریباً به طور لحظه ای، باعث ایجاد جرقه بین الکترودها می شود. بدون توجه به آنکه چگونه مکانیزم استارت تنظیم شده است نتیجه یکسان است: شارشی از جریان الکتریکی درون گاز یونیزه شده. این نوع از تخلیه ی گازی یک مشکل غریب کیفی نیز دارد: اگر جریان با دقت کنترل نشود، می تواند پیوسته زیاد شده و باعث منفجر شدن لامپ گردد. در قسمت بعدی در باره ی این مطلب روشن می شویم و می بینیم چگونه یک لامپ فلورسان به راحتی کار می کند.

چوک (بالاست) تنظیم

همان طوری که می دانیم هادی های گازی در مقایسه با نوع جامد به طور یکسان جریان را هدایت نمی کنند. یک تفاوت عمده ی آن ها مقاومت الکتریکی آن ها است. در هادی فلزی جامد مثل یک سیم، مقاومت در هر دمایی ثابت است و با طبیعت و اندازه ی آن هادی ارتباط دارد. در تخلیه ی گازی مانند در لامپ فلورسان، جریان باعث کاهش مقاومت می شود. این به دلیل آن است که وقتی تعداد بیشتری الکترون و یون داخل محیط خاصی شارش کنند، به اتم های بیشتری برخورد کرده که الکترون ها را آزاد کرده و باعث ایجاد ذرات باردار بیشتری می شود. اینگونه، جریان، مادامی که ولتاژ کافی (جریان AC خانگی ولتاژ زیادی دارد) وجود دارد، بالا می رود. اگر این جریان کنترل نشود، می تواند اجزای الکتریکی متنوعی را منفجر کند. چوک لامپ فلورسان برای کنترل این به کار می رود. این نوع ساده ی چوک را به طور کلی چوک مغناطیسی می نامند که رفتاری شبیه یک سلف دارد. سلف (القاگر) به طور کلی از یک کلاف سیم که می تواند روی یک فلز پیچانده شده باشد تشکیل شده است. می دانید که عبور جریان از یک سیم میدان مغناطیسی ایجاد می کند و قرار دادن سیم ها به طور حلقه های هم مرکز این میدان را تقویت می کند. این نوع میدان نه تنها روی اطراف حلقه، بلکه روی خود حلقه نیز اثر می گذارد. افزایش جریان حلقه افزایش میدان را در پی دارد که باعث ایجاد ولتاژی دو سر حلقه می شود که با این افزایش مخالفت می کند. یعنی در جهتی که جریان بر عکس جریان فعلی باشد. به طور مختصر یک سلف در مدار با تغییرات جریان در خود مخالفت می کند. عناصر ترانسفورمر در چوک مغناطیسی اینگونه جریان را در لامپ فلورسان تنظیم می کنند. یک بالاست تنها می تواند سرعت تغییرات جریان را کم کند. نمی تواند آن را متوقف کند. ولی به دلیل این که جریان ما متناوب است مدام در حال عکس شدن است و بالاست تنها جلوی جریان افزایش شونده را برای زکان کوتاه و در جهت مشخص می گیرد. بالاست های مغناطیسی جریان الکتریکی را در فرکانس نسبتاً کمی میزان می کنند که می تواند باعث یک فلیکر قابل توجهی شود. چوک ها ممکن است لرزش با فرکانس کم داشته باشند که منبع صدای وز وزی است که مردم از لامپ های فلورسان می شنوند.

در طراحی بالاست های مدرن از الکترونیک پیشرفته برای تنظیم دقیق جریان عبوری از مدار الکتریکی استفاده شده است. وقتی با فرکانس بالاتری کار می کنند شما متوجه فلیکر یا صدای وز وز از یک بالاست الکترونیکی نمی شوید. لامپ های مختلف به طراحی بالاست ویژه ی خود نیاز دارند تا سطح ولتاژ و جریان مشخصی را بسته به طرح های متفاوت لامپ، ایجاد کنند.

لامپ های فلورسان در تمامی شکل ها و رنگ ها موجود هستند که تمامی آن ها طبق اصلی یکسان کار می کنند: جریان الکتریکی اتم های جیوه را تحریک میکند، که باعث آزاد کردن فوتون های ماورای بنفش می شود. این فوتون ها اتم های فسفر را تحریک کرده تا نور سفید رنگی منتشر کنند.