অধ্যায়-৯

# আলোক তড়িৎ ক্রিয়া

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ক্যাথোড রশ্মি কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০১৩'পরি, ১৫'পরি, ১৭, ১৮, ১৮'পরি

**উত্তর ঃ** 0.01 mm হতে 0.001 mm পারদ স্তম্ভের চাপে ক্ষরণ নলের মধ্যে ক্যাথোড হতে অ্যানোডের দিকে প্রচন্ড বেগে ধাবমান ইলেকট্রন কণার স্রোতকে ক্যাথোড রশ্মি বলে।

বিজ্ঞানি উইলিয়াম ক্রুক সর্বপ্রথম এ রশ্মি পর্যবেক্ষণ করেন।

***** ২। X-ray কী?** বাকাশিবো-২০১৬, ১৯'পরি, ২২, ২৩' পরি

**উত্তর ঃ** X-ray বা রঞ্জনরশ্মি এক ধরনের চৌম্বকীয় বিকিরণ। দ্রুতগতিসম্পন্ন ইলেকট্রন দ্বারা কোনো ধাতব পদার্থকে আঘাত করলে তা হতে উচ্চ ভেদনক্ষমতা সম্পন্ন যে বিকিরণ উৎপন্ন হয়, তাকে X-ray বলে। ইহার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সাধারণ আলোর তুলনায় অনেক কম

[ $10^{-8}$ হতে $10^{-13}$m ]

***** ৩। আলোক বা ফটো তড়িৎ ক্রিয়া বলতে কী বুঝ?**

বাকাশিবো-২০১৪, ১৫'পরি, ১৬, ১৫, ২১

**উত্তর ঃ** কোনো ধাতব পৃষ্ঠের উপর উচ্চ কম্পাঙ্কের আলোকরশ্মি আপতিত হলে উক্ত ধাতু থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়। এই ঘটনাকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বলে।

*** ৪। ইলেকট্রন কী? এর ভর ও চার্জের মান কত?** বাকাশিবো-২০১৩, ১৫, ২৪

**উত্তর ঃ** পরমাণুর ৩ টি মূল কণিকা দিয়ে গঠিত ( ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন )। নিউক্লিয়াসের বিভিন্ন কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান ঋণাত্মক চার্জধর্মী কণিকাকে ইলেকট্রন বলে।

১৮৯৭ সালে স্যার জে. জে থমসন ইলেকট্রন আবিস্কার করেন।

ভর ঃ $9.11 \times 10^{-28}$gm অথবা $9.11 \times 10^{-31}$kg

চার্জ ঃ $-1.6 \times 10^{-19}$ কুলম্ব।

*** ৫। আলোর বিক্ষেপণ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মাঝে সম্পর্ক লেখ।** বাকাশিবো-২০

**উত্তর ঃ রাল্যের সূত্র** ঃ বিক্ষেপিত আলোর তীব্রতা আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ ঃ $I \propto \frac{1}{\lambda^4}$ [$I =$ আলোর তীব্রতা, $\lambda =$ তরঙ্গদৈর্ঘ্য ]

এটিই আলোর বিক্ষেপণ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মাঝে সম্পর্ক।

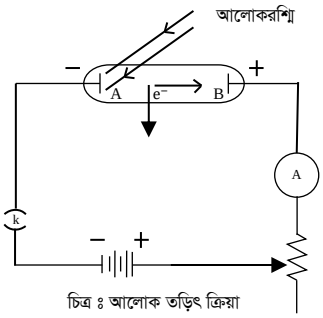
## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। আলোক তড়িৎ ক্রিয়া কী? ব্যাখ্যা কর।** বাকাশিবো-২০১৯, ২১, ২১'পরি

**উত্তর ঃ** কোনো ধাতব পৃষ্ঠের উপর উচ্চ কম্পাঙ্কের আলোকরশ্মি আপতিত হলে উক্ত ধাতু থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়। এই ঘটনাকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বলে। ১৮৭৩ সালে W. Smith নামক একজন টেলিফোন অপারেটর আলোক তড়িৎ ক্রিয়া আবিষ্কার করেন।

চিত্র হতে, নির্দিষ্ট কম্পাঙ্ক এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো A পাতে পড়লে তা হতে ইলেকট্রন ($e^-$) নিগৃত হয়ে B পাতে গমন করে।

ফলে বর্তনীতে বিদ্যুত প্রবাহিত হয়। এভাবেই আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়।



চিত্র ঃ আলোক তড়িৎ ক্রিয়া

***** ২। আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যগুলি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১১, ১৩, ১৭, ১৮, ১৯, ২১, ২২, ২২'পরি

**উত্তর ঃ**

১.আলোক রশ্মি আপতিত হওয়ার সাথে সাথেই আলোক তড়িৎ ক্রিয়া শুরু হয় এবং আপতন বন্ধ হওয়ার সাথে সাথেই এই ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়।

