সবাইকে শুভেচ্ছা
স্বাগতম

পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

পরিচিতি

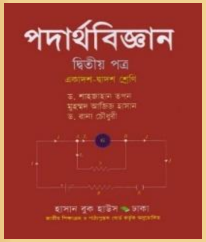
মোঃহাবিবুর রহমান

ইনস্ট্রাক্টর (পদার্থবিজ্ঞান)

টেকনিক্যাল স্কুল ও কলেজ

কিশোরগঞ্জ।

০১৭১৫৩৪২৯৩৪



শ্রেণিঃদ্বাদশ

বিষয়ঃ পদার্থ বিজ্ঞান

অধ্যায়ঃ ষষ্ঠ

সময়ঃ ৪৫ মিনিট

ষষ্ঠ অধ্যায়

জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান

GEOMETRICAL OPTICS

পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

শিখন ফল ঃ এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

১. ফার্মাটের নীতি ব্যাখ্যা করতে পারবো।

২.ফার্মাটের নীতির সাহায্যে আলোরপ্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র বিশ্লেষণ করতে পারবো।

৩.লেন্স তৈরির গাণিতিক সমীকরণ প্রতিপাদন করতে পারবো।

৪.মাইক্রোস্কোপের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারবো।

৫.টেলিস্কোপের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারবো।

৬.প্রিজমে আলোর প্রতিসরণ ও বিচ্ছুরণ ব্যাখ্যা করতে পারবো।

পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

প্রশ্ন-০১ঃ ফার্মাটের নীতিটি ব্যাখ্যা কর ?

ফার্মাটের নীতি ঃ ১৬৫০ খৃঃ পিয়ারে ফার্মাট আলোক-পথ সংক্রান্ত একটি নীতি আবিস্কার করেন যা ফার্মাটের নীতি নামে পরিচিত। ফার্মাটের নীতি হচ্ছে , কোনো আলোক রশ্মি যখন প্রতিফলন বা প্রতিসরণের সূত্র মেনে কোনো সমতল পৃষ্ঠে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয় তখন তা সর্বদা ক্ষুদ্রতম পথ অনুসরণ করে।

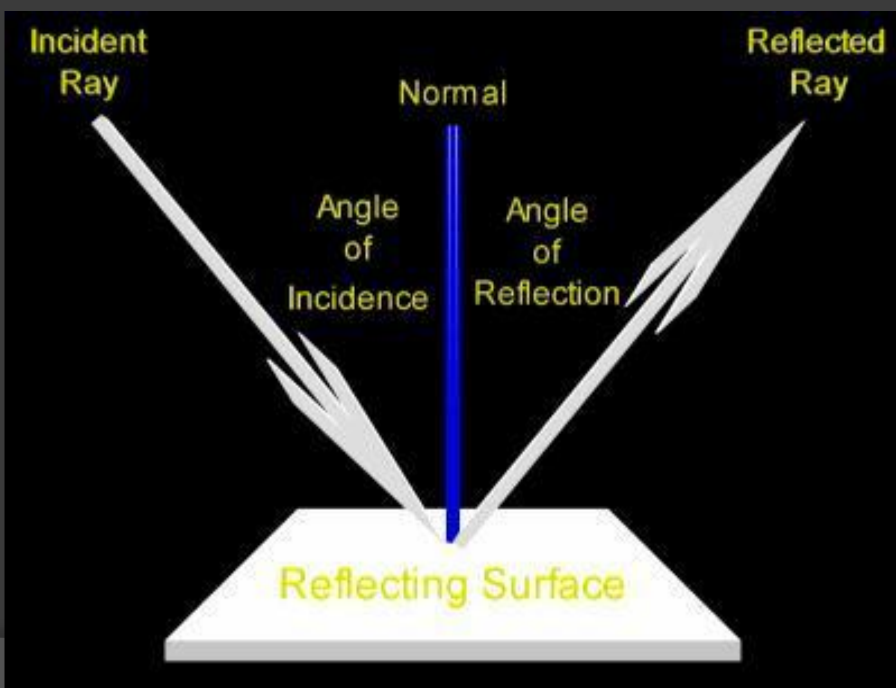
ব্যাখ্যাঃ আলোকপথ = মাধ্যমের প্রতিসরণাংক X মাধ্যমেআলো কর্তৃক অতিক্রান্ত পথের দৈর্ঘ্য।

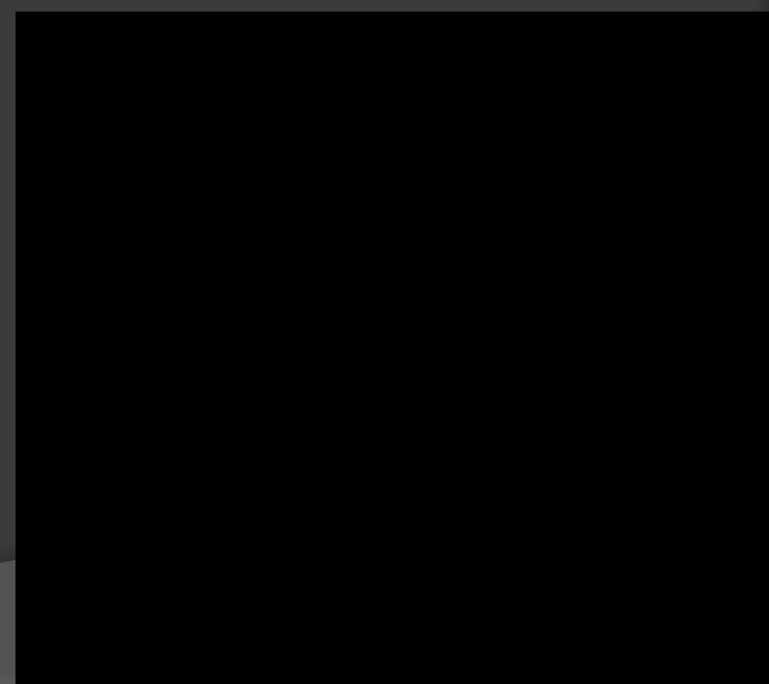
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

প্রশ্নঃ-২ ঃ আলোর প্রতিফলন বলতে কী বুঝ?

আলোর প্রতিফলন ঃ আলো যখন বায়ূ বা অন্য কোন স্বচ্ছ মাধ্যমের ভিতর দিয়ে যাওয়ার সময় অন্য কোনো মাধ্যমে বাধা পায় তখন দুই মাধ্যমের বিভেদতল থেকে কিছু পরিমান আলো প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। একে আলোর প্রতিফলন বলে।

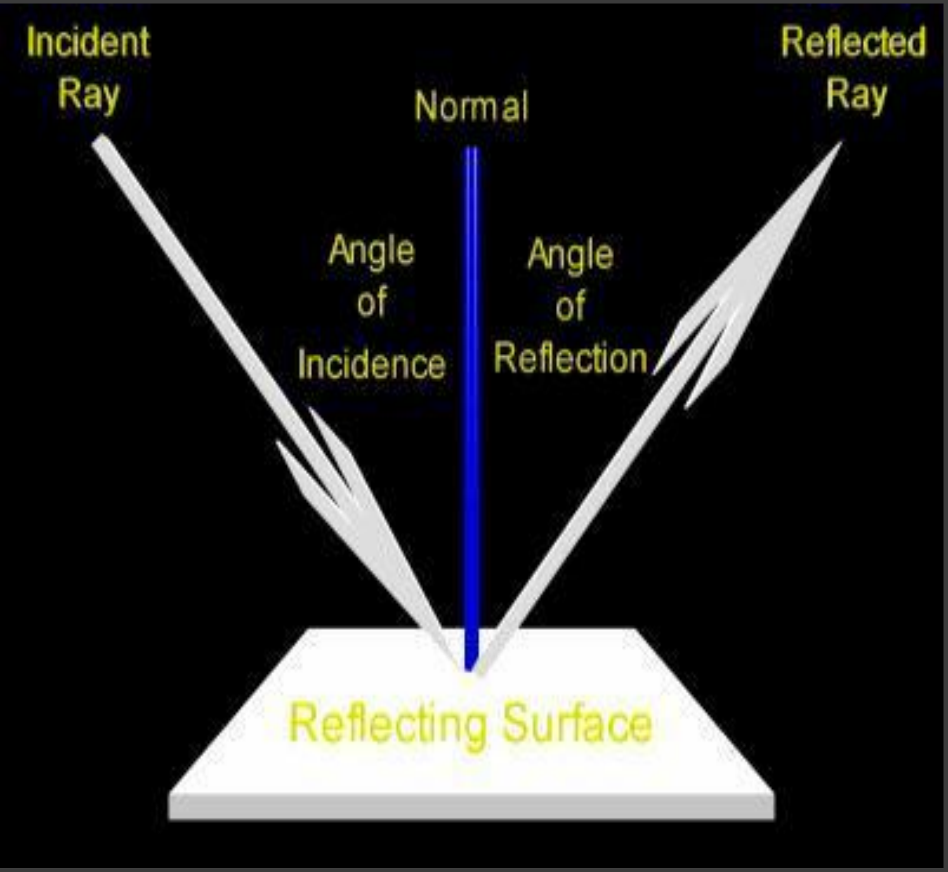
নিচের চিত্র এবং ভিডিওটি দেখ-

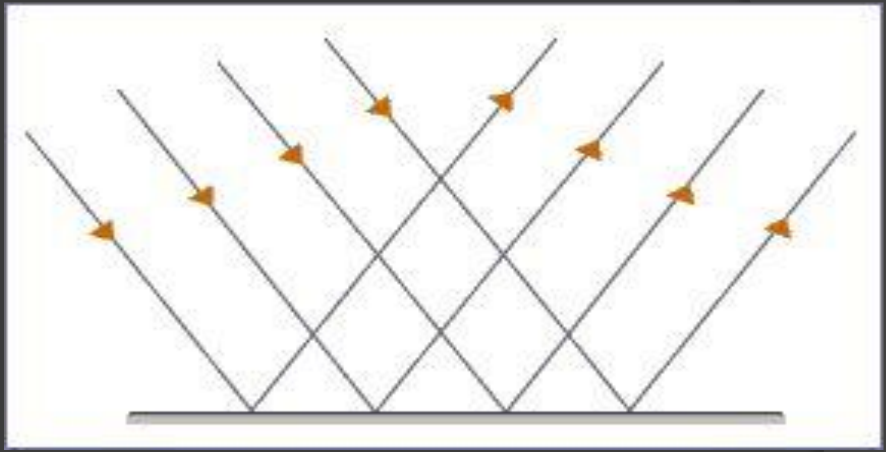


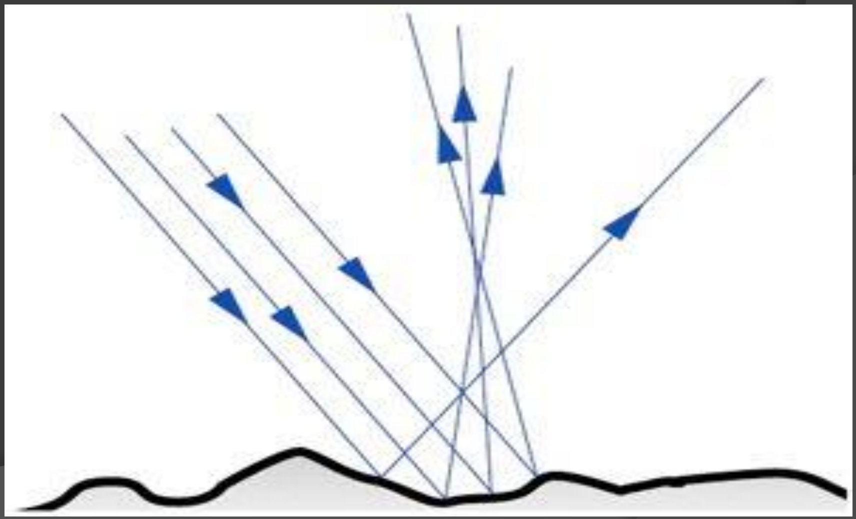


পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

আলোর প্রতিফলনের চিত্র





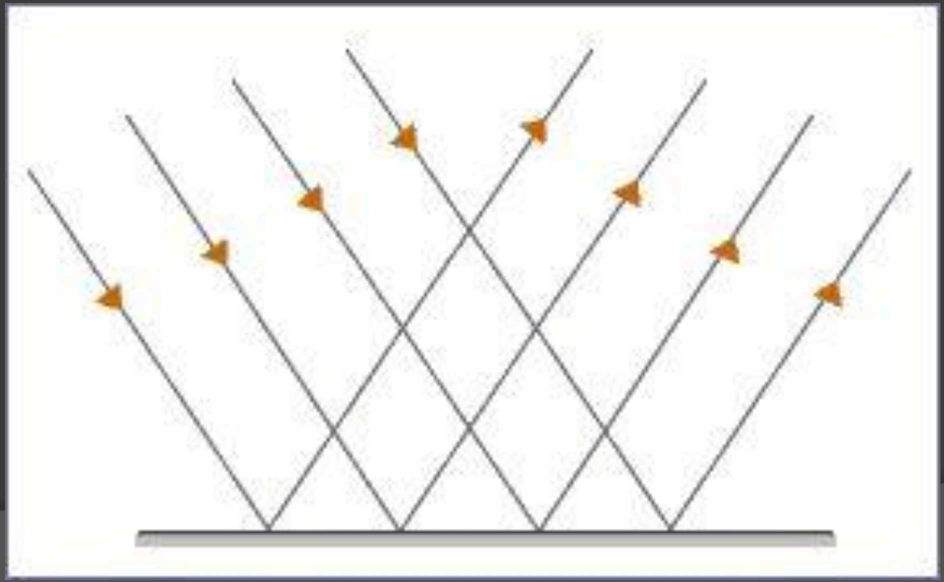


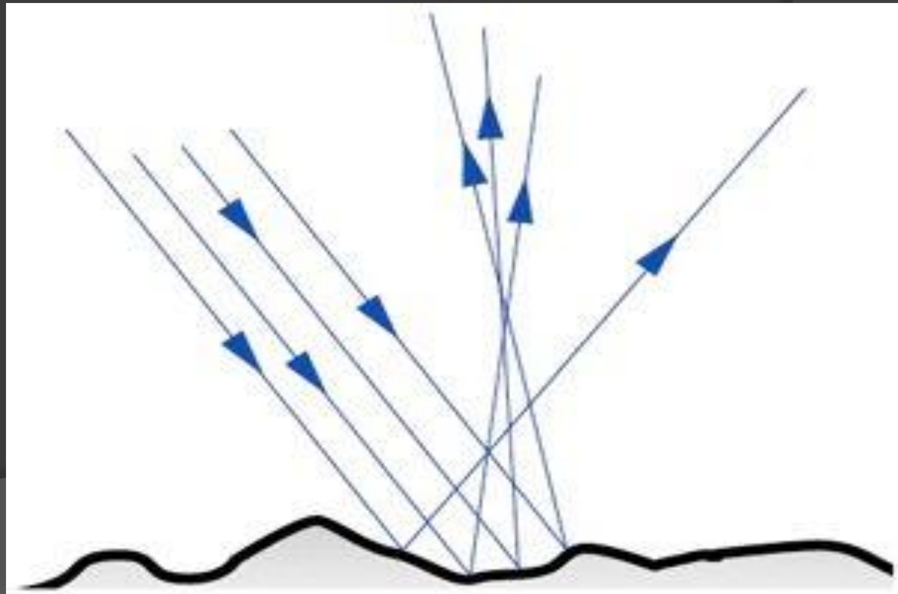
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

প্রশ্ন-৩ ঃ প্রতিফলক পৃষ্টের প্রকৃতি অনুসারে আলোর প্রতিফলন কতপ্রকার ও কী কী?

আলোর প্রতিফলনের প্রকারভেদঃ প্রতিফলক পৃষ্টের প্রকৃতি অনুসারে আলোর প্রতিফলন দুই প্রকার। যথা-

১.নিয়মিত প্রতিফলন
২.অনিয়মিত বা ব্যাপ্ত প্রতিফলন



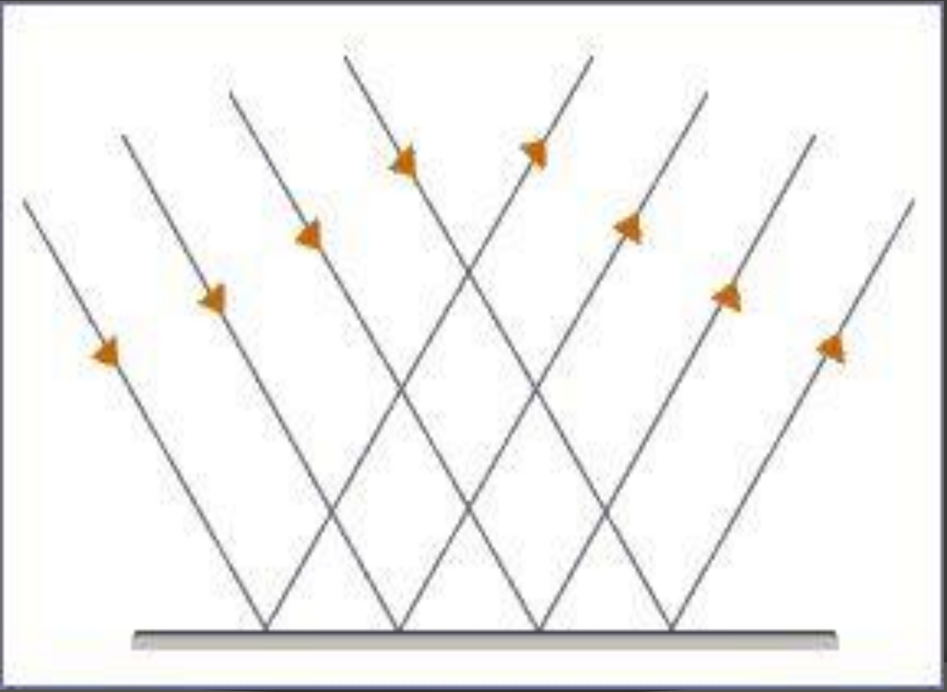


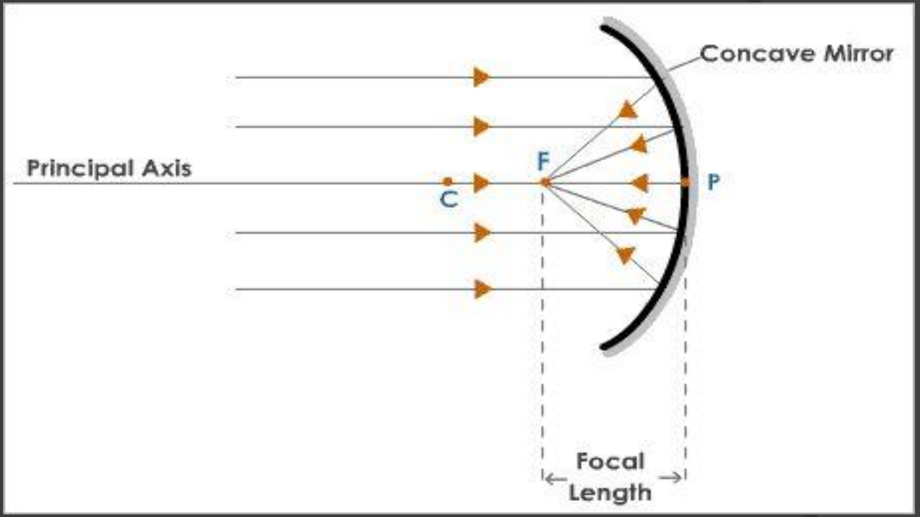
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

