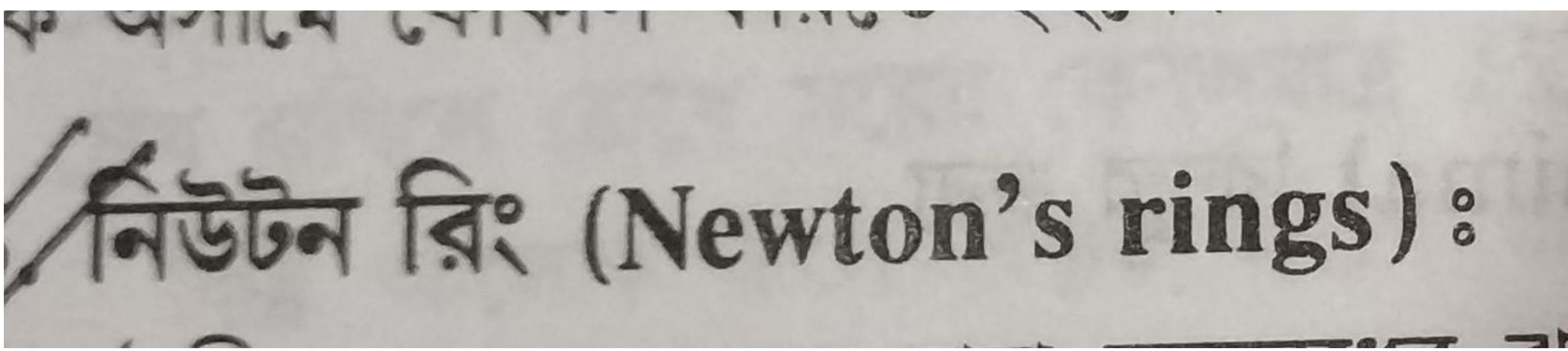
SUBJECT: PHYSICS

<u>TOPIC: Newton's Ring (1)</u>

(Chapter: Interference of Light)
SEM-IV(DSC)

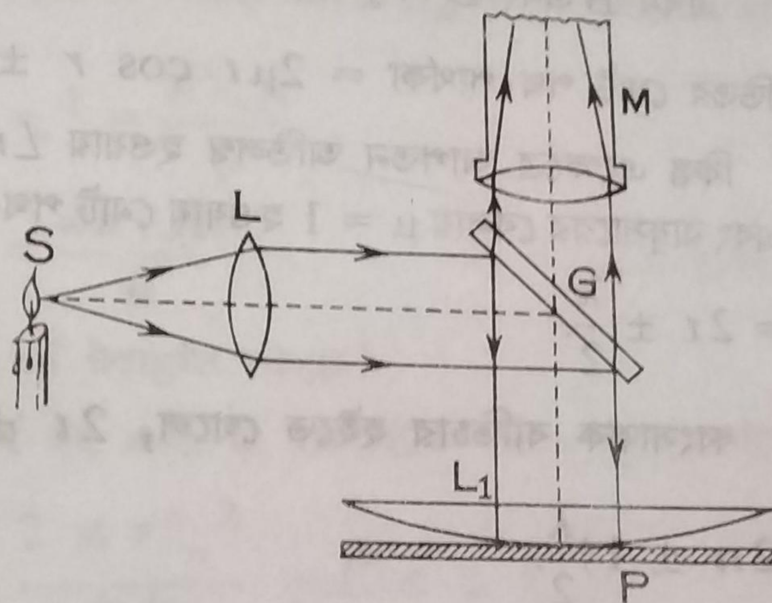

নিউটন রিং (Newton's rings) :

[redacted] নিউটন রিং (Newton's rings) ঃ

পরিবর্তনশীল বেধের সরের দ্বারা সমবেধের ঝালর তৈরি করার প্রকৃষ্ট উদাহরণ হইতেছে নিটউন রিং। নিউটন সর্বপ্রথম এই রিং পর্যালোচনা করেন বলিয়া তাঁহার নামানুসারে ইহাকে নিউটন রিং বলা হয়। একটি সমতলোত্তল (plano–convex) লেন্সের উত্তল পৃষ্ঠকে একখানি মসৃণ সমতল কাচপ্লেটের উপর রাখিলে সহজে পরিবর্তনশীল বেধের বায়ুসর (air film) গঠন করা যায়। [redacted]