২.প্রতিটি ধাতু হতে আলোক ইলেকট্রন নির্গমনের জন্য আপতিত রশ্মির একটি নূন্যতম কম্পাঙ্ক থাকে, যাকে প্রারম্ভ কম্পাঙ্ক বলে।

৩.প্রারম্ভ কম্পাঙ্ক বিভিন্ন ধাতুর বিভিন্ন রকম।

৪.আলোক ইলেকট্রনের বেগ কোনো নির্দিষ্ট শীর্ষমানের মধ্যে হতে পারে।

৫.আলোক ইলেকট্রন সর্বোচ্চ গতিবেগ আপতিত রশ্মির কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক।

৬. আলোকরশ্মির ইলেকট্রন নির্গমনের হার আপতিত রশ্মির আলোকের প্রাবল্যের সমানুপাতিক।

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

*****১। আইনস্টাইনের আলোকতড়িৎ সমীকরণ প্রতিপাদন কর।**

বাকাশিবো-২০১৪'পরি, ১৫, ১৬, ১৮'পরি, ২০, ২০'পরি, ২১, ২২

**উত্তর ঃ** শক্তির কোয়ান্টাম মতবাদের সাহায্যে আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যসমূহ ব্যাখ্যার জন্য ১৯০৫ সালে আইনস্টাইন একটি মতবাদ প্রকাশ করেন।

ধাতব পদার্থের পৃষ্ঠে $\nu$ কম্পাঙ্কের ফোটন আপতিত হলে ফোটনের সাথে কোনো পদার্থের পরমাণুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটে।

আইনস্টাইন মনে করেন, ফোটনের সাথে কোনো পরমাণুর সংঘর্ষ ঘটলে তখন পরমাণুটি হয় ফোটনের সমস্ত শক্তি শোষণ করবে অথবা কোনো কোনো শক্তি শোষণ করবে না।

$h\nu$ শক্তির কোনো ফোটন ধাতবপৃষ্ঠে আপতিত হলে, যদি ইলেকট্রন মুক্ত হয়ে v বেগে গতিশীল হয় এবং ইলেকট্রনকে মুক্ত করতে যদি $W_o$ পরিমাণ ব্যয় হয় তবে, $E = h\nu$

গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$

কার্য অপেক্ষক $= \omega_0$

শক্তির সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

মোট শক্তি, $E =$গতিশক্তি $+$ কার্য অপেক্ষক

বা, $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W_o$ [h= প্লাঙ্কের ধ্রুবক, ν= কম্পাঙ্ক]

বা, $\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W_o$ ------ (1)

বিভিন্ন পরমাণু হতে ইলেকট্রন মুক্ত করতে বিভিন্ন শক্তির প্রয়োজন। কোনো ইলেকট্রন মুক্ত করার জন্য নূন্যতম $W_o$ পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হলে ইলেকট্রন সর্বাধিক গতিশক্তি $= \frac{1}{2}m\,v_{max}^2$ হবে।

(1) নং হতে, $\frac{1}{2}mv_{max}^2 = h\nu - W_o$ -------(2)

আবার কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক $\nu_o$ হলে, যদি ঐ ধাতুর পৃষ্ঠে $h\nu_o$ শক্তির ফোটন আপতিত হয়, তাহলে ইলেকট্রন মুক্ত হবে।

এক পর্যায়ে কোনো গতিশক্তি লাভ করবে না।

(1) নং হতে, $0 = h\nu_o - W_o$

বা, $W_o = h\nu_o$ ------ (3)

(2) নং হতে, $\frac{1}{2}mv_{max}^2 = h\nu - h\nu_o$

বা, $\frac{1}{2}mv_{max}^2 = h(\nu - \nu_o)$ -------(4)

(4) নং সমীকরণকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া সম্পর্কিত আইনস্টাইনের সমীকরণ বলে।

## SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***১। ফোটনের শক্তি 1.7 ev হলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে?** বাকাশিবো- ২০১৯

**উত্তর ঃ** দেওয়া আছে,ফোটনের শক্তি $E=1.7ev=1.7\times1.6\times10^{-19}j$

ফোটনের বেগ $c = 3 \times 10^8 m/s$

প্লাঙ্কের ধ্রুবক $h = 6.63 \times 10^{-34} j - sec$

$\therefore$ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\lambda = ?$

আমরা জানি, $E = h\nu$

বা, $E = \frac{hc}{\lambda}$ $\left[c = \nu\lambda\,,\ \therefore v = \frac{c}{\lambda}\right]$

বা, $\lambda = \frac{hc}{E}$

বা, $\lambda = \frac{6.62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.7\times1.6\times10^{-19}}$

$\therefore \lambda = 7.3125 \times 10^{-7}m$ (**Ans.**)