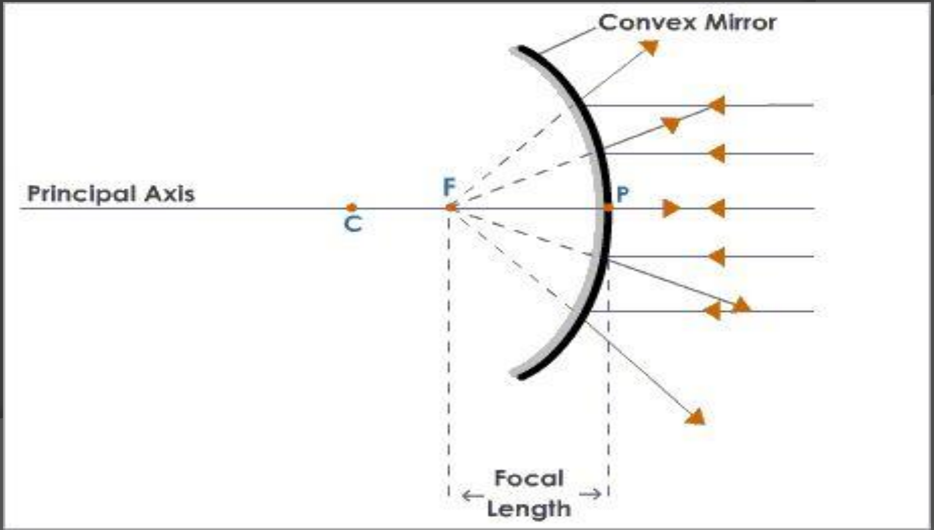
১.নিয়মিত প্রতিফলন ঃ যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোক রশ্মি কোনো পৃষ্টে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর রশ্মিগুচ্ছ যদি সমান্তরাল থাকে বা অভিসারী বা অপসারী গুচ্ছে পরিনত হয় তবে আলোর সেই প্রতিফলনকে নিয়মিত প্রতিফলন বলে। যথা-

পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

আলোর নিয়মিত প্রতিফলনের চিত্র

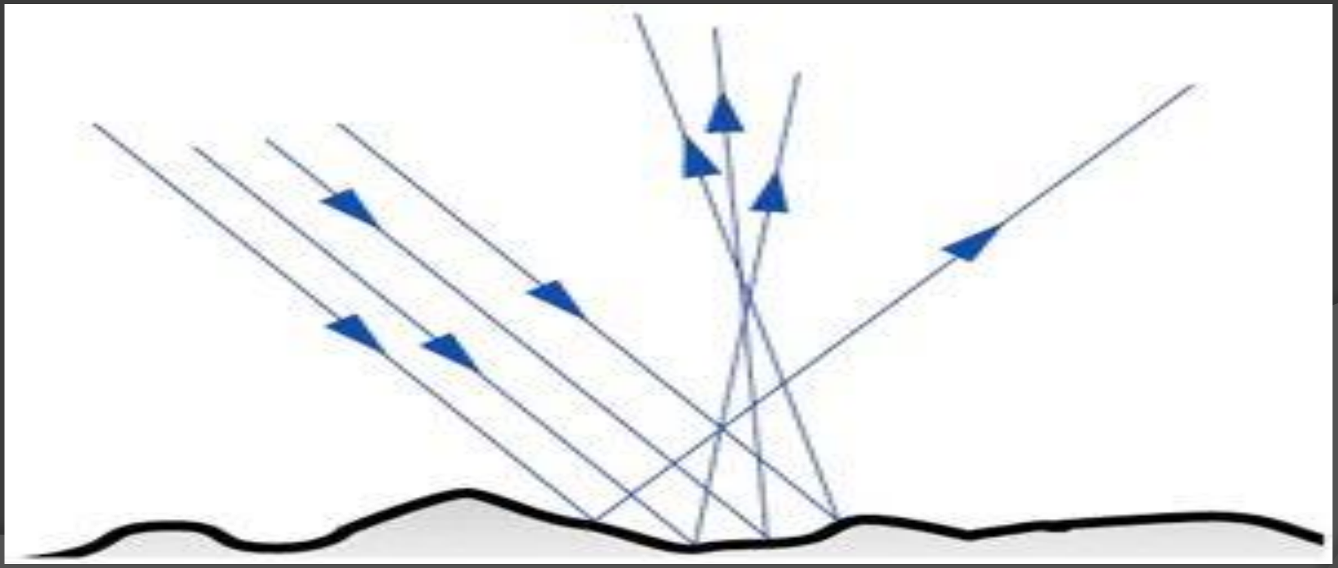






পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

২.অনিয়মিত প্রতিফলনঃ যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোক রশ্মি কোনো পৃষ্টে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর রশ্মিগুচ্ছ আর সমান্তরাল থাকে না বা অভিসারী বা অপসারী গুচ্ছে পরিনত হয় না তবে আলোর সেই প্রতিফলনকে অনিয়মিত প্রতিফলন বা ব্যপ্ত প্রতিফলন বলে। যথা-

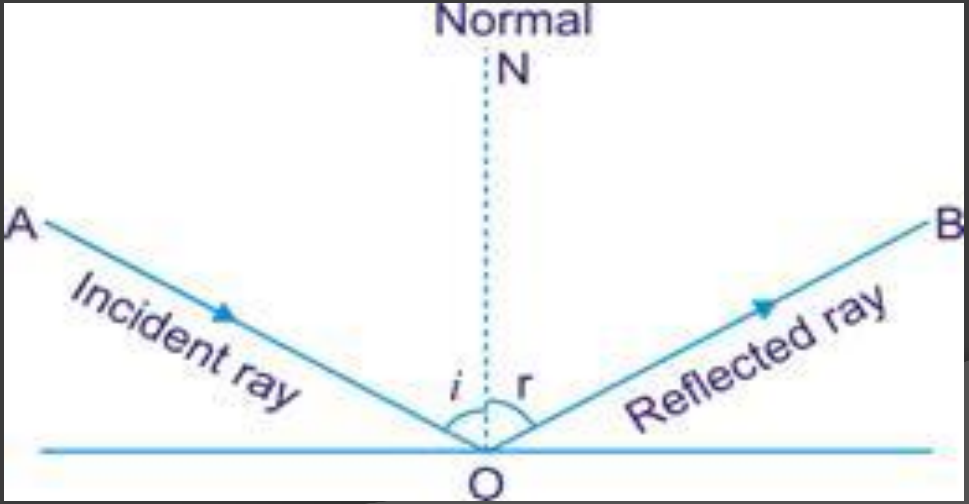


প্রশ্ন-৪ ঃ আলোর প্রতিফলনের সূত্র দুটি বিবৃত ও ব্যাখ্যাকর।

আলোর প্রতিফলনের সূত্র দুটি নিম্নে বিবৃত ও ব্যাখ্যা করা হলোঃ

প্রথম সূত্রের বিবৃতিঃ আপতিত রশ্মি, আপাতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব এবং প্রতিফলিত রশ্মি একই সমতলে থাকে।

<u>প্রথম সূত্রের ব্যাখ্যাঃ</u> আপতিত রশ্মি“AO”,আপাতন বিন্দু “O”তে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব “ON” এবং প্রতিফলিত রশ্মি “OB”একই সমতলে থাকে(চিত্র দ্রষ্টব্য)।



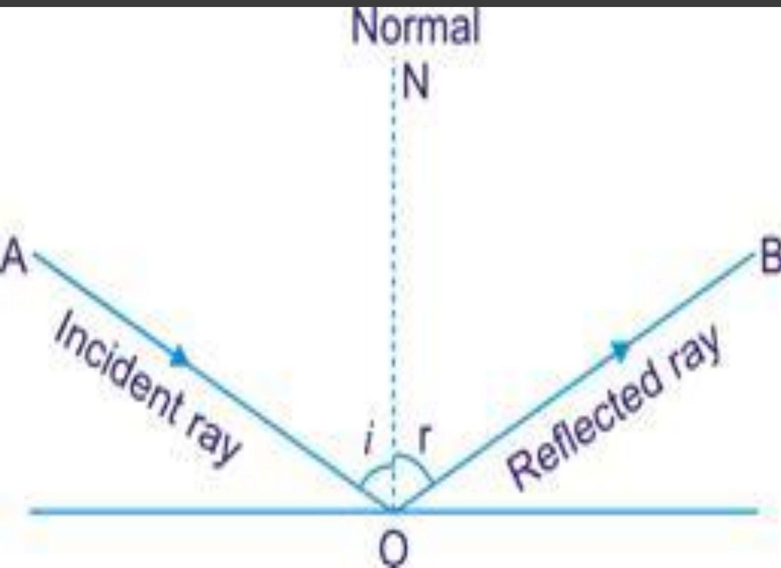
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

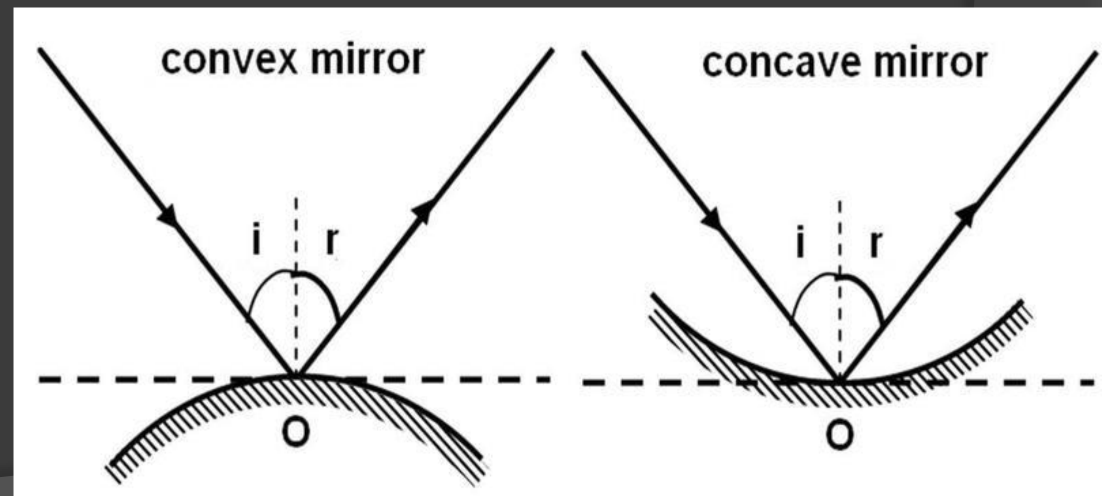
<u>দ্বিতীয় সূত্রের বিবৃতিঃ</u> আপাতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ সর্বদা সমান থাকে।

<u>ব্যাখ্যাঃ</u> সমতল দর্পনের চিত্র হতে পাই, আপাতন কোণ

<AON= <i এবং **<NOB= <r** এই সূত্রানুসারে, **<i = <r**

অনুরূপ ভাবে উত্তল ও অবতল দর্পণের চিত্র হতে প্রমানকরা যায় যে, **<i = <r**





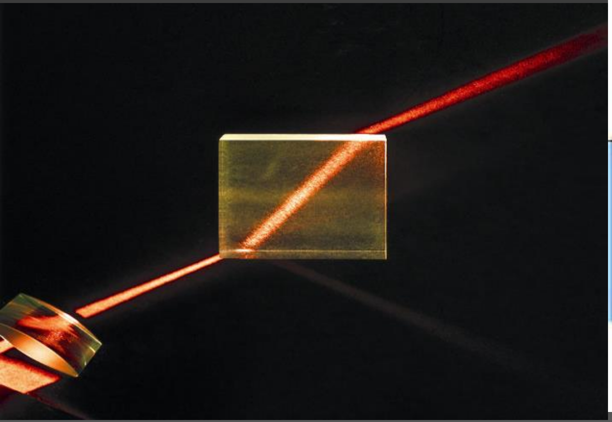
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

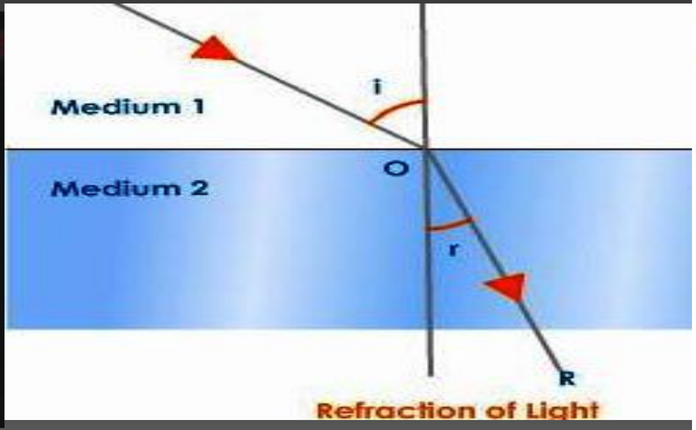
প্রশ্ন-৫ ঃ আলোর প্রতিসরণ বলতে কী বুঝ ?

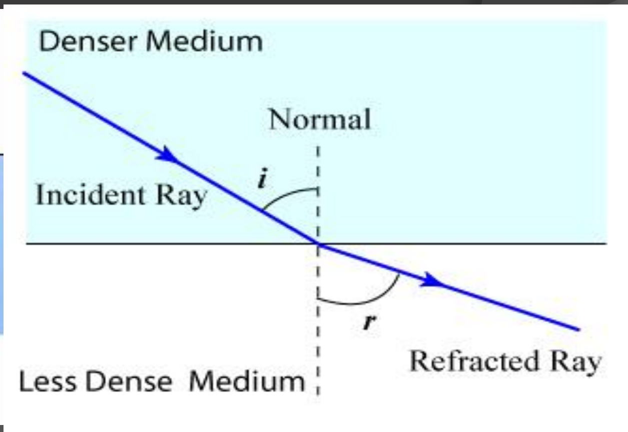
আলোর প্রতিসরণঃ আলোকরশ্মি এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে যাওয়ার সময় মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদ তলে তির্যকভাবে আপতিত আলোকরশ্মির দিক পরিবর্তন করার ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে।

আলোকরশ্মি হালকা থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করলে প্রতিসরিতরশ্মি অভিলম্বেরদিকে বেকে যায়।

আলোকরশ্মি ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করলে প্রতিসরিতরশ্মি অভিলম্ব থেকে দূরেসরে যায়। নিম্নের চিত্র দ্রষ্টব্য-







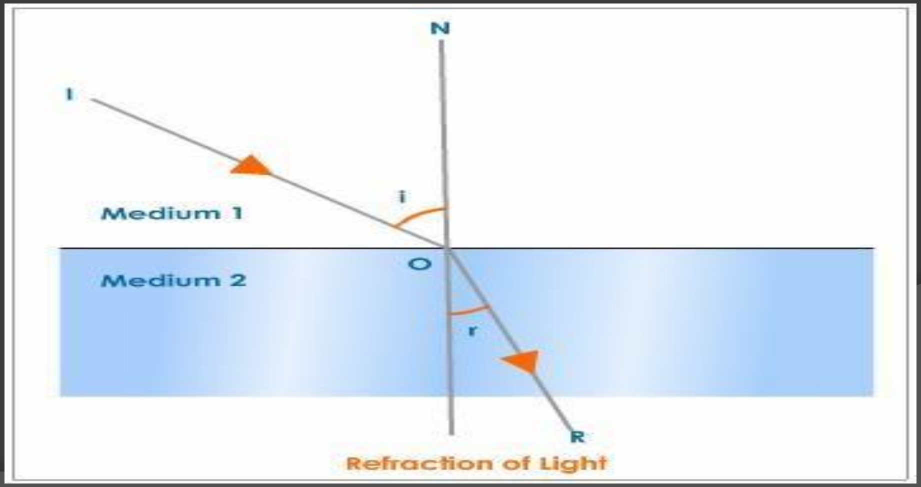
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

<u>প্রশ্ন-৬ ঃ আলোর প্রতিসরণের সূত্র দুটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর।</u>

আলোর প্রতিসরণের সূত্র দুটি নিম্নে বিবৃত ও ব্যাখ্যা করা হলোঃ-

<u>১ম সূত্র ঃ</u> আপতিতরশ্মি, আপাতন বিন্দুতে বিভেদ তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব ও প্রতিসরিতরশ্মি একই সমতলে থাকে।

<u>১ম সূত্রের ব্যাখ্যা</u> ঃ আপতিতরশ্মি “IO”, আপাতন বিন্দু “O”তে বিভেদ তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব “ON” ও প্রতিসরিতরশ্মি “OR”একই সমতলে থাকে। নিচের চিত্র দ্রষ্টব্য-

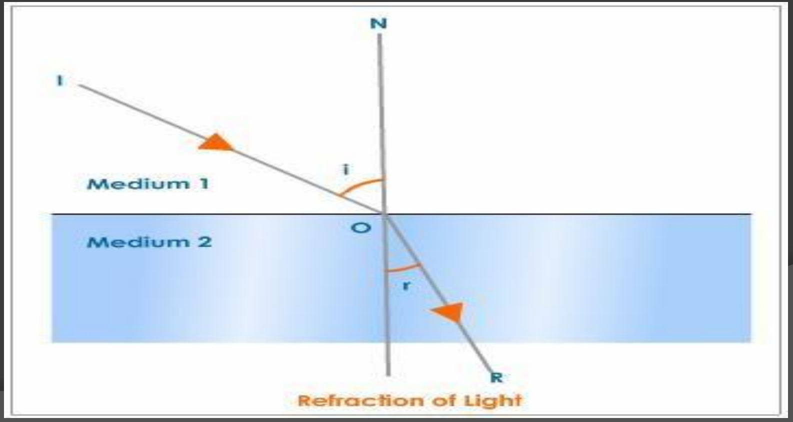


পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

২য় সূত্র ঃ আলো যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপাতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদাই ধ্রুব থাকে।

২য় সূত্রের ব্যাখ্যা ঃ নিচের চিত্র হইতে পাই, আপাতন কোন<**ION = i** এবং প্রতিসরণ কোণ<**N′OR = r** । তাহলে এই সূত্রানুসারে -

Sini / Sinr = ধ্রুবক। এই ধ্রুব সংখ্যাকে **μ** দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এই ধ্রুব সংখ্যাই ১ম মাধ্যমের সাপেক্ষে ২য় মাধ্যমের প্রতিসরাংক।



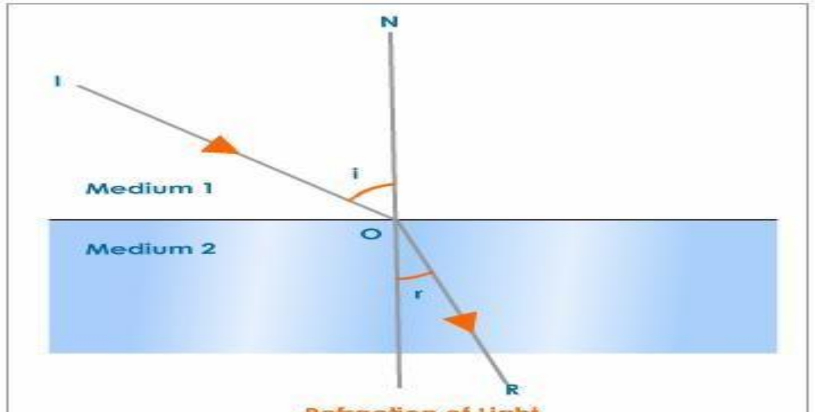
Refraction of Light

পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

প্রশ্ন-৭ ঃ আপেক্ষিক প্রতিসরাঙ্ক ও পরম প্রতিসরাঙ্ক বলতে কী বুঝ ?

আপেক্ষিক প্রতিসরাঙ্ক ঃ আলো যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপাতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদাই ধ্রুব থাকে। এই ধ্রুব সংখ্যাই ঐ নির্দিষ্ট রঙের জন্য ১ম মাধ্যমের সাপেক্ষে ২য় মাধ্যমের আপেক্ষিক প্রতিসরাংক। নিচে চিত্রে ১ম মাধ্যমের সাপেক্ষে ২য় মাধ্যমের আপেক্ষিক প্রতিসরাংক ${}_1\mu_2$ হলে

$${}_1\mu_2 = Sini / Sinr$$

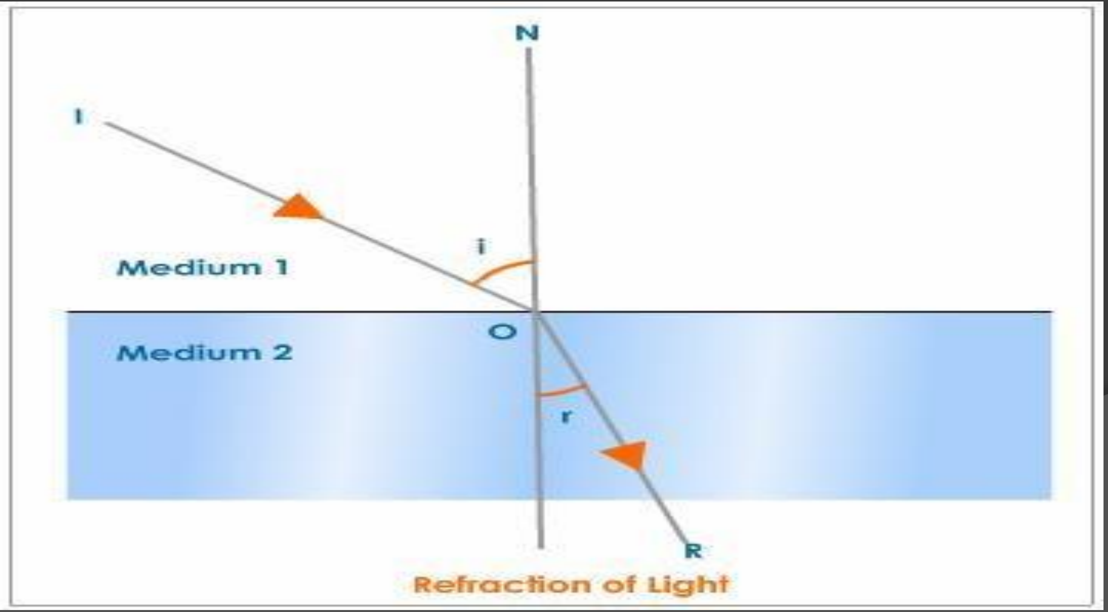


Refraction of Light

পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

পরম প্রতিসরাঙ্ক ঃ আলোকরশ্মি যখন শূন্য মাধ্যম থেকে অন্য কোন স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপাতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে ঐ রঙের জন্য ঐ মাধ্যমের পরম প্রতিসরাংঙ্ক বলে। নিচের চিত্রে শূন্য মাধ্যমের সাপেক্ষে অন্য কোন স্বচ্ছ মাধ্যমের পরম প্রতিসরাংক μ হলে

μ = Sini / Sinr



Refraction of Light

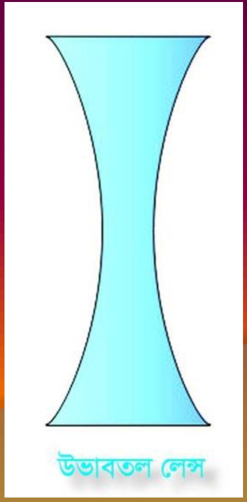
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

প্রশ্ন-৮ ঃ লেন্স কাকে বলে ? উহার প্রকারভেদ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

লেন্স ঃ দুটি গোলীয় অথবা একটি গোলীয় ও একটি সমতল অথবা দুটি বেলনাকৃতি অথবা একটি বেলনাকৃতি ও একটি সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোন স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

লেন্সের প্রকারভেদ ঃ লেন্স প্রধানত দুইপ্রকার । যথা-

১.স্থুলমধ্য বা উত্তল বা অভিসারী লেন্স (Convex lens)
২.ক্ষীণমধ্য বা অবতল বা অপসারী লেন্স (Concave lens)



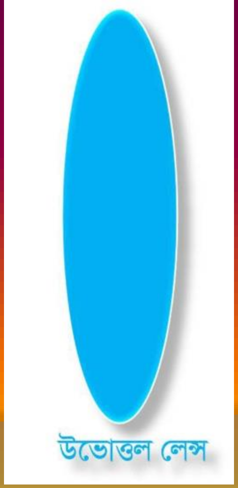
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

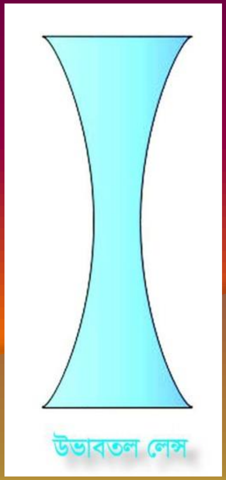
১.স্থুলমধ্য বা উত্তল বা অভিসারী লেন্স (Convex lens) ঃ

যে লেন্সের মধ্যভাগ মোটা ও প্রান্তভাগ সরু তাকে স্থুলমধ্য বা উত্তল লেন্স বলে। এই লেন্স একগুচ্ছ আলোকরশ্মিকে অভিসারী গুচ্ছে পরিনত করে থাকে বলে একে অভিসারী লেন্সও বলে। নিচের চিত্র দেখ-

২.ক্ষীণমধ্য বা অবতল বা অপসারী লেন্স (Concave lens)ঃ

যে লেন্সের মধ্যভাগ সরু ও প্রান্তভাগ মোটা তাকে ক্ষীণমধ্য বা অবতল লেন্স বলে। এই লেন্স একগুচ্ছ আলোকরশ্মিকে অপসারী গুচ্ছে পরিনত করে থাকে বলে একে অপসারী লেন্সও বলে। নিচের চিত্র দেখ-





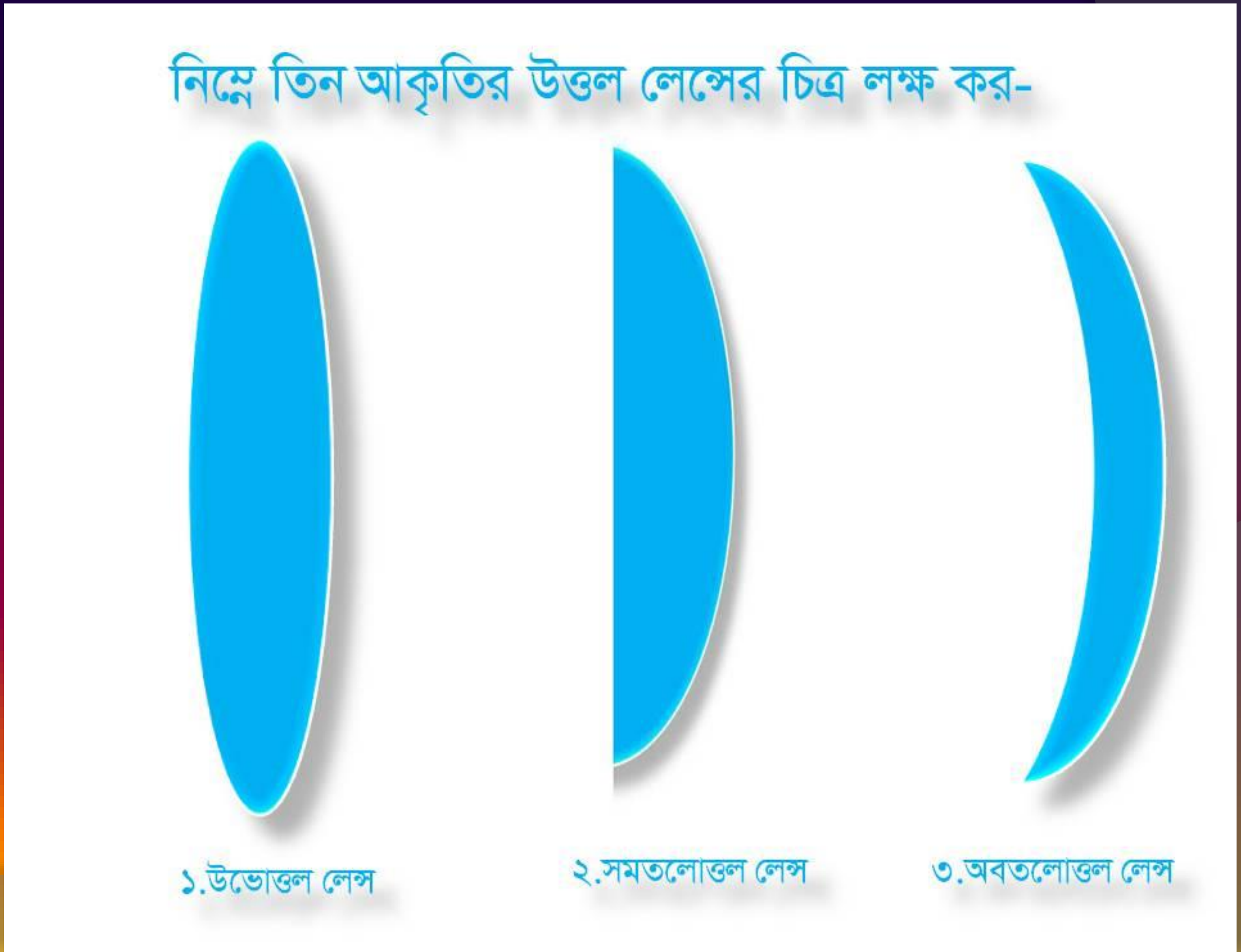
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

আকৃতির উপর ভিত্তিকরে স্থূলমধ্য বা উত্তল বা অভিসারী লেন্সকে আবার তিন ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

১. উভোত্তল বা দ্বি- উত্তল লেন্স।

২. সমতলোত্তল লেন্স।

৩. অবতলোত্তল লেন্স।



পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

আকৃতির উপর বৃত্তিকরে ক্ষীণমধ্য বা অবতল বা অপসারী লেন্সকে আবার তিন ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

১. উভাবতল বা দ্বি- অবতল লেন্স।

২. সমতলাবতল লেন্স।

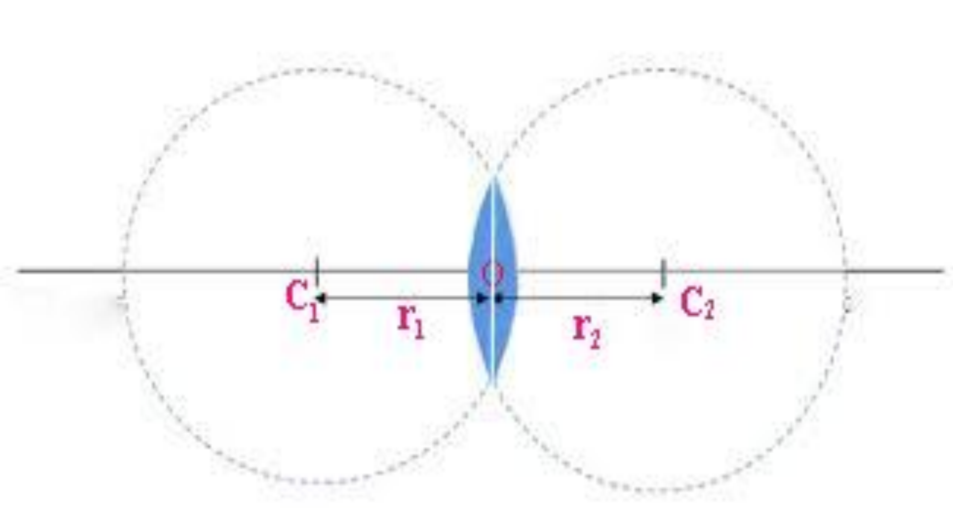
৩. উত্তলাবতল লেন্স।

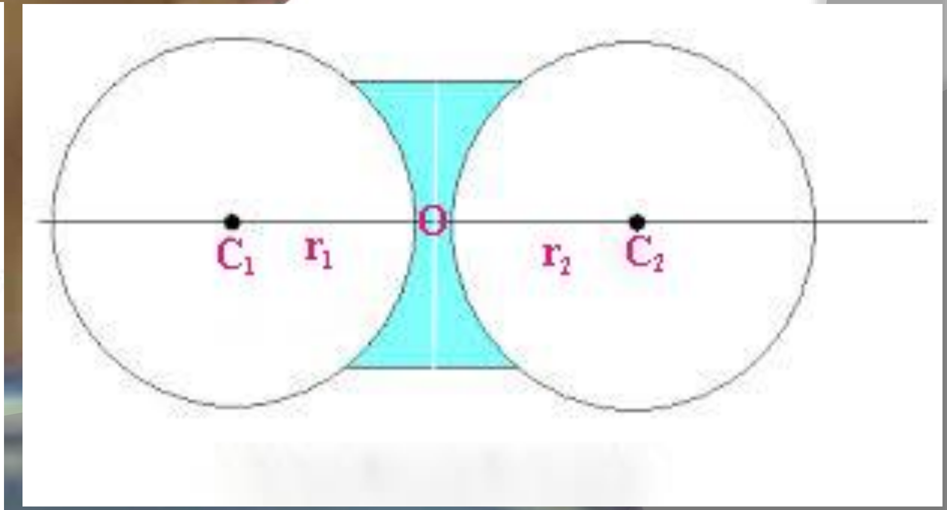
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

প্রশ্ন-১০ঃ লেন্সের ক্ষেত্রে সংজ্ঞা দাও ঃ

বক্রতার কেন্দ্র, বক্রতার ব্যাসার্ধ, প্রধান অক্ষ, প্রধান ফোকাস, ফোকাস দূরত্ব, আলোক কেন্দ্র।

বক্রতার কেন্দ্র ঃ লেন্সের সংজ্ঞা থেকে দেখাযায় যে, এর প্রত্যেকটি পৃষ্ঠ এক একটি গোলকের অংশ। সুতরং লেন্সের বক্রতার কেন্দ্র দুটি। লেন্সের কোন পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের কেন্দ্রকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র বলে। নিচের চিত্রে C_1 ও C_2 লেন্সের বক্রতার কেন্দ্র।

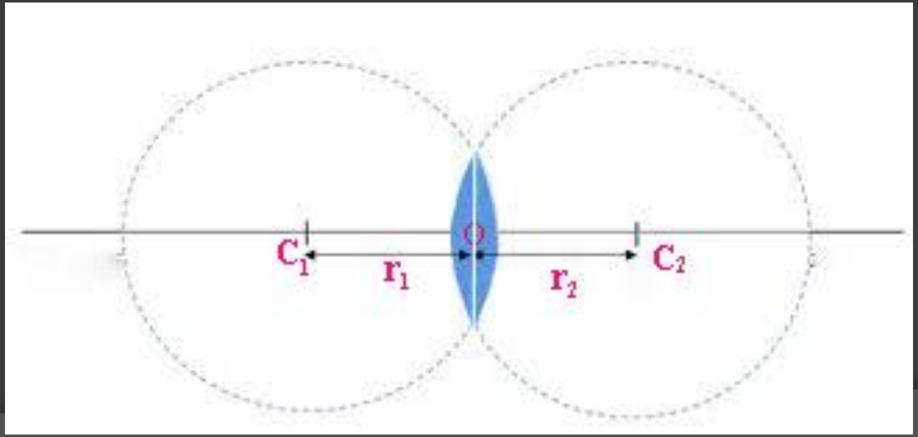


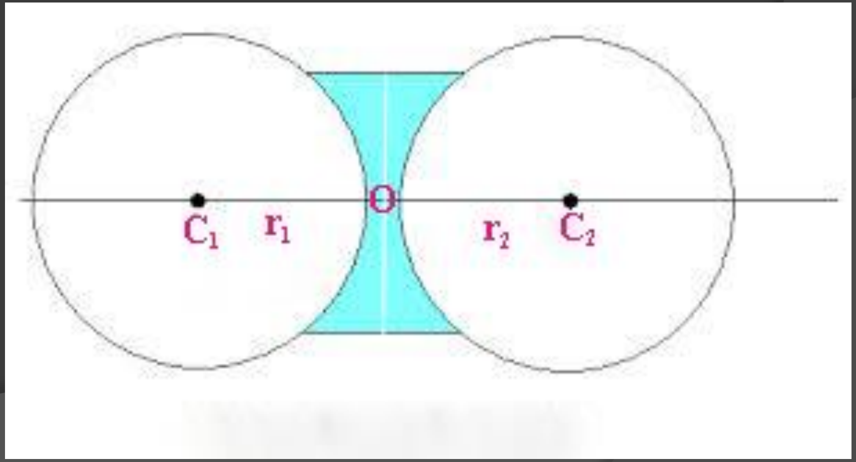


পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

বক্রতার ব্যাসার্ধ ঃ লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ দুটি। লেন্সের কোন পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে। চিত্রে r_1 ও r_2 যথাক্রমে লেন্সের প্রথম ও দ্বিতীয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ।

প্রধান অক্ষ ঃ লেন্সের উভয় পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্রের মধ্যদিয়ে গমনকারী সরল রেখাকে প্রধান অক্ষ বলে। চিত্রে C_1 ও C_2 এর মধ্যদিয়ে গমনকারী সরল রেখাই লেন্সের প্রধান অক্ষ।



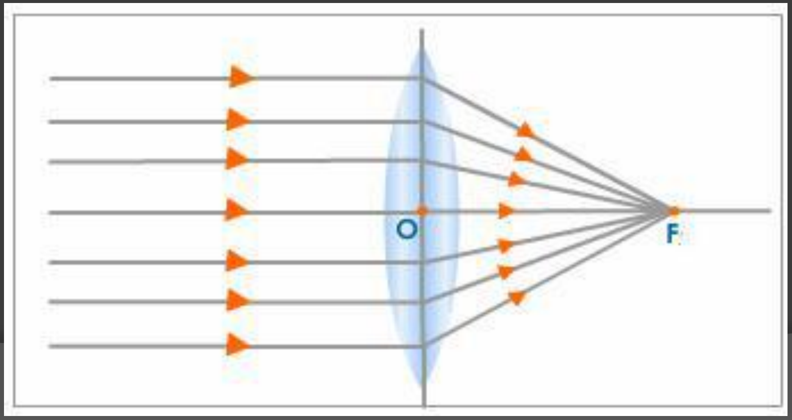


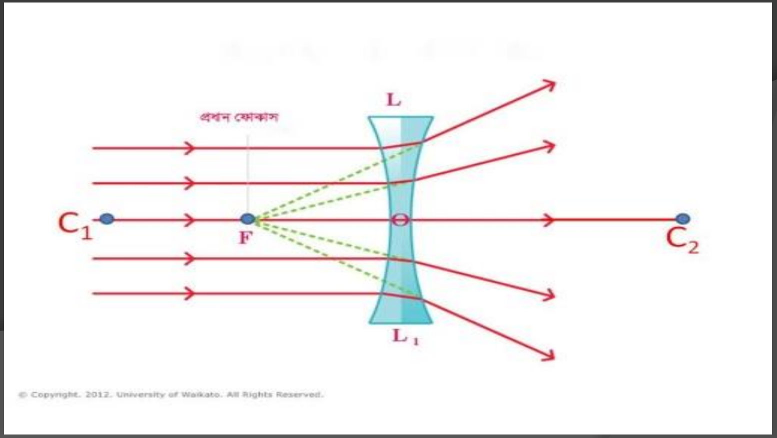
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

প্রধান ফোকাস ঃ লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল আপতিত রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয় (উত্তল লেন্সে) বা যে বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (অবতল লেন্সে) সেই বিন্দুকে লেন্সের প্রধান ফোকাস বলে। চিত্রে F বিন্দু লেন্সের প্রধান ফোকাস।

আলোক কেন্দ্র ঃ লেন্সের প্রধান অক্ষের উপরস্থ এমন একটি বিন্দু যার মধ্যদিয়ে আলোক রশ্মি গেলে এর দিকের কোন পরিবর্তন হয় না সেই বিন্দুকে লেন্সের আলোক কেন্দ্র বলে। চিত্রে O বিন্দু লেন্সের আলোক কেন্দ্র।

ফোকাস দূরত্ব ঃ লেন্সের আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে। চিত্রে OF=f ফোকাস দূরত্ব।





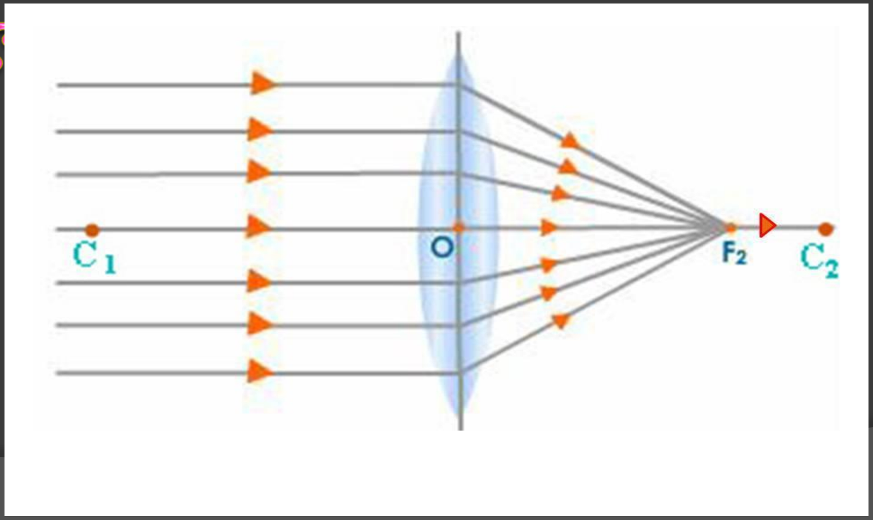
পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

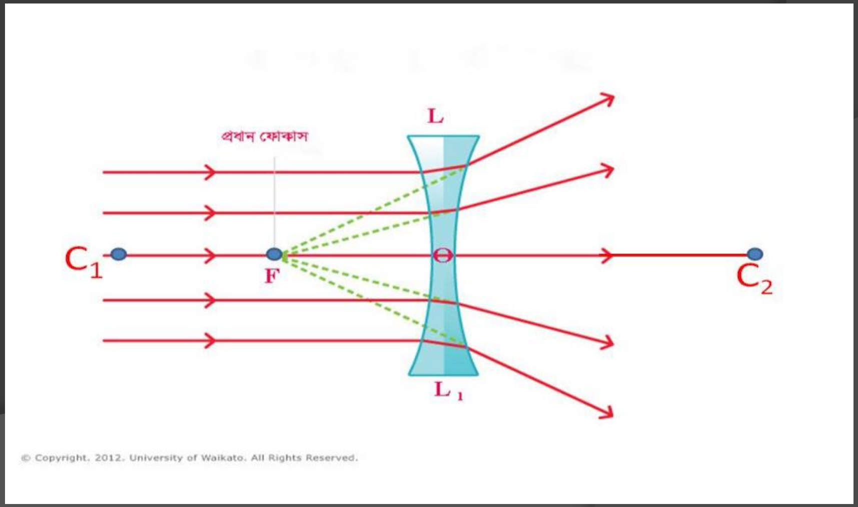
প্রশ্ন-১১ ঃ লেন্সে আলোক রশ্মির প্রতিসরণের নিয়মগুলি ব্যাখ্যা কর।

লেন্সে আলোক রশ্মির প্রতিসরণের নিয়মঃ

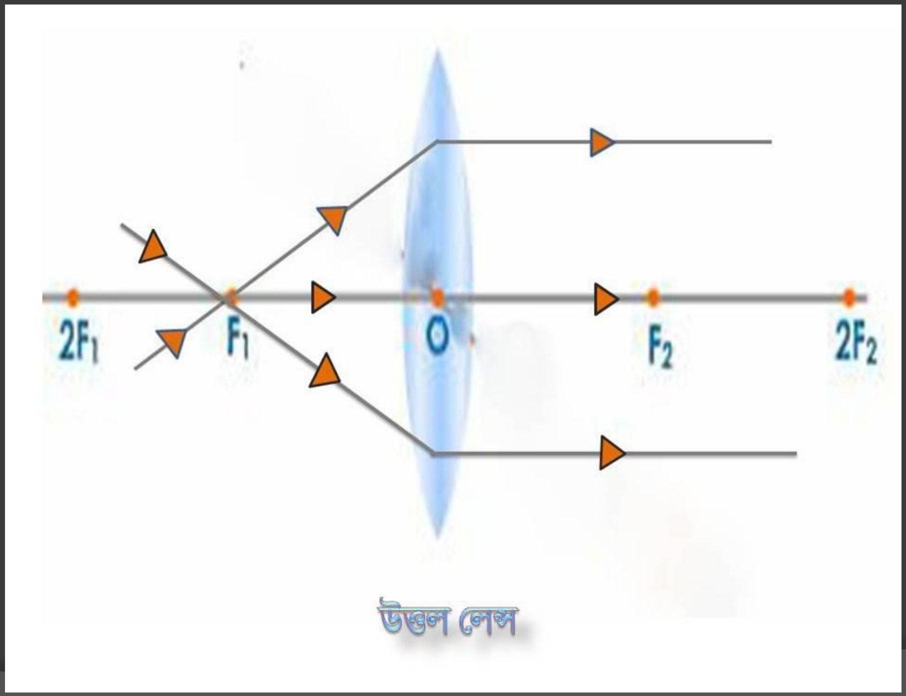
১.লেন্সের প্রধান অক্ষ বরাবর আপতিত রশ্মি প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষ বরাবর সোজাসোজি চলে যায়। চিত্রে C_1OC_2রেখা প্রধান অক্ষ।

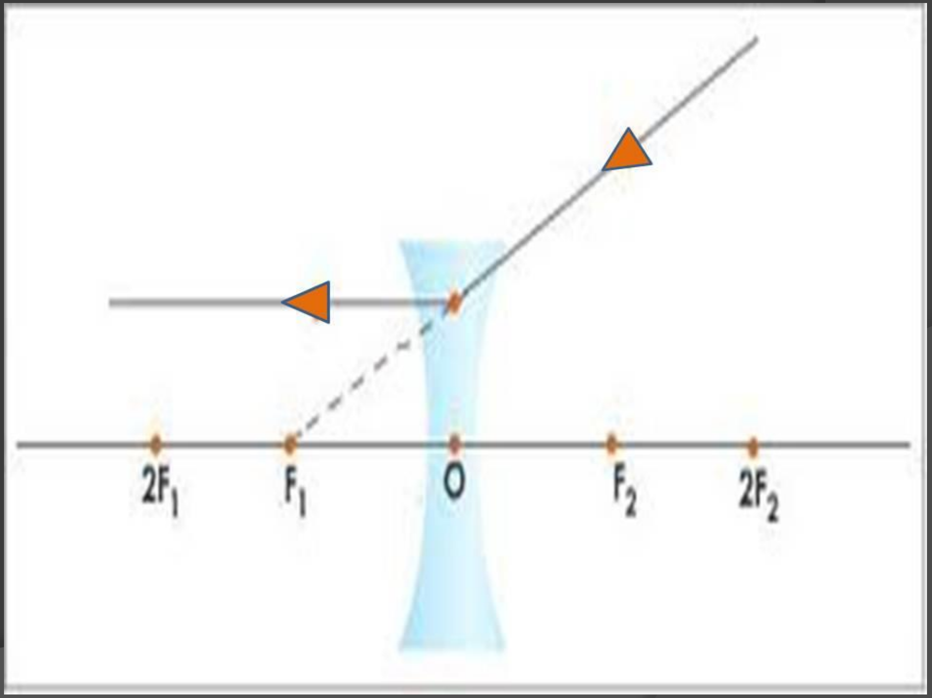
২.লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল আপতিত রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের উপরস্থ একটি বিন্দুতে মিলিত হয় (উত্তল লেন্সে) বা প্রধান অক্ষের উপরস্থ একটি বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়(অবতল লে





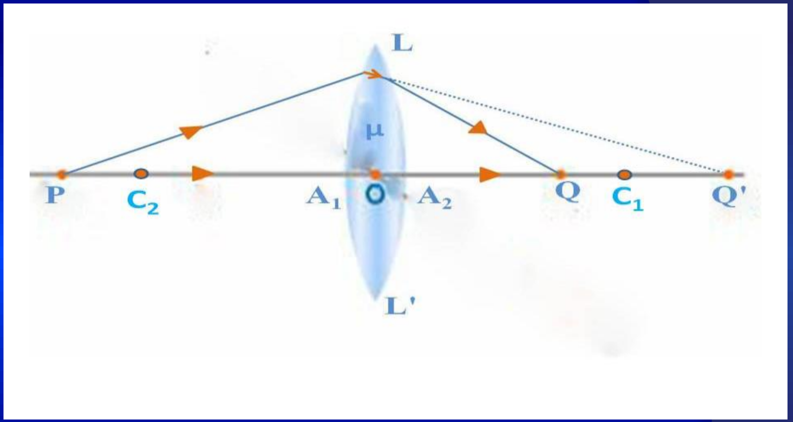
৩.লেন্সের প্রধানফোকাসের মধ্যদিয়ে আপতিত রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়েযায় (উত্তল লেন্সে) বা প্রধানফোকাস অভিমুখে আপতিত রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়েযায় (অবতল লেন্সে)। নিচের চিত্র লক্ষ কর-





প্রশ্ন-১১ ঃ লেন্স তৈরীর গাণিতিক সমীকরণটি প্রতিপাদন কর।

লেন্স তৈরীর গাণিতিক সমীকরণটির প্রতিপাদন ঃ



চিত্রে ধরাযাক, LOL' একটি সরু লেন্স। লেন্সটি বায়ু মাধ্যমে অবস্থিত। লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক μ । লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর P একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু।

P বিন্দু থেকে নিঃসৃত একটি আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষ PO বরাবর A_1 বিন্দুতে আপতিত হয়ে সোজাসুজি প্রতিসরিত হয়। অপর একটি আলোকরশ্মি লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠে প্রতিসরিত হয়ে প্রধান অক্ষের উপরস্থ Q' বিন্দুতে বিম্ব গঠন করে। এই Q' বিম্ব লেন্সের দ্বিতীয় পৃষ্ঠের জন্য অবাস্তব লক্ষ্যবস্তু হিসাবে কাজ করে। প্রতিসৃত রশ্মি দুটি Q বিন্দুতে মিলিত হয় বলে Q হচ্ছে P বিন্দুর বাস্তব বিম্ব।

পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

এখন, লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠে প্রতিসরণ বিবেচনা করলে এবং সরু লেন্স বলে এর পুরুত্ব উপেক্ষা করলে প্রথম পৃষ্ঠের মেরু A_1এবং লেন্সের আলোক কেন্দ্র O কে একই বিন্দু O বিবেচনা করা যায়। অতএব,

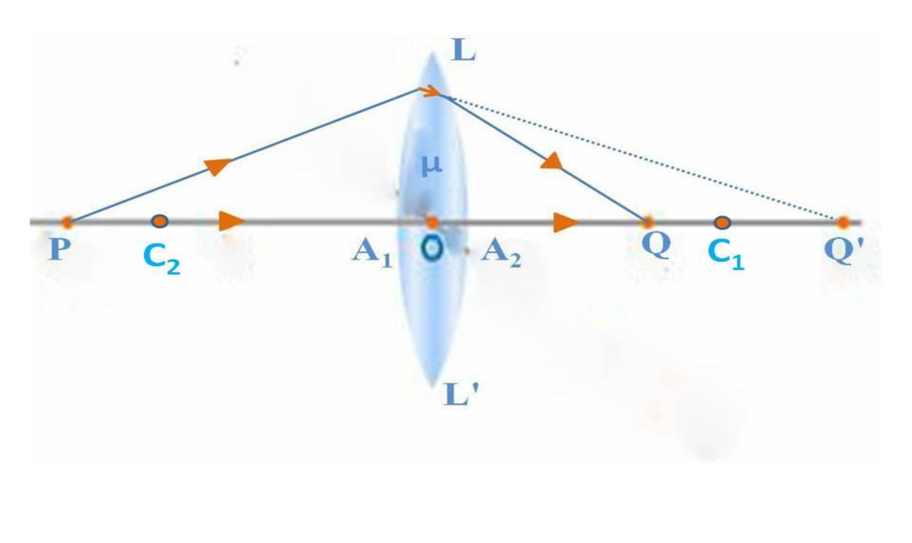
লক্ষ বস্তুর দূরত্ব $OP = u$

বিম্বের দূরত্ব $OQ' = v'$

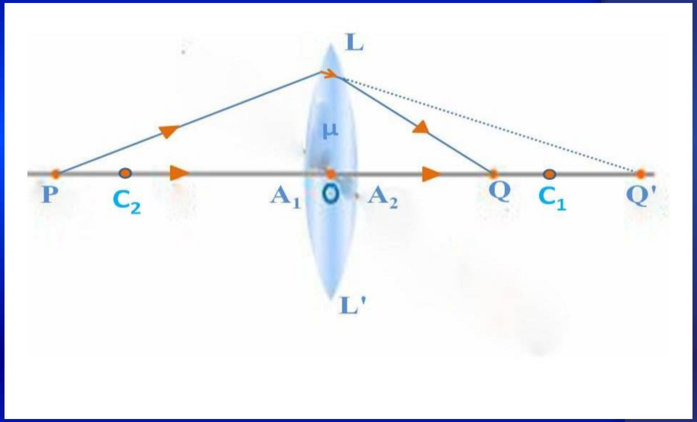
প্রথম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ $OC_1 = r_1$

সুতরাং লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠের প্রতিসরণের জন্যে লেখাযায়-

$$\mu/v' + 1/u = (\mu-1)/r_1 \quad \dots\ \dots (1)$$



আবার,লেন্সের দ্বিতীয় পৃষ্ঠে প্রতিসরণের সময় আলো লেন্স থেকে বায়ুতে প্রবেশ করছে এবং Q' বিম্ব অবাস্তব লক্ষবস্তু হিসাবে কাজ করছে। এক্ষেত্রে দ্বিতীয় পৃষ্ঠের মেরু A_2 এবং লেন্সের আলোক কেন্দ্র O কে একই বিন্দু O বিবেচনা করে



লক্ষবস্তুর দূরত্ব OQ'=-v'

বিম্বের দূরত্ব OQ = v

দ্বিতীয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ $OC_2 = r_2$

সুতরাং,লেন্সের দ্বিতীয় পৃষ্ঠে প্রতিসরণের জন্যে লেখাযায়-

$1/v + 1/-v' = (\mu-1)/- r_2$ ... ... (2)

এখন, সমীকরণ (1) ও (2) যোগকরে পাই,

$1/v+1/u = (\mu-1)(1/r_1-1/r_2)$

$1/f = (\mu-1)(1/r_1-1/r_2)$ এটিই লেন্স তৈরীর সাধারণ সমীকরণ।

পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ-টি এস সি, টাঙ্গাইল।

গাণিতিক সমস্যা ঃ একটি উভোত্তল লেন্সের দুই পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 15 cm এবং30 cm । লেন্সটির উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক 1.5 হলে এর ফোকাস দূরত্ব কত ?

এখানে,

উত্তল লেন্সের ১ম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ		$r_1 = 15$ cm
" " ২য় " " "		$r_2 = -30$ cm
" " উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক		$\mu = 1.5$
" " ফোকাস দূরত্ব		$f = ?$

আমরা জানি, $1/f = (\mu-1)\,(1/r_1 - 1/r_2)$

$= (1.5-1)\,(1/15 + 1/30)$

$1/f = 1/20$

$f = 20$ cm

আল্লাহ্ তোমাদের সহায় হউন

আজ এ পর্যন্তই

খোদা হাফেজ।