পরীক্ষা ব্যবস্থা (Experimental arrangement) :

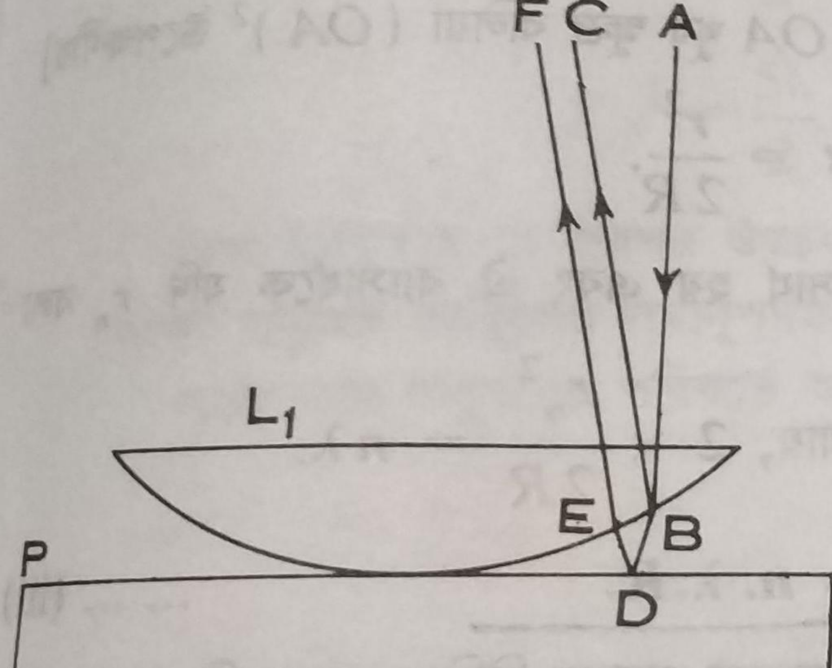
গবেষণাগারে নিউটন রিং গঠন এবং পর্যালোচনার জন্য যে পরীক্ষা-ব্যবস্থা করা হয় তাহার নকশা 2.22 নং চিত্রে দেখানো হইল। বিস্তৃত আলোক উৎস S হইতে একবর্ণের আলোকরশ্মিকে L উত্তল লেন্সের সাহায্যে সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছে পরিণত করিয়া একটি কাচপ্লেট G এর উপর ফেলা হয়। আপতিত পথের সহিত 45° কোণ করিয়া ঐ কাচপ্লেটকে রাখা হয়। ইহাতে আলোকরশ্মিগুচ্ছ G কাচপ্লেট দ্বারা প্রতিফলিত হইয়া অভিলম্বভাবে একটি সমতলোত্তল লেন্স L_1 এর উপর পড়ে। ঐ লেন্সের বক্রতা ব্যাসার্ধ খুব বড় এবং আলোকরশ্মির উহাকে একখানি মসৃণ সমতল কাচপ্লেট P এর উপর রাখা আছে। লেন্স এবং কাচপ্লেট দ্বারা আবদ্ধ পাতলা বায়ুসরের উপরতল এবং নিম্নতল কর্তৃক প্রতিফলিত হইয়া আলোকতরঙ্গ যখন উর্ধ্বাভিমুখী গমন করে তখন উহারা ব্যতিচার সৃষ্টি করে, কারণ বায়ুসরের বেধের দরুন উহাদের মধ্যে একটি পথ-পার্থক্যের সৃষ্টি হয়। একটি চলমান অণুবীক্ষণ যন্ত্র M-এর ভিতর দিয়া অভিলম্বভাবে বায়ুসরের দিকে দৃষ্টিপাত করিলে, পর পর অনেকগুলি উজ্জ্বল এবং কৃষ্ণবর্ণের রিং দেখা যাইবে। অণুবীক্ষণ যন্ত্রের রেখনতারের সাহায্যে রিংগুলির ব্যাস পরিমাপ করা হয়।



চিত্র 2.22

মূলতত্ত্ব (Theory) :

ধর, λ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের একবর্ণের আলোক-তরঙ্গ AB অভিলম্বভাবে লেন্স L_1 এবং কাচপ্লেট P-এর মধ্যে আবদ্ধ বায়ুসরে আপতিত হইল [চিত্র 2.23]। আপতিত আলোর এক অংশ B বিন্দুতে প্রতিফলিত হইয়া BC অভিমুখে গমন করে। যেহেতু ইহা লঘুতর মাধ্যম কর্তৃক প্রতিফলিত হয় সেইহেতু ইহার কোন দশা পরিবর্তন হয় না। অপর অংশ BD বায়ুস্তরে প্রবেশ করিয়া কাচপ্লেট দ্বারা প্রতিফলিত হয় এবং ঐ প্রতিফলিত রশ্মি DEF পথে লেন্স হইতে নিষ্ক্রান্ত হয়। বলাবাহুল্য প্রতিফলনের দরুন

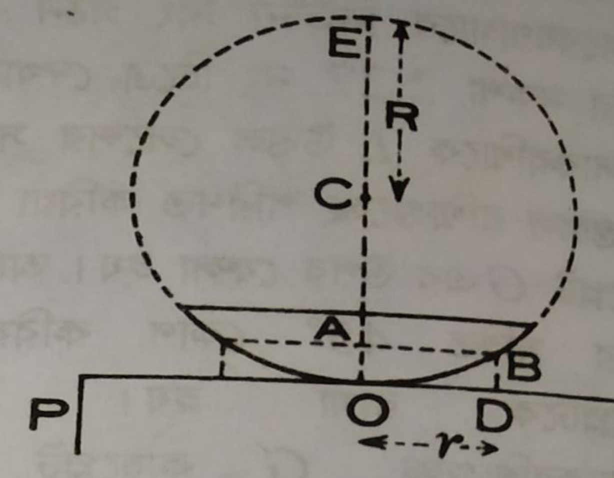


চিত্র 2.23

এই রশ্মির π পরিমাণ দশা-পার্থক্য অথবা, $\dfrac{\lambda}{2}$ পথ-পার্থক্য ঘটে। এই দুই প্রতিফলিত তরঙ্গ পরস্পরের উপর উপরিপন্ন হইয়া ব্যতিচার সৃষ্টি করে।

তরঙ্গ পরস্পরের উপর উপরিপন্ন হইয়া ব্যতিচার সৃষ্টি করে।

মনে কর, স্পর্শবিন্দু O হইতে D বিন্দুর দূরত্ব r অর্থাৎ $OD = r$; BD বায়ুসরের বেধ $= t$ এবং লেন্সের উত্তল পৃষ্ঠের বক্রতা-ব্যাসার্ধ $= R$ [চিত্র 2.24]। স্পর্শবিন্দু O-তে বায়ুসরের বেধ শূন্য এবং $BD\,(=t)$ বেধের বায়ুসর O বিন্দুকে কেন্দ্র করিয়া $OD\,(=r)$ ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে সজ্জিত আছে। এই কারণে ঝালরগুলিও বৃত্তাকার দেখা যায়।



চিত্র 2.24

এখন B এবং D বিন্দু হইতে প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয়ের ভিতর মোট পথ-পার্থক্য $= 2\mu t \cos r \pm \dfrac{\lambda}{2}$.

কিন্তু এক্ষেত্রে আপতন অভিলম্ব হওয়ায় $\angle r = 0$ এবং বায়ুসারের বেলায় $\mu = 1$ হওয়ায় মোট পথ-পার্থক্য $= 2t \pm \dfrac{\lambda}{2}$.

ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার হইতে গেলে, $2t \pm \dfrac{\lambda}{2} = (2n \pm 1)\dfrac{\lambda}{2}$.

$$\text{অথবা, } 2t = n\lambda \qquad \dots\dots \text{(i)}$$

এবং গঠনমূলক ব্যতিচার হইতে গেলে, $2t \pm \dfrac{\lambda}{2} = 2n.\,\lambda/2$

$$\text{অথবা, } 2t = (2n \pm 1)\frac{\lambda}{2} \qquad \dots\dots \text{(ii)}$$

● কালো রিংগুলির ব্যাসার্ধ (Radii of dark rings) :

বৃত্তের জ্যামিতি হইতে আমরা জানি (Fig. 2.21).

$$(AB)^2 = OA.AE = OA(2R - OA)$$

অথবা, $r^2 = OA(2R - OA) = 2R.OA = 2R.BD$

[OA খুব ক্ষুদ্র বলিয়া $(OA)^2$ উপেক্ষণীয়]

$\therefore BD = \dfrac{r^2}{2R}$ কিন্তু $BD = t$; অতএব $t = \dfrac{r^2}{2R}$.

এখন, OD যদি n^{th} কালো রিংয়ের ব্যাসার্ধ হয় এবং ঐ ব্যাসার্ধকে যদি r_n বলা হয় তবে (i) নং সমীকরণের সহায়তায় লেখা যায়, $2 \times \dfrac{r_n^{\ 2}}{2R} = n\lambda$.

অথবা, $\mathbf{r_n^{\ 2} = n.\lambda.R.}$ ... ... (iii)

এখন, $n = 1,2,3,$ ... ইত্যাদি বসাইলে আমরা পরপর বিভিন্ন কালো রিংয়ের ব্যাসার্ধ পাইব। যেমন,

$$r_1^{\ 2} = \lambda R \qquad \therefore r_1 = \sqrt{\lambda R}$$

$$r_2^{\ 2} = 2\lambda R \qquad \therefore r_2 = \sqrt{2\lambda R}$$

$$r_3^{\ 2} = 3\lambda R \qquad \therefore r_3 = \sqrt{3\lambda R}$$

দেখা যাইতেছে যে, পরপর কালো রিংয়ের ব্যাসার্ধগুলি **1,2,3,** প্রভৃতি অখণ্ড সংখ্যা সমূহের বর্গমূলের সমানুপাতিক।

লেন্স এবং কাচপ্লেটের মধ্যে যদি বায়ুসরের পরিবর্তে অন্য কোন মাধ্যমের সর থাকে, তবে ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের শর্ত হইবে $2\mu t = n\lambda$ এবং n_{th} কালো রিংয়ের ব্যাসার্ধ

r_n হইলে, $2.\mu.\dfrac{r_n^{\ 2}}{2R} = n\lambda$ অথবা, $r_n^{\ 2} = \dfrac{n\lambda.R}{\mu}$ ...... (iv)

n^{th} রিংয়ের ব্যাস D_n হইলে, $\boldsymbol{D_n^{\ 2} = \dfrac{4n\lambda R}{\mu}}$ ...... [iv(a)]

μ

● **উজ্জ্বল রিংগুলির ব্যাসার্ধ** (Radii of bright rings) :

OD যদি n^{th} উজ্জ্বল রিংয়ের ব্যাসার্ধ হয় এবং ঐ ব্যাসার্ধকে যদি r'_n বলা হয় তবে

(ii) নং সমীকরণের সাহায্যে লেখা যায়, $\dfrac{2 \times r'^{\ 2}_n}{2R} = (2n \pm 1)\dfrac{\lambda}{2}$

অথবা, $\boldsymbol{r'^{\ 2}_n = (2n \pm 1)\dfrac{\lambda}{2}.R.}$ ...... (v)

এখন, $n = 0,1,2,3,....$ ইত্যাদি বসাইলে, আমরা বিভিন্ন উজ্জ্বল রিংয়ের ব্যাসার্ধ পাইব। যেমন,

$$r'^{\ 2}_1 = \frac{\lambda}{2}.R \qquad \therefore r'_1 = \sqrt{\frac{\lambda}{2}.R}$$

$$r'^{\ 2}_2 = \frac{3\lambda}{2}.R \qquad \therefore r'_2 = \sqrt{\frac{3\lambda}{2}.R}$$

$$r'^{\ 2}_3 = \frac{5\lambda}{2}.R. \qquad \therefore r'_3 = \sqrt{\frac{5\lambda}{2}.R}$$ ইত্যাদি

দেখা যাইতেছে যে পরপর উজ্জ্বল রিংয়ের ব্যাসার্ধগুলি 1,3,5, ইত্যাদি অযুগ্ম অখণ্ড সংখ্যা সমূহের বর্গমূলের সমানুপাতিক।

পূর্বের ন্যায় বায়ুসরের পরিবর্তে অন্য মাধ্যমের সর ব্যবহার করিলে,

$$r'^{2}_{n} = \frac{(2n \pm 1)\frac{\lambda}{2}.R}{\mu} \qquad \ldots \ldots \text{(iv)}$$

n^{th} উজ্জ্বল রিংয়ের ব্যাস D_n হইলে,

$$D'^{2}_{n} = \frac{4(2n \pm 1)\frac{\lambda}{2}.R}{\mu} \qquad \ldots \ldots [\text{vi}(a)]$$

μ = উক্ত মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক।