Daily Assam

নৱম অধ্যায়

ৰশ্মি পোহৰ বিজ্ঞান আৰু আলোক যন্ত্ৰ

(RAY OPTICS AND OPTICAL INSTRUMENTS)

9.1 আগকথা (Introduction)

প্ৰকৃতিয়ে আমাৰ চকুক (প্ৰকৃততে চকুৰ ৰেটিনাক) বিদ্যুৎচুম্বকীয় তৰংগৰ (electromagnetic wave) এটি ক্ষুদ্ৰ অংশৰ প্ৰতি সংবেদন শীলতাৰ ক্ষমতা প্ৰদান কৰিছে। বিদ্যুৎচুম্বকীয় তৰংগৰ এই সৰু অঞ্চলটোৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ (wavelength) পৰিসৰ হ'ল প্ৰায় 400 nm ৰ পৰা 750 nm পৰ্য্যন্ত। এই অংশটোক আমি পোহৰ বুলি কওঁ। আমাৰ চাৰিওফালৰ পৃথিৱীখন বুজিবলৈ আমি প্ৰধানকৈ পোহৰ আৰু আমাৰ দৃষ্টি শক্তিৰ সহায় লওঁ।

সাধাৰণ অভিজ্ঞতাৰ ভিত্তিত আমি পোহৰৰ দুটা বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কৰিব পাৰো। প্ৰথমটো হ'ল, পোহৰে তীব্ৰ বেগৰে গতি কৰে; আৰু দ্বিতীয়টো হ'ল, ই সৰল ৰেখাত গতি কৰে। পোহৰৰ বেগ যে অসীম নহয়, আৰু এই বেগ যে পৰীক্ষাৰ দ্বাৰা জুখি উলিয়াব পাৰি সেয়া মানুহে কিছু পলমকৈ বুজিব পাৰিছিল। শূন্যস্থানত (vacuum) পোহৰৰ বেগ $c = 2.99792458 \times 10^8 \ ms^{-1}$ বুলি বৰ্তমান গ্ৰহণ কৰা হৈছে। সাধাৰণ হিচাপ-নিকাচৰ বাবে এই মান $c = 3 \times 10^8 \ ms^{-1}$ বুলি ধৰা হয়। শূন্যস্থানত পোহৰৰ বেগেই হ'ল প্ৰকৃতিত পাব পৰা সৰ্বোচ্চ বেগ।

ইতিমধ্যে অষ্টম অধ্যায়ত আমি পঢ়ি আহিছো যে পোহৰ এবিধ তৰংগহে; আৰু ইয়াৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য বিদুৎচুম্বকীয় তৰংগৰ দৃশ্যমান অঞ্চলৰ অন্তৰ্ভূক্ত। পোহৰৰ তৰংগৰ চৰিত্ৰটো আৰু পোহৰে সৰল ৰেখাত গতি কৰা আমাৰ সাধাৰণ অভিজ্ঞতাটো পৰস্পৰ বিৰোধী ধাৰণা যেন লাগে। এই দুয়োটা ধাৰণা একেলগে কেনেকৈ সত্য হ'ব পাৰে? ইয়াৰ উত্তৰটো হ'ল যে আমি সচাৰচৰ দেখা বস্তুবোৰৰ আকাৰৰ (এই আকাৰবোৰ সাধাৰণতে ছেণ্টিমিটাৰ বা ততোধিক হয়) তুলনাত পোহৰৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য যথেষ্ট সৰু। এই সন্দৰ্ভত আমি দশম অধ্যায়ত পঢ়িবলৈ পাম যে এনে ক্ষুদ্ৰ তৰংগ দৈৰ্ঘ্যৰ তৰংগই এটা বিন্দুৰ পৰা আন এটা বিন্দুলৈ গতি কৰা পথক এডাল সৰলৰেখা বুলি ধৰিব পাৰি। এই সৰলৰৈখিক গতিপথটোক পোহৰৰ একোটা ৰশ্মি (Ray) বুলি কোৱা হয়। এনে একাধিক ৰশ্মিৰ একোটা থূপক পোহৰৰ ৰশ্মিপুঞ্জ (beam) বোলে।

এই অধ্যায়ত পোহৰক আমি ৰশ্মি বুলি গণ্য কৰি পোহৰৰ প্ৰতিফলন, প্ৰতিসৰণ আৰু বিচ্ছুৰণৰ

(dispersion) বিষয়ে আলোচনা কৰিম। প্ৰতিফলন আৰু প্ৰতিসৰণৰ মৌলিক নীতিবোৰ ব্যৱহাৰ কৰি আমি ইয়াত সমতল আৰু গোলাকাৰ পৃষ্ঠত হোৱা পোহৰৰ প্ৰতিফলন আৰু প্ৰতিসৰণৰ ফলত সৃষ্টি হোৱা প্ৰতিবিম্বৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিম। তাৰ পিচত আমি মানুহৰ চকুৰ লগতে কেইটামান গুৰুত্বপূৰ্ণ আলোক যন্ত্ৰৰ নিৰ্মাণ আৰু কাৰ্য্যপদ্ধতিৰ বিষয়ে আলোচনা আগবঢ়াম।

নিউটন বুলি ক'লেই আমাৰ মনলৈ সাধাৰণতে এই প্ৰখ্যাত বিজ্ঞানীগৰাকীয়ে গণিত, বলবিজ্ঞান আৰু মহাকৰ্ষণলৈ তেওঁ আগবঢ়োৱা মৌলিক অৱদানসমূহৰ কথাহে আহে। পিচে এই মনিষী গৰাকী পোহৰ বিজ্ঞানৰো এগৰাকী বাটকটীয়া স্বৰূপ আছিল। গ্ৰীক দাৰ্শনিক ডেকাৰ্টেই (Descartes) আগবঢ়োৱা পোহৰ-কণিকা তত্ত্বৰ (Corpuscular model of light) পৰৱৰ্তী বিকাশত নিউটনৰ গুৰুত্বপূৰ্ণ ভূমিকা আছে। এই আৰ্হিটোৰ মতে পোহৰৰ শক্তি কণিকাৰ (Corpuscle) ৰূপত থাকে। নিউটনৰ মতে পোহৰৰ কণিকাৰ ভৰ নাথাকে। তদুপৰি ইহঁত স্থিতিস্থাপক গুণবিশিষ্ট কণিকা। এই কণিকাবোৰৰ ওপৰত বলবিজ্ঞানৰ ধাৰণাবোৰ প্ৰয়োগ কৰি নিউটনে পোহৰৰ প্ৰতিফলন আৰু প্ৰতিসৰণৰ এক সবল ব্যাখ্যা আগবঢ়াবলৈ সক্ষম হৈছিল। মসৃণ, সমতল পৃষ্ঠ এখনত ৰবৰৰ বল এটা নিক্ষেপ কৰিলে বলটো যিদৰে ওফৰি যায় তাৰ পৰাই দেখা যায় যে বলটোৰ গতিপথে পোহৰৰ প্ৰতিফলনৰ নীতি মানি চলে। পৃষ্ঠ আৰু বলটোৰ মাজৰ সংঘাতটো স্থিতিস্থাপক হ'লে বলটোৰ বেগৰ মান সংঘাতৰ পিচতো একে থাকে। পৃষ্ঠখন মসৃণ হোৱাৰ বাবে পৃষ্ঠৰ সমান্তৰাল দিশত ৰবৰৰ বলটোৰ ওপৰত পৃষ্ঠখনে কোনো বল প্ৰয়োগ নকৰে। সেয়ে পৃষ্ঠৰ সমান্তৰাল দিশত বলটোৰ ৰৈখিক ভৰবেগৰ পৰিবৰ্তন নঘটে। সংঘাতত বলটোৰ কেৱল লম্ব দিশৰ ভৰবেগৰ দিশটোহে ওলোটা হৈ পৰে। নিউটনৰ মতে দাপোণত খুন্দা মৰা পোহৰৰ কণিকাবোৰৰ আচৰণো সদৃশ।

পোহৰৰ প্ৰতিসৰণৰ পৰিঘটনাৰ ব্যাখ্যা দিবলৈ নিউটনে যুক্তি দিলে যে পোহৰৰ কণিকাৰ বেগ বায়ুৰ তুলনাত পানী অথবা কাঁচ মাধ্যমত অধিক। অৱশ্যে পিছলৈ দেখা গ'ল যে ঘটনাটো ইয়াৰ ওলোটাহে—বায়ুৰ তুলনাত পানী আৰু কাঁচত পোহৰৰ বেগ কমেহে।

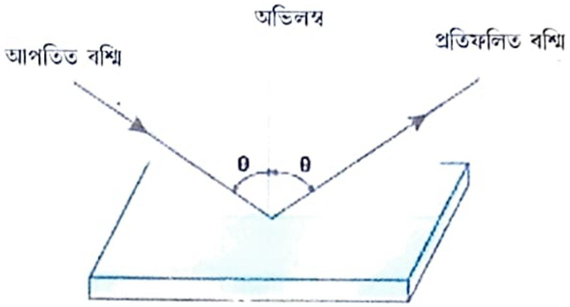
পোহৰ বিজ্ঞানত নিউটনৰ তাত্ত্বিক অৱদানতকৈ তেওঁৰ পৰীক্ষামূলক অৱদানহে অধিক। এইখিনিতে উল্লেখ কৰিব পাৰি যে নিউটনে নিজেও পোহৰ বিজ্ঞানৰ এনে কেইটামান পৰিঘটনা প্ৰত্যক্ষ কৰিছিল যিবোৰক পোহৰৰ কণিকাৰ ভিত্তিত ব্যাখ্যা কৰাটো কঠিন। যেনে পানীত ভাহি থকা তেলৰ চামনিত দেখিবলৈ পোৱা ভিন ভিন ৰঙৰ সমাহাৰ। পোহৰৰ আংশিক প্ৰতিফলনৰ পৰিঘটনা তেনে ধৰণৰ আন এক উদাহৰণ। পুখুৰীৰ পানীলৈ হাউলি চালে আমি নিজৰ মুখৰ প্ৰতিবিম্বৰ লগতে পুখুৰীৰ তলিখনো দেখিবলৈ পাওঁ। ইয়াৰ ব্যাখ্যা দিবলৈ গৈ নিউটনে মত পোষণ কৰিলে যে পুখুৰীৰ পানীৰ পৃষ্ঠত পৰা পোহৰৰ কণিকাবোৰৰ কিছুমান পৃষ্ঠখনৰ পৰা প্ৰতিফলিত হয় আৰু আন কিছুমান পৃষ্ঠৰ মাজেৰে সৰকি তলি পায়গৈ। পিচে কি বৈশিষ্ট্যৰ ভিত্তিত পোহৰৰ এচাম কণিকাই আন এচাম কণিকাৰ তুলনাত ভিন্ন আচৰণ কৰে? ইয়াৰ উত্তৰৰ বাবে নিউটনে পোহৰৰ কণিকাবোৰ এক নিশ্চয়তাহীন ধৰ্ম আছে বুলি ক'লে। এই ধৰ্মৰ বাবেই হেনো কিছুমান কণিকা প্ৰতিফলিত হয় আৰু আন কিছুমান পানীৰ পৃষ্ঠৰ মাজেৰে সৰকি যায়। পিচে পোহৰৰ আন কিছুমান পৰিঘটনা ব্যাখ্যা কৰাৰ ক্ষেত্ৰত পোহৰৰ আটাইবোৰ কণিকাৰ ধৰ্ম একে বুলি নিউটনে ধৰি লৈছিল। পোহৰক তৰংগ বুলি ধৰি ল'লে পিচে এই সমস্যাৰ উদ্ভৱ নহয়। বায়ু আৰু পানীৰ সংযোগ তলত আহি খুন্দা মৰা পোহৰৰ এটা তৰংগ সংযোগ তলত দুভাগ হৈ পৰে-এভাগ প্ৰতিফলিত আৰু আনভাগ প্ৰতিসৰিত হয়।

9.2 গোলাকাৰ দাপোণত পোহৰৰ প্ৰতিফলন
(Reflection of Light By Spherical Mirrors)

পোহৰৰ প্ৰতিফলনৰ নীতিৰ সৈতে আমি পৰিচিত। পোহৰৰ প্ৰতিফলনত প্ৰতিফলন কোণৰ (প্ৰতিফলক পৃষ্ঠ বা দাপোণৰ ওপৰত অঁকা অভিলম্ব আৰু প্ৰতিফলিত ৰশ্মিৰ মাজৰ কোণটো) মান আপতন কোণৰ (অভিলম্ব আৰু আপতিত ৰশ্মিৰ মাজৰ কোণটো) সমান হয়। তদুপৰি আপতিত ৰশ্মি, প্ৰতিফলিত ৰশ্মি আৰু আপতন বিন্দুত প্ৰতিফলন পৃষ্ঠৰ ওপৰত অঁকা অভিলম্ব একেখন সমতলত থাকে (চিত্ৰ 9.2)। প্ৰতিফলক পৃষ্ঠ সমতলেই হওঁক বা বক্ৰই হওঁক, এই নীতি দুটা সকলো বিন্দুতে প্ৰযোজ্য হয়। সেয়ে হ'লেও ইয়াত আমি বক্ৰ, অৰ্থাৎ গোলাকাৰ প্ৰতিফলক পৃষ্ঠৰ ক্ষেত্ৰতহে প্ৰতিফলন সম্পৰ্কীয় আলোচনা আগবঢ়াম।

এই ক্ষেত্ৰত আপতন বিন্দুত টনা স্পৰ্শকৰ ওপৰত অঁকা লম্ব ৰেখাডালক আমি অভিলম্ব হিচাপে ল'ম। অৰ্থাৎ অভিলম্ব গোলাকাৰ পৃষ্ঠখনৰ ব্যাসাৰ্দ্ধৰে থাকে-- ই ব্যাসাৰ্দ্ধ গোলাকাৰ দাপোণৰ ভাঁজ কেন্দ্ৰ (Centre of curvature) আৰু আপতন বিন্দুক সংযোগ কৰে।

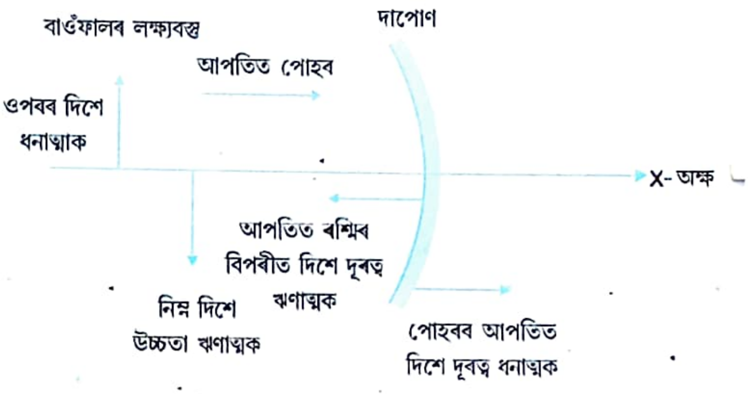
আমি ইতিমধ্যে পাই আহিছো যে গোলাকাৰ দাপোণৰ জ্যামিতিক মধ্যবিন্দুটোক দাপোণখনৰ মেৰু (Pole) বুলি কয় আৰু গোলাকাৰ লেন্সৰ মধ্যবিন্দুটোক তাৰ আলোক কেন্দ্ৰ (optical centre) বুলি কয়। গোলাকাৰ দাপোণৰ মেৰু আৰু ভাঁজ কেন্দ্ৰ সংযোগী ৰেখাডালক দাপোণখনৰ মুখ্য অক্ষ (principal axis) বোলে। আনহাতে গোলাকাৰ লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত মুখ্য অক্ষই লেন্সৰ আলোক বিন্দু আৰু মুখ্য ফ'কাছ বা মুখ্য নাভিক (principal focus) সংয়োগ কৰে।



চিত্ৰ 9-1 আপতিত ৰশ্মি, প্ৰতিফলিত ৰশ্মি আৰু আপতন বিন্দুত অঁকা অভিলম্ব একেখন সমতলত থাকে।

9.2.1 চিহ্ন প্ৰথা (Sign convention)

গোলাকাৰ দাপোণত হোৱা প্ৰতিফলন আৰু গোলাকাৰ লেন্সত হোৱা প্ৰতিসৰণৰ ক্ষেত্ৰত লক্ষ্যবস্তু, প্ৰতিবিম্ব, ইত্যাদিৰ দূৰত্ব সমীকৰণৰ দ্বাৰা প্ৰকাশ কৰিবলৈ আমি প্ৰথমে দূৰত্ব জোখাৰ এক চিহ্ন প্ৰথা (Sign convention) গ্ৰহণ কৰিব লাগিব। এইখন পুথিত আমি কাৰ্টেছীয় চিহ্ন প্ৰথা (Cartesian sign convention) ব্যৱহাৰ কৰিম। এই প্ৰথা অনুসৰি সকলোবোৰ দূৰত্ব দাপোণৰ মেৰু অথবা লেন্সৰ আলোকবিন্দুৰ পৰা জোখা হয়। আপতিত ৰশ্মিৰ দিশত জোখা আটাইবোৰ দূৰত্বক ধনাত্মক আৰু আপতিত ৰশ্মিৰ বিপৰীত দিশে জোখা দূৰত্বক ঋণাত্মক বুলি ধৰা হয় (চিত্ৰ 9.2)। দাপোণ বা লেন্সৰ মুখ্য অক্ষৰ ওপৰৰ দিশে থকা উচ্চতা সমূহক ধনাত্মক বুলি ধৰা হয়। আনহাতে x অক্ষৰ নিম্ন দিশে থকা উচ্চতাসমূহক ঋণাত্মক বুলি ধৰা হয়।



চিত্ৰ 9-2 কাৰ্টেছীয় চিহ্ন প্ৰথা

এই প্ৰথা ব্যৱহাৰ কৰিলে দাপোণ বা লেন্স দুয়োটাৰ বাবে লক্ষ্যবস্তু আৰু প্ৰতিবিম্ব গঠনৰ আটাইবোৰ পৰিস্থিতিৰ বাবে মাত্ৰ একোটা সাধাৰণ সমীকৰণ ব্যৱহাৰ কৰিলেই হয়।

9.2.2 গোলাকাৰ দাপোণৰ নাভি দৈৰ্ঘ্য (Focal length of Spherical Mirrors)

সমান্তৰাল ৰশ্মিপুঞ্জ এটা এখন (a) অৱতল, আৰু (b) উত্তল দাপোণত আপতিত হ'লে কি হয় 9.3 চিত্ৰত তাকেই দেখুওৱা হৈছে। ধৰা হৈছে যে ৰশ্মিবোৰ মুখ্য অক্ষৰ সমান্তৰাল অথবা সিহঁতে মুখ্য অক্ষৰ

ৰশ্মি চিত্ৰ আঁকোতে সদায় লক্ষ্যবস্তু দাপোণ বা লেন্সৰ বাওঁহাতে ৰাখি অৰ্থাৎ ৰশ্মি বাওঁফালৰ পৰা সোঁ ফাললৈ যোৱাকৈ অঁকা হয়-- অৰ্থাৎ বাস্তৱ লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব সদায় -ক হয়।

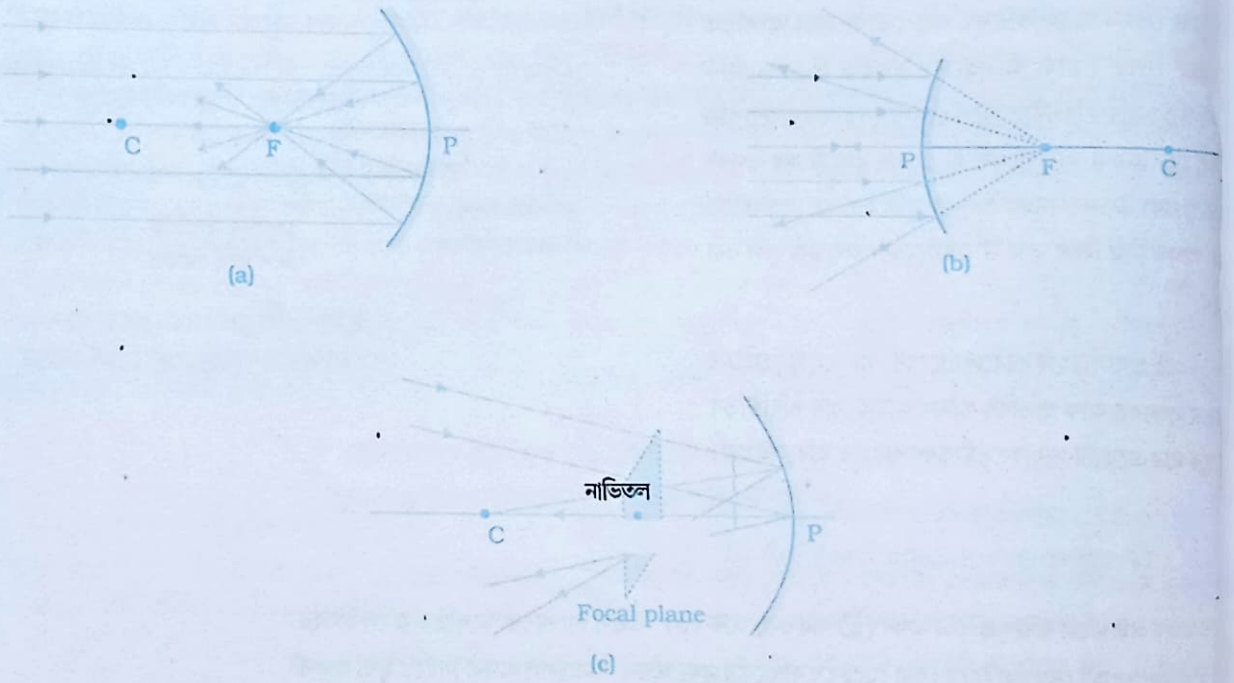
Daily Assam

Daily Assam

লগত কৰা কোণটো তেনেই সৰু। অৱতল দাপোণৰ ক্ষেত্ৰত [চিত্ৰ 9.3 (a)] প্ৰতিফলিত ৰশ্মিসমূহ মুখ্য অক্ষৰ F বিন্দুলৈ অভিসাৰী হয়। উত্তল দাপোণৰ ক্ষেত্ৰত [চিত্ৰ 9.3 (b)] প্ৰতিফলিত ৰশ্মিসমূহ মুখ্য অক্ষৰ F বিন্দুৰ পৰা অপসাৰী হোৱা যেন লাগে। উল্লেখিত F বিন্দুটোক দাপোণৰ মুখ্য নাভি (principal focus) বোলে। আপতিত ৰশ্মিপুঞ্জটোৱে যদি মুখ্য অক্ষৰ সৈতে শূন্যৰ বাহিৰে অন্য কোণ কৰে তেন্তে প্ৰতিফলিত ৰশ্মিবোৰে F বিন্দুৰে পাৰ হৈ যোৱা আৰু মুখ্য অক্ষৰ লম্বভাৱে থকা সমতল এখনত থকা কোনো এক বিন্দুলৈ অভিসাৰী হ'ব (অথবা সেই বিন্দুৰ পৰা অপসাৰী হোৱা যেন লাগিব)। এই বিশেষ সমতলখনক দাপোণখনৰ নাভি তল (focal plane) [চিত্ৰ 9.3 (c)] বোলে।

দাপোণৰ নাভি F আৰু মেৰু P ৰ মাজৰ দূৰত্বক দাপোণখনৰ নাভি দৈৰ্ঘ্য (focal length) বোলে। ইয়াক f আখৰটোৰে বুজোৱা হয়। যদি দাপোণৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ R হয় তেন্তে দেখুৱাব পাৰি যে $f = \frac{R}{2}$। এই সম্বন্ধটোকে এতিয়া আমি ইয়াত প্ৰতিষ্ঠা কৰিম। গোলাকাৰ দাপোণ এখনত আপতিত পোহৰৰ ৰশ্মি এটাৰ প্ৰতিফলনৰ জ্যামিতিক চিত্ৰখন 9.4 চিত্ৰত দেখুওৱা হৈছে।

ধৰা হ'ল C দাপোণৰ ভাঁজ কেন্দ্ৰ। ধৰা হ'ল মুখ্য অক্ষৰ সমান্তৰালভাৱে থকা ৰশ্মি এটা দাপোণৰ M বিন্দুত আপতিত হৈছে। দাপোণৰ M বিন্দুত CM ৰেখাডাল লম্বভাৱে থাকিব। আপতন কোণটো θ বুলি ধৰা হ'ল; M বিন্দুৰ পৰা মুখ্য অক্ষত আঁকা MD ৰেখা মুখ্য অক্ষত লম্বভাৱে আছে। এতিয়া



চিত্ৰ 9-3 অৱতল আৰু উত্তল দাপোণৰ নাভি

Daily Assam

< MCP= θ আৰু

গতিকে

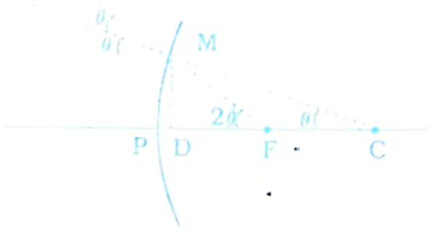
$$\tan\theta = \frac{MD}{CD} \quad \text{আৰু} \quad \tan 2\theta = \frac{MD}{FD} \qquad (9.1)$$

(a)

যদি θ কোণটো সৰু হয় তেন্তে $\tan\theta \cong \theta$,
$\tan 2\theta \cong 2\theta$ । সেয়ে (9.1) সমীকৰণৰ পৰা পাম

$$\frac{MD}{FD} = \frac{MD}{CD}$$

$$\Rightarrow FD = \frac{CD}{2} \qquad [9.2]$$



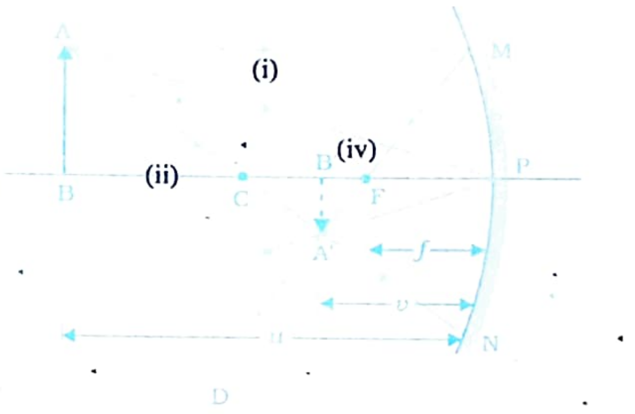
(b)

চিত্ৰ 9-4 (a) অৱতল, আৰু (b) উত্তল দাপোণত ৰশ্মি পোহৰৰ প্ৰতিফলনৰ জ্যামিতিক চিত্ৰ।

আনহাতে θ কোণটো সৰু হ'লে D বিন্দুটো P বিন্দুৰ নিচেই ওচৰত থাকিব। সেয়ে, FD = f আৰু CD = R । এই ক্ষেত্ৰত (9.2) সমীকৰণৰ পৰা আমি পাম

$$f = \frac{R}{2} \qquad [9.3]$$

9.2.3 গোলাকাৰ দাপোণৰ সমীকৰণ (The Mirror Equation)



চিত্ৰ 9-5 অৱতল দাপোণত গঠন হোৱা প্ৰতিবিম্বৰ ৰশ্মি চিত্ৰ

কোনো এটা বিন্দুৰ পৰা নিৰ্গত পোহৰৰ ৰশ্মিসমূহ প্ৰতিফলন আৰু / বা প্ৰতিসৰণৰ পিছত যদি আন এটা বিন্দুত কটাকটি কৰে তেন্তে দ্বিতীয় বিন্দুটোক প্ৰথম বিন্দুটোৰ প্ৰতিবিম্ব বুলি কোৱা হয়। ৰশ্মিবোৰে যদি প্ৰকৃততে কটাকটি কৰে তেন্তেপ্ৰতিবিম্বটোক সৎ (real), আৰু যদি ৰশ্মিবোৰে দ্বিতীয় বিন্দুটোত কটাকটি কৰা যেন লাগে তেন্তে প্ৰতিবিম্বটোক অসৎ (Virtual) প্ৰতিবিম্ব বোলে। এই আলোচনাৰ পৰা আন এটা কথাও পৰিষ্কাৰ হয় যে প্ৰতিবিম্বৰ একোটা বিন্দু লক্ষ্যবস্তুৰ কোনো এটা নিৰ্দিষ্ট বিন্দুৰ সৈতে প্ৰতিফলন আৰু / বা প্ৰতিসৰণৰ দ্বাৰা জড়িত হৈ থাকে।

তাত্ত্বিক দিশৰ পৰা ক'বলৈ গ'লে লক্ষ্যবস্তুৰ যিকোনো দুটা বিন্দুৰ পৰা অহা দুটা ৰশ্মি লৈ সিহঁত কোন বাটে দাপোণত পৰে, আৰু তাৰ পিচত কোন বাটে সিহঁত প্ৰতিফলিত হৈ ক'ত কটাকটি কৰে সেয়া অংকন কৰি গঠন হোৱা প্ৰতিবিম্ব আমি পাব পাৰো। কাৰ্য্য ক্ষেত্ৰত পিচে নিম্নোক্ত যিকোনো দুটা ৰশ্মি বাচি লৈহে জ্যামিতিয় পদ্ধতিৰে প্ৰতিবিম্বটো আঁকিবলৈ সুবিধাজনক হয় ঃ

(i) লক্ষ্যবস্তুৰ পৰা মুখ্য অক্ষৰ সমান্তৰালভাৱে গতি কৰা আপতিত ৰশ্মি এটা দাপোণত প্ৰতিফলিত হোৱাৰ পিচত ই দাপোণৰ নাভিৰে পাৰ হৈ যায়।

(ii) ভাঁজ কেন্দ্ৰৰ মাজেৰে যোৱা (অৱতল দাপোণৰ ক্ষেত্ৰত) অথবা পাৰ হৈ যোৱা যেন লগা (উত্তল দাপোণৰ ক্ষেত্ৰত) আপতিত ৰশ্মি এটা প্ৰতিফলনৰ পিচত অহা বাটে ঘূৰি যায়।

(iii) আপতিত ৰশ্মি নাভিৰ মাজেৰে যোৱা (অৱতল দাপোণৰ ক্ষেত্ৰত) অথবা নাভিৰ মাজেৰে যোৱা যেন লগা (উত্তল দাপোণৰ ক্ষেত্ৰত) হ'লে প্ৰতিফলিত ৰশ্মিটো মুখ্য অক্ষৰ সমান্তৰালকৈ গতি কৰে।

Daily Assam

(iv) যেহেতু আপতিত ৰশ্মিৰ ক্ষেত্ৰত আপতন কোণ আৰু প্ৰতিফলন কোণৰ মান সমান হয়। অৰ্থাৎ প্ৰতিফলনৰ বিধি মানে।

9.5 চিত্ৰত অৱতল দাপোণৰ ক্ষেত্ৰত আমি উল্লেখ কৰা চাৰিটা ধৰণৰ ৰশ্মিৰ …ৰত তিনিটা বাচি লৈ প্ৰতিবিম্ব গঠন প্ৰক্ৰিয়া দেখুওৱা হৈছে। ইয়াত AB লক্ষ্যবস্তুৰ বাবে A'B' এটা সং… গঠিত হৈছে। ইয়াত যদিও A বিন্দুৰ পৰা অহা তিনিটা ৰশ্মি লোৱা হৈছে, ইয়াৰ অৰ্থ এনে নহয় যে সেই বিন্দুৰ পৰা মাত্ৰ তিনিটাহে ৰশ্মি আহি দাপোণত পাৰিব পাৰে, বৰং উৎসৰ এটা বিন্দুৰ পৰা অসংখ্য ৰশ্মি চাৰিওদিশে যাব পাৰে। A বিন্দুৰ পৰা আহি দাপোণত পৰা আটাইবোৰ ৰশ্মি প্ৰতিফলনৰ পিচত A' বিন্দুত কটাকটি কৰিব।

এতিয়া আমি দাপোণৰ সমীকৰণটো প্ৰতিষ্ঠা কৰিম। এই সমীকৰণটো হ'ল লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব (u), প্ৰতিবিম্বৰ দূৰত্ব (v) আৰু নাভি দৈৰ্ঘ্যৰ (f) মাজৰ গাণিতিক সম্বন্ধ।

9.5 চিত্ৰত A'B'F আৰু MPF সমকোণী ত্ৰিভূজ দুটা সদৃশ (এই ক্ষেত্ৰত দাপোণৰ ছেদাংশটো তেনেই সৰু বুলি ধৰা হৈছে যাতে MP বক্ৰ ৰেখাডাল সৰলৰেখা বুলি ধৰিব পৰা যায়)। সেয়ে আমি পাওঁ

$$\frac{B'A'}{PM} = \frac{B'F}{FP}$$

$$\text{বা} \quad \frac{B'A'}{BA} = \frac{B'F}{FP} \quad (\because PM = AB) \qquad (9.4)$$

যিহেতু $\angle APB = \angle A'PB'$, সেয়ে A'B'P আৰু ABP সমকোণী ত্ৰিভূজ দুটাও সদৃশ। সেয়ে,

$$\frac{B'A'}{BA} = \frac{B'P}{BP} \qquad (9.5)$$

(9.4) আৰু (9.5) সমীকৰণ দুটা বিজাই চাই আমি পাওঁ

$$\frac{B'F}{FP} = \frac{B'P - FP}{FP} = \frac{B'P}{BP} \qquad (9.6)$$

(9.6) সমীকৰণটো হ'ল দূৰত্বৰ মাজৰ এটা সম্বন্ধ। এতিয়া আমি ইয়াত আমি গ্ৰহণ কৰা প্ৰথা অনুযায়ী চিহ্নবোৰ প্ৰয়োগ কৰিম। মন কৰিবলগীয়া যে পোহৰৰ ৰশ্মিবোৰ লক্ষ্যবস্তুৰ পৰা MPN দাপোণলৈ গতি কৰে। সেয়ে এই দিশটোক ধনাত্মক দিশ হিচাপে লোৱা হ'ব। দাপোণৰ মেৰু P ৰ পৰা লক্ষ্যবস্তু AB, প্ৰতিবিম্ব A'B' আৰু নাভি F ত বিপৰীত দিশে যাব লাগিব। সেয়ে এই আটাইবোৰ দূৰত্ব ঋণাত্মক হ'ব। গতিকে

$$B'P = -v, \; FP = -f, \; BP = -u$$

(9.6) সমীকৰণত এই ৰাশিকেইটা বহুৱাই আমি পাওঁ

$$\frac{-v+f}{f} = \frac{-v}{-u}$$

$$\text{বা} \quad \frac{v-f}{f} = \frac{v}{u}$$

বা $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ (9.7)

এই গাণিতিক সম্বন্ধটোক দাপোণৰ সমীকৰণ (**mirror equation**) বোলে।

দাপোণৰ ক্ষেত্ৰত লক্ষ্যবস্তুৰ তুলনাত প্ৰতিবিম্বৰ আকাৰ এটা প্ৰয়োজনীয় ৰাশি। প্ৰতিবিম্বৰ উচ্চতা (h') আৰু লক্ষ্যবস্তুৰ উচ্চতাৰ (h) অনুপাতক দাপোণৰ ৰৈখিক আৱৰ্ধন বা ৰৈখিক পৰিবৰ্দ্ধন (**linear magnification**) বোলে। ইয়াক m আখৰটোৰে বুজোৱা হয়। গতিকে

$$m=\frac{h'}{h} \qquad (9.8)$$

আমি গ্ৰহণ কৰা চিহ্ন প্ৰথা অনুযায়ী h আৰু h' ধনাত্মক অথবা ঋণাত্মক হ'ব পাৰে। A'B'P আৰু ABP ত্ৰিভুজ দুটাৰ পৰা আমি পাওঁ

$$\frac{B'A'}{BA}=\frac{B'P'}{BP}$$

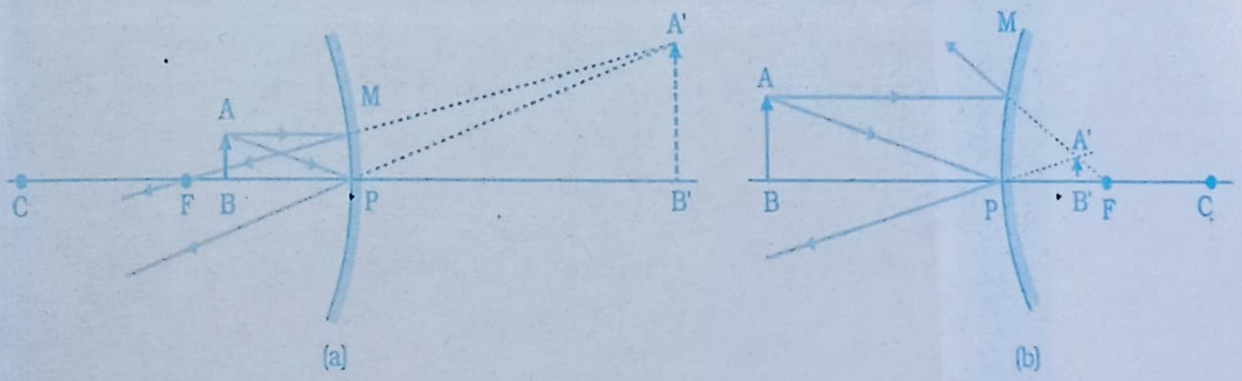
ৰাশিকেইটাত উপযুক্ত চিহ্ন ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ

$$\frac{-h'}{h}=\frac{-v}{-u}$$

গতিকে

$$m=\frac{h'}{h}=-\frac{v}{u} \qquad (9.9)$$

(9.7) সমীকৰণ আৰু (9.9) সমীকৰণ আমি অৱতল দাপোণত গঠিত সৎ, ওলোটা প্ৰতিবিম্বৰ ক্ষেত্ৰহে প্ৰতিষ্ঠা কৰিলো। চিহ্ন প্ৰথা শুদ্ধকৈ ব্যৱহাৰ কৰি এই সমীকৰণ দুটা সৎ আৰু অসৎ উভয় ধৰণৰ প্ৰতিবিম্বৰ বাবে, আৰু লগতে অৱতল আৰু উত্তল দুয়ো প্ৰকাৰৰ দাপোণৰ বাবে প্ৰযোজ্য হয়। (9.7) আৰু (9.9) সমীকৰণ দুটা যে এই দুই ক্ষেত্ৰতো হয় প্ৰযোজ্য সেয়া তুমি নিজে অনুশীলনী হিচাপে কৰি চাবা।



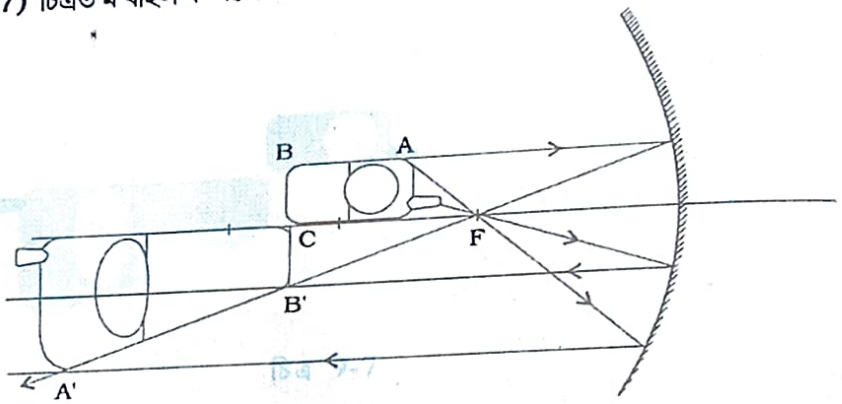
চিত্ৰ 9-6 P আৰু F ৰ মাজত থকা লক্ষ্যবস্তুৰ বাবে (a) অৱতল দাপোণত, আৰু (b) উত্তল দাপোণত সৃষ্টি হোৱা প্ৰতিবিম্ব।

উদাহৰণ 9.1 ধৰি লোৱা যে (9.5) চিত্ৰত দেখুওৱা অৱতল দাপোণখনৰ নিম্নোৰ্দ্ধ এখন অস্বচ্ছ ফলিৰে ঢাকি দিয়া হ'ল। লক্ষ্যবস্তুটোৰ প্ৰতিবিম্বটোৰ কি পৰিবৰ্তন ঘটিব?

উত্তৰ ঃ দাপোণৰ আধা অংশত যিহেতু পোহৰ নপৰে, সেয়ে এনে লাগে যেন প্ৰতিবিম্বত আধা অংশহে দেখা যাব। পিচে দাপোণৰ উন্মুক্ত অংশৰ প্ৰতিটো বিন্দুতে প্ৰতিফলনৰ নীতি প্ৰযোজ্য হয় বুলি ধৰিলে সৃষ্টি হোৱা প্ৰতিবিম্বত সম্পূৰ্ণ লক্ষ্যবস্তুটোকে দেখা যাব। কেৱল প্ৰতিবিম্বৰ উজ্জ্বলতা পূৰ্বৰ আধা হৈ পৰিব কাৰণ দাপোণৰ আধা অংশত পোহৰ পৰিবলৈ দিয়া হোৱা নাই।

উদাহৰণ 9.2 ম'বাইল ফ'ন এটা (9.7) চিত্ৰত দেখুওৱাৰ দৰে অৱতল দাপোণ এখনৰ মুখ্য অক্ষৰ সৈতে লাগি থকাকৈ ৰখা হৈছে। শুদ্ধ চিত্ৰ এটাৰে দাপোণখনত সৃষ্টি হোৱা ফ'নৰ প্ৰতিবিম্বটো আঁকা। ফ'নটোৰ প্ৰতিটো অংশৰ পৰিবৰ্দ্ধন কিয় একে নহয় ব্যাখ্যা কৰা।

উত্তৰ (9.7) চিত্ৰত ম'বাইল ফ'নটোৰ প্ৰতিবিম্ব গঠনৰ প্ৰক্ৰিয়া দেখুওৱা হৈছে। মুখ্য অক্ষৰ লম্বভাৱে



থকা $B'B$ সমতলখনত থকাৰ বাবে ফ'নটোৰ প্ৰতিবিম্বৰ $B'C$ অংশটোৰ আকাৰ লক্ষ্যবস্তুৰ BC অংশটোৰ সমান হ'ব। অৰ্থাৎ $B'C = BC$ । ইয়াৰ পিচত তুমি অকণমান চিন্তা কৰিলে নিজেই ক'ব পাৰিবা যে ফ'নটোৰ প্ৰতিবিম্বটো কিয় বিকৃত হয়।

উদাহৰণ 9.3 অৱতল দাপোণ এখনৰ পৰা (i) 10 cm, (ii) 5 cm দূৰত্বত এটা বস্তু ৰখা হৈছে। দাপোণৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ 15 cm । লক্ষ্যবস্তুৰ প্ৰতিটো দূৰত্বৰ বাবে প্ৰতিবিম্বৰ অৱস্থান, প্ৰকৃতি আৰু পৰিবৰ্দ্ধন উলিওৱা।

উত্তৰ ঃ দাপোণৰ নাভি দৈৰ্ঘ্য $f = -\frac{15}{2}$ cm $= -7.5$ cm

(i) লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব $u = -10$ cm । সেয়ে (9.7) সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{-10} \; \frac{1}{-7.5}$$

বা $v = \frac{10 \times 7.5}{-2.5} = -30$ cm

প্ৰতিবিম্বটোৰ দাপোণৰ পৰা দূৰত্ব, 30 cm আৰু লক্ষ্যবস্তু যিটো ফালে অৱস্থিত প্ৰতিবিম্বও সেইফালে গঠন হয়।

আনহাতে পৰিবৰ্দ্ধন $m = -\frac{v}{u} = -\frac{(-30)}{(-10)} = -3$

অৰ্থাৎ প্ৰতিবিম্ব পৰিবৰ্দ্ধিত, সৎ আৰু ওলোটা।

(ii) লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব u = – 5 cm । সেয়ে (9.7) সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{-5} \quad \frac{1}{-7.5}$$

$$\text{বা } v = \frac{v \times 7.5}{(7.5-5)} = -15 \text{ cm}$$

প্ৰতিবিম্বটো দাপোণৰ পিচফালে 15 cm দূৰত্বত গঠন হয়। প্ৰতিবিম্বটো অসৎ। পৰিবৰ্দ্ধন

$$m = -\frac{v}{u} = -\frac{15}{(-5)} = 3$$

প্ৰতিবিম্ব পৰিবৰ্দ্ধিত; অসৎ আৰু থিয়

উদাহৰণ 9.3

উদাহৰণ 9.4 দৃশ্য এটা কল্পনা কৰা। ধৰা বাটৰ কাষত ৰৈ থকা গাড়ী এখনত তুমি বহি আছা। গাড়ীৰ ৰিয়েৰ ভিউ (উত্তল) দাপোণখনত তুমি দেখিবলৈ পালা পিচফালৰ পৰা মানুহ এজন দৌৰি আহি আছে। দাপোণৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ R = 2m । মানুহজন যদি $5ms^{-1}$ সমদ্ৰুতিৰে গাড়ীৰ দিশে আহি আছে তেন্তে দাপোণৰ পৰা তেওঁৰ দূৰত্ব (a) 39 m, (b) 29 m, (c) 19 m, আৰু (d) 9 m থকা অৱস্থাত তেওঁৰ প্ৰতিবিম্বৰ দ্ৰুতি উলিওৱা।

উত্তৰ (9.7) সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ

$$v = \frac{fu}{u-f}$$

উত্তল দাপোণৰ বাবে ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ আৰু নাভি দৈৰ্ঘ্য ধনাত্মক। সেয়ে R = 2m, f = m ।

গতিকে $u = -39$ cm হ'লে $v = \frac{(-39)\times 1}{-39-1} = \frac{39}{40}$m

মানুহজন যিহেতু $5ms^{-1}$ সুষম বেগেৰে গতি কৰি আছে, সেয়ে 1s সময়ৰ পিচত প্ৰতিবিম্বৰ দূৰত্ব

হ'ব (এই ক্ষেত্ৰত u = –39+5 =-34) $v = \frac{(34)}{(35)}m^{-1}$

s সময়ৰ অন্তৰালত প্ৰতিবিম্বৰ অৱস্থানৰ পৰিবৰ্তন হ'ব

$$\frac{39}{0} - \frac{34}{35} = \frac{1365-1360}{1400} = \frac{5}{1400} = \frac{1}{280} m$$

সেয়ে দাপোণৰ পৰা মানুহজন 39m আৰু 34m দূৰত্বৰ ব্যৱধানত থকা অৱস্থাত তেওঁৰ গড় দ্ৰুতি হ'ব $\frac{1}{280} ms^{-1}$ ।

উদাহৰণ 9.4

Daily Assam

উদাহৰণ 9.4

একেদৰে u = −29m, −19m আৰু −9m দূৰত্বৰ বাবে দেখুৱাব পাৰি যে প্ৰতিবিম্বৰ আপাত দ্ৰুতি হ'ব ক্ৰমে

$\frac{1}{150}ms^{-1}$, $\frac{1}{60}ms^{-1}$ আৰু $\frac{1}{10}ms^{-1}$ ।

ওপৰৰ আলোচনাৰ পৰা দেখা যায় যে মানুহজনে যদিও সমদ্ৰুতিৰে দৌৰি আছে, তেওঁ যিমানে দাপোণৰ কাষ চাপি আহে তেওঁৰ প্ৰতিবিম্বৰ দ্ৰুতি ক্ষীপ্ৰ হাৰত সিমানে বৃদ্ধি পায়। ৰৈ থকা গাড়ীৰ ভিতৰত থকা ব্যক্তি এজনে এই পৰিঘটনাটো সহজে প্ৰত্যক্ষ কৰিব পাৰে। গতিশীল গাড়ীৰ ক্ষেত্ৰতো পিচফালৰ পৰা সমদ্ৰুতিত আগবাঢ়ি অহা যান-বাহনৰ ক্ষেত্ৰতো একে ধৰণৰ পৰিঘটনা প্ৰত্যক্ষ কৰা যায়।

Daily Assam

9.3 পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ (Refraction)

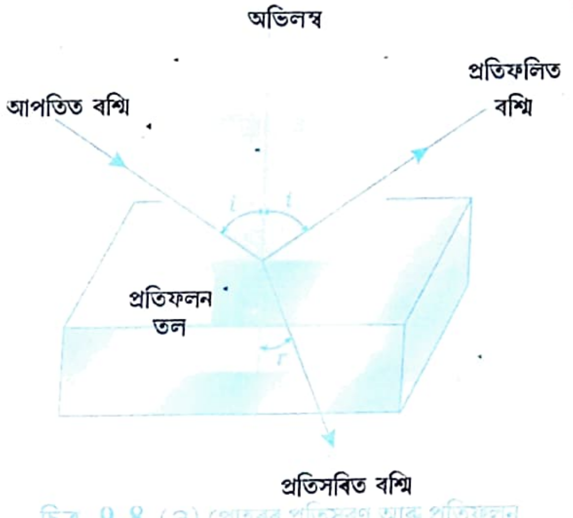
পোহৰৰ ৰশ্মিয়ে এটা স্বচ্ছ মাধ্যমৰ পৰা গতি কৰি আন এটা ভিন্ন স্বচ্ছ মাধ্যমত প্ৰৱেশ কৰা অৱস্থাত পোহৰৰ এটা অংশ প্ৰথম মাধ্যমটোলৈ প্ৰতিফলিত হৈ ঘূৰি যায় আৰু বাকী অংশই দ্বিতীয় স্বচ্ছ মাধ্যমটোত প্ৰৱেশ কৰে। দুটা মাধ্যমৰ সন্ধিস্থলত তীৰ্য্যকভাৱে আপতিত ৰশ্মি এটাই তাৰ গতিৰ দিশ সলনি কৰে। এই পৰিঘটনাটোক পোহৰৰ **প্ৰতিসৰণ (refraction of light)** বোলে। স্নেলে (Snell) পৰীক্ষাৰ সহায়ত পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ সম্বন্ধীয় নিম্নোক্ত নীতি দুটাত উপনীত হয়ঃ

(i) আপতিত ৰশ্মি, প্ৰতিফলিত ৰশ্মি আৰু আপতন বিন্দুত টনা অভিলম্ব একেখন সমতলত থাকে।

(ii)) আপতন কোণৰ ছাইন (sine) আৰু প্ৰতিসৰণ কোণৰ ছাইনৰ অনুপাত এক ধ্ৰুৱক। মন কৰিবা যে আপতন কোণ (i) আৰু প্ৰতিসৰণ কোণ (r) হ'ল একে আপতিত ৰশ্মি আৰু প্ৰতিসৰিত ৰশ্মিয়ে অভিলম্বৰ সৈতে কৰা কোণ। গতিকে আমি পাওঁ

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} \qquad (9.10)$$

ইয়াৰ n_{21} হ'ল এটা ধ্ৰুৱক। ইয়াক প্ৰথম মাধ্যম সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰণ গুণাংক বা চমুকৈ **প্ৰতিসৰাংক (refractive index)** বোলে। (9.10) সমীকৰণটোক প্ৰতিসৰণ সম্বন্ধীয় **স্নেলৰ নীতি (Snell's law)** বোলে। প্ৰতিসৰাংকৰ মান মাধ্যম দুটাৰ বৈশিষ্ট্য আৰু লগতে পোহৰৰ ৰঙৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে, কিন্তু আপতন কোণৰ ওপৰত নকৰে।



চিত্ৰ 9-8 (a) পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ আৰু প্ৰতিফলন

যদি $n_{21} > 1$ হয় তেন্তে (9.10) সমীকৰণৰ পৰা দেখা যায় যে $r < i$ । অৰ্থাৎ প্ৰতিসৰিত ৰশ্মি অভিলম্বৰ কাষ চাপি যায়। এই ক্ষেত্ৰত দ্বিতীয় মাধ্যমটোক পোহৰৰ দৃষ্টিকোণৰ পৰা প্ৰথম মাধ্যমটোতকৈ ঘনতৰ বুলি কোৱা হয়। আনহাতে $n_{21} < 1$ হ'লে $r > i$ হ'ব। এই ক্ষেত্ৰত প্ৰতিসৰিত ৰশ্মি অভিলম্বৰ পৰা আঁতৰি যাব। ইয়াত ঘনতৰ মাধ্যমৰ পৰা আপতিত ৰশ্মিয়ে লঘুতৰ মাধ্যমলৈ প্ৰতিসৰিত হয়।

দ্ৰষ্টব্য ঃ আলোকীয় ঘনত্ব (optical density) আৰু ভৰ ঘনত্ব (mass density) দুটা ভিন্ন ৰাশি। ভৰ ঘনত্ব হ'ল কোনো পদাৰ্থৰ একক আয়তনৰ ভৰ। কোনো এক অধিক আলোকীয় ঘনত্বৰ মাধ্যমৰ ভৰ ঘনত্ব কম আলোকীয় ঘনত্বৰ ভৰ ঘনত্বতকৈ বেছি হব পাৰে। উদাহৰণ স্বৰূপে পানীৰ তুলনাত টাৰ্পেনটাইনৰ ভৰ ঘনত্ব কম, কিন্তু টাৰ্পেনটাইনৰ আলোকীয় ঘনত্ব পানীতকৈ বেছি।

Daily Assam

টাৰ্পেনটাইনৰ আলোকীয় ঘনত্ব পানীতকৈ বেছি।

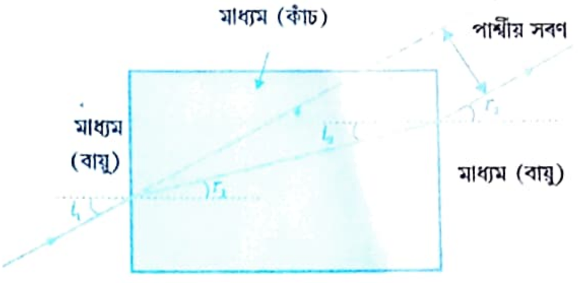
যদি 1 মাধ্যম সাপেক্ষে 2 মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক হয়,

$$n_{12} = \frac{1}{n_{21}} \qquad (9.11)$$

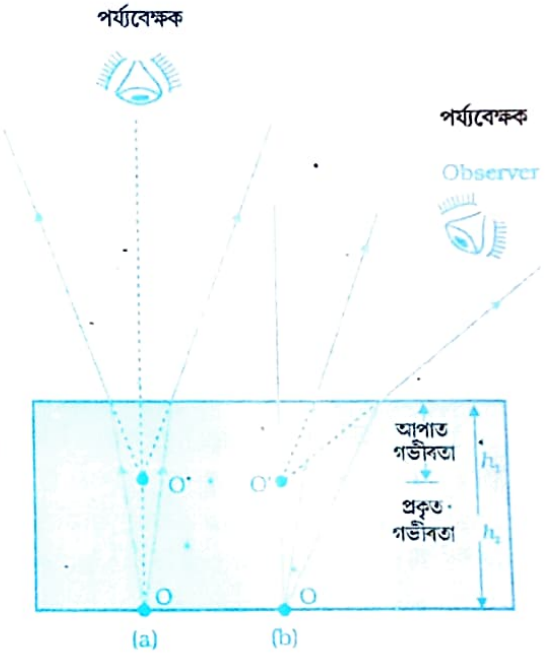
ইয়াৰ পৰা লগতে দেখুৱাব পাৰি যে 2 মাধ্যম সাপেক্ষে 3 মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক $n_{31} = n_{31} \times n_{12}$, ইয়াত n_{31} হ'ল 1 মাধ্যম সাপেক্ষে 3 মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক।

পোহৰৰ প্ৰতিসৰণৰ নীতি দুটাৰ সহায়ত আমি কিছুমান সাধাৰণ পৰিঘটনাৰ ব্যাখ্যা সহজে দিব পাৰো। কাঁচৰ আয়তাকাৰ টুকুৰা এটাৰ এটা পিঠিত পোহৰ আপতিত হ'ল সেই পোহৰ দুবাৰকৈ প্ৰতিসৃৰিত হয় (এবাৰ বায়ুৰ পৰা কাঁচলৈ আৰু আনবাৰ কাঁচৰ পৰা বায়ুলৈ) হয়। 9.9 চিত্ৰৰ পৰা সহজ দেখা যায় যে $r_2 = i_1$ i.e., অৰ্থাৎ নিৰ্গত ৰশ্মি (emergent ray) আপতিত ৰশ্মিৰ সমান্তৰাল—ৰশ্মিটোৰ কোনো বিচ্যুতি (deviation) হোৱা নাই, কিন্তু আপতিত ৰশ্মি সাপেক্ষে নিৰ্গত ৰশ্মিৰ পাৰ্শ্বীয় সৰণ ঘটিছে। প্ৰতিসৰণ সম্পৰ্কীয় আমাৰ আন এটা সাধাৰণ পৰ্যবেক্ষণ হ'ল যে পানীপূৰ্ণ পাত্ৰ এটাৰ তলিখন ওপৰলৈ উঠি অহা যেন লাগে (চিত্ৰ 9.10)। উলম্ব দিশত কৰা পৰ্যবেক্ষণৰ বাবে দেখুৱাব পাৰি যে তলিখনৰ প্ৰকৃত গভীৰতাক (h_1) আপাত গভীৰতাৰে (h_2) হৰণ কৰিলে মাধ্যমটোৰ (এই ক্ষেত্ৰত পানীৰ) প্ৰতিসৰাংক পোৱা যায়।

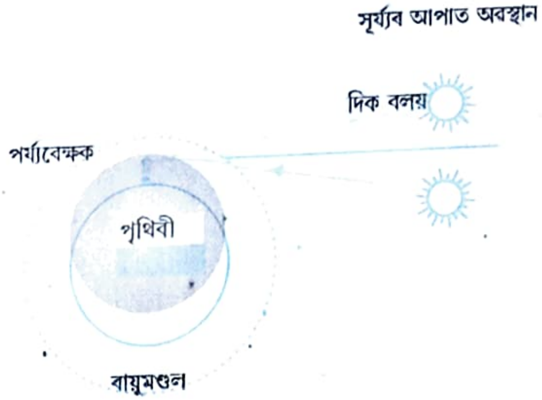
বায়ুমণ্ডলৰ মাজেৰে পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ ঘটাৰ ফলত কেবাটাও সুন্দৰ পৰিঘটনা আমি প্ৰত্যক্ষ কৰো। প্ৰতিসৰণৰ বাবেই প্ৰকৃত সূৰ্য উদয়ৰ পূৰ্বেই আমি দিগন্তত সূৰ্যটো দেখিবলৈ পাওঁ। সেইদৰে প্ৰকৃত সূৰ্যাস্তৰ পিচতহে আমি সূৰ্যটো ডুব যোৱা দেখো (চিত্ৰ 9.11) ইয়াত প্ৰকৃত সূৰ্য উদয় মানে হ'ল সূৰ্যই দিগন্তৰ ৰেখাডাল অতিক্ৰম কৰা ক্ষণটো। (9.11) চিত্ৰত দিগন্ত ৰেখা সাপেক্ষে সূৰ্য উদয়ৰ সময়ত সূৰ্যৰ প্ৰকৃত আৰু আপাত অৱস্থান নিৰ্দ্দেশ কৰা হৈছে। পৰিঘটনাটো ব্যাখ্যা কৰিবলৈ চিত্ৰত কোণ দুটা যথেষ্ট পৰিবৰ্দ্ধিত ৰূপত দেখুওৱা হৈছে। শূন্যস্থান সাপেক্ষে বায়ুৰ প্ৰতিসৰাংক হ'ল 1.00029। ইয়াৰ বাবে সূৰ্যটো আমাৰ বাবে আপাতভাৱে প্ৰায় $\frac{1}{2}$ ডিগ্ৰী স্থানান্তৰিত হয় যাৰ ফলত প্ৰকৃত সূৰ্যাস্ত আৰু আপাত সূৰ্যাস্তৰ মাজত 2 মিনিটৰ ব্যৱধান থাকে (9.5 উদাহৰণ চোৱা) সূৰ্য উদয় আৰু সূৰ্যাস্তৰ সময়ত সূৰ্যটো আপাতভাৱে কিঞ্চিত চেপেটা (গোলাকৃতিৰ পৰিবৰ্তে ডিম্বাকৃতিৰ) হোৱা যেন লাগে। ইয়াৰ কাৰণো হ'ল বায়ুমণ্ডলৰ মাজেৰে পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ।



চিত্ৰ 9-9 সমান্তৰাল পৃষ্ঠৰ কাঁচৰ টুকুৰাৰ মাজেৰে প্ৰতিসাৰিত ৰশ্মিৰ পাৰ্শ্বীয় সৰণ।



চিত্ৰ 9-10 (a) উলম্ব আৰু তীৰ্যকভাৱে কৰা (b) পৰ্যবেক্ষণ বাবে পাত্ৰৰ তলিৰ আপাত গভীৰতা।



চিত্ৰ 9-11 বায়ুমণ্ডলত পোহৰৰ প্ৰতিসৰণৰ বাবে হোৱা আগতীয়া সূৰ্য উদয় আৰু বিলম্ব সূৰ্যাস্ত।

উদাহৰণ 9.3

উদাহৰণ 9.5 পৃথিৱীয়ে তাৰ অক্ষ সাপেক্ষে এটা ঘূৰ্ণন সম্পূৰ্ণ কৰিবলৈ 24 ঘণ্টা সময় লয়।পৃথিৱীৰ পৰা চালে সূৰ্যটোৱে 1^0 স্থানান্তৰিত হ'বলৈ কিমান সময় লয়?

উত্তৰ 360^0 স্থানান্তৰিত হ'বলৈ লোৱা সময় = 24 ঘণ্টা। 1^0স্থানান্তৰিত হ'বলৈ লোৱা সময় $= \frac{24}{360}$ ঘণ্টা = 4 মিনিট

পানীত পৰা শিশু, এজন ডুবাৰু আৰু স্নেলৰ নীতি

চিত্ৰত দেখুওৱা PQRS আয়ত ক্ষেত্ৰটোৱে এটা ছুইমিং পুলৰ পৰিসীমা বুজাইছে বুলি ধৰা হ'ল। চিত্ৰৰ G বিন্দুত বহি থকা ডুবাৰু এজনে মন কৰিলে যে C বিন্দুত থকা শিশু এটি পানীত ডুবিব ধৰিছে। ডুবাৰজনে নিম্নতম সময়ৰ ব্যৱধানত গৈ শিশুটিৰ কাষ পাব খোজে। ধৰাহ'ল SR হ'ল G আৰু C মাজৰ পুলটোৰ এটা দাঁতি। নিম্নতম সময়ৰ স্বৰ্তটো পূৰণ কৰিবলৈ ডুবাৰুৱে কোনটো বাটে যাব লাগিব? GAC সৰলৰৈখিক পথেৰে, নে GBC পথেৰে--ইয়াত BC পথছোৱা পানীত আছে—নে GX C ৰ দৰে অন্য কোনো বাটেৰে? ডুবাৰুৱে জানে যে মাটিত তেওঁৰ দ্ৰুতি v_1 পানীত তেওঁৰ v_2 দ্ৰুতিতকৈ অধিক।

ধৰাহ'ল ডুবাৰুজনে x বিন্দুৰে পানীত প্ৰৱেশ কৰে। ধৰাহ'ল $GX = l_1$ আৰু $XC = l_2$। গতিকে G বিন্দুৰ পৰা C বিন্দুত উপনীত হ'বলৈ প্ৰয়োজন হোৱা সময়

$$t = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2}$$

এই সময়ৰ সৰ্বনিম্ন মান উলিয়াবলৈ দূৰত্বৰ সাপেক্ষে t ৰ অৱকলন ল'ব লাগিব। এই গণনাখিনি (ইয়াত দেখুওৱা হোৱা

নাই) কৰি উঠাৰ পিছত দেখা যায় যে সৰ্বনিম্ন সময়ৰ স্বৰ্তটো সিদ্ধ হ'বলৈ দুবাৰুৰে লোৱা পথটো স্নেলৰ নীতিয়ে (Snell's Law) দিয়া পথটোৰ সৈতে একে। এই কথা বুজিবলৈ x বিন্দুৰে যোৱাকৈ আৰু SR ৰেখাৰ লম্বভাৱে LM সৰলৰেখাডাল অঁকা হ'ল। ধৰাহ'ল

$\angle GXM=i$ আৰু $\angle CXL=r$ ।ইয়াৰ পৰা দেখুওৱা পাৰি যে $\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{v_1}{v_2}$

পোহৰৰ ক্ষেত্ৰত $\frac{v_1}{v_2}$ হ'ল শূন্যস্থান আৰু মাধ্যমটোত পোহৰৰ দ্ৰুতিৰ অনুপাত; আৰু ই হ'ল মাধ্যমটোৰ প্ৰতিসৰাংক n।

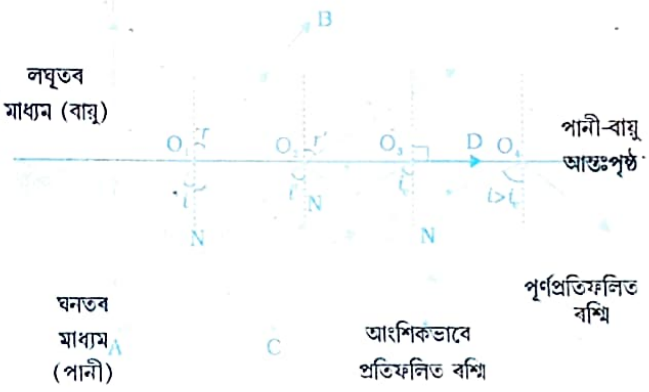
থোৰতে ইয়াকে ক'ব পাৰি যে তৰংগ, কণিকা অথবা মানুহ যিয়েই নহওঁক কিয়, এটা মাধ্যমৰ পৰা আন এটা মাধ্যমলৈ নিম্নতম সময়ৰ ব্যৱধানত গতি কৰিবলৈ হ'লে স্নেলৰ নীতিয়ে নিৰ্দেশ কৰা পথেৰেই গতি কৰিব লাগিব।

9.4 পূৰ্ণ আভ্যন্তৰীণ প্ৰতিফলন (Total Internal Reflection)

পোহৰে ঘনতৰ মাধ্যমৰ পৰা লঘুতৰ মাধ্যমলৈ গতি কৰোতে মাধ্যম দুটাৰ সংযোগ স্থানত আপতিত পোহৰৰ এটা অংশ ঘনতৰ মাধ্যমলৈ প্ৰতিফলিত হৈ আহে আৰু আন এটা অংশ লঘুতৰ মাধ্যমটোলৈ প্ৰতিসৰিত হয়। ইয়াক **আভ্যন্তৰীণ প্ৰতিফলন** (Internal reflection) বোলে।

Daily Assam

পোহৰৰ ৰশ্মিয়ে ঘনতৰ মাধ্যমৰ পৰা লঘুতৰ মাধ্যমত প্ৰৱেশ কৰোতে ৰশ্মিটোৱে অভিলম্বৰ পৰা আঁতৰি যায়। 9.1 চিত্ৰত AO_1B ৰশ্মিটোৱে তাকেইপ্ৰদৰ্শন কৰিছে। AO_1 আপতিত ৰশ্মিটো আংশিকভাৱে প্ৰতিফলিত (O_1C) আৰু আংশিকভাৱে প্ৰতিসৰিত (O_1B) হৈছে। এই ক্ষেত্ৰত প্ৰতিসৰণ কোণটো (r) আপতন কোণতকৈ (i) ডাঙৰ। আমি যদি আপতন কোণটো ক্ৰমাৎ ডাঙৰ কৰি নিও, প্ৰতিসৰণ কোণটো সেই অনুপাতে ডাঙৰ হৈ গৈ থাকিব; আৰু এটা পৰ্যায়ত AO_3 আপতিত ৰশ্মিটোৰ বাবে প্ৰতিসৰণ কোণটোৰ মান $\pi/2$ হ'বগৈ। এই ক্ষেত্ৰত প্ৰতিসৰিত ৰশ্মিটোৱে মাধ্যম দুটাৰ সংযোগ স্থলিৰে গতি কৰে। 9.12 চিত্ৰত AO_3D ৰশ্মিটোৱে সেই বিশেষ অৱস্থাটো প্ৰদৰ্শন কৰিছে। আপতন কোণৰ মান ইয়াতকৈ অধিক বৃদ্ধি কৰিলে (চিত্ৰত ৰশ্মি AO_4) এইবাৰ পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ হ'ব নোৱাৰে; আৰু আপতিত ৰশ্মিটো পুনৰ সম্পূৰ্ণৰূপে ঘনতৰ মাধ্যমলৈ ঘূৰি আহে। ইয়াকে **পূৰ্ণ আভ্যন্তৰীণ প্ৰতিফলন** (total internal reflection) বোলে। পৃষ্ঠ এখনৰ পৰা পোহৰৰ প্ৰতিফলনৰ ঘটা অৱস্থাত সাধাৰণতে পোহৰৰ এটা অংশ সদায় প্ৰতিসৰিত হয়। প্ৰতিফলক পৃষ্ঠখন যিমানেই মসৃণ হওঁক কিয় আপতিত পোহৰৰ আটাইখিনি কেতিয়াও প্ৰতিফলিত নহয়। সেয়ে আপতিত ৰশ্মিৰ তুলনাত প্ৰতিফলিত ৰশ্মিৰ তীব্ৰতা সদায় কিছু হ্ৰাস পায়। পিচে পূৰ্ণ আভ্যন্তৰীণ প্ৰতিফলনৰ ক্ষেত্ৰত পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ নঘটে।



চিত্ৰ 9-12 ঘনতৰ মাধ্যমৰ A বিন্দুৰ পৰা অহা ৰশ্মি লঘুতৰ মাধ্যমপৃষ্ঠত বিভিন্ন কোণত আপতিত হোৱাৰ পিছত হোৱা প্ৰতিসৰণ আৰু পূৰ্ণ প্ৰতিফলন।

যি বিশেষ আপতন কোণৰ বাবে, ধৰা $\angle AO_3N$, প্ৰতিসৰণ কোণৰ মান 90^0 হয়গৈ তাক সেইমাধ্যম দুটাৰ **ক্ৰান্তীয় কোণ** (critical angle i_c) বোলে। যদি আপেক্ষিক প্ৰতিসৰাংকৰ মান একতকৈ সৰু হয়, আৰু যিহেতু sin r ৰ সৰ্বোচ্চ মান এক হ'ব পাৰে, সেয়ে স্নেলৰ নীতিৰ (সমীকৰণ (9.10)

পৰা দেখা যায় যে নীতিটো প্ৰযোজ্য হ'বলৈ হ'লে sin i ৰ মানৰ এটা বিশেষ উৰ্দ্ধসীমা থাকিব লাগিব। সেই সীমাৰ বাবে $i=i_c$ হ'লে আমি পাম

$$\sin i_c = n_{21} \quad (9.12)$$

আপতন কোণৰ (i) মান ইয়াতকৈ ডাঙৰ হ'লে স্নেলৰ নীতিটো প্ৰযোজ্য নহয়। অৰ্থাৎ তেনে ক্ষেত্ৰত প্ৰতিসৰণ সম্ভৱ নহয়।

1 লঘুতৰ মাধ্যম সাপেক্ষে 2 ঘনতৰ মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক হ'ল $n_{12}=\frac{1}{\sin i_c}$ । 9.1 তালিকাত বায়ুৰ সাপেক্ষে কেইটামান মাধ্যমৰ ক্ৰান্তীয় কোণৰ মান দিয়া হৈছে।

9.1 তালিকা কেইটামান স্বচ্ছ মাধ্যমৰ ক্ৰান্তীয় কোণ

মাধ্যম	প্ৰতিসৰাংক	ক্ৰান্তীয় কোণ
পানী	1.33	48.75°
ক্ৰাউন কাঁচ	1.52	41.14°
ঘন ফ্লিণ্ট কাঁচ	1.62	37.31°
হীৰা	2.42	24.41°

পূৰ্ণ আভ্যন্তৰীণ প্ৰতিফলনৰ এক উদাহৰণ

বজাৰত আজিকালি সহজে লেজাৰ (laser) টৰ্চ কিনিবলৈ পোৱা যায়। এই টৰ্চটোৰে পোহৰৰ বহু ধৰণৰ পৰীক্ষা কৰিব পাৰি। কাঁচৰ বিকাৰ এটাত পৰিষ্কাৰ পানী লোৱা। চাবোনৰ টুকুৰা এটা এই পানীত ডুবাই ধৰি চাবোনটুকুৰা কেইবাবমান পানীখিনিত লৰাই চৰাই লোৱা। এনে কৰিলে পানীখিনি কিছু ঘোলা হৈ উঠিব। এইবাৰ লেজাৰ টৰ্চটোৰ পোহৰ ঘোলা পানীখিনিত পৰিবলৈ দিয়া। পোহৰ যোৱা বাটটো উজ্জ্বল হৈ পৰা দেখিবা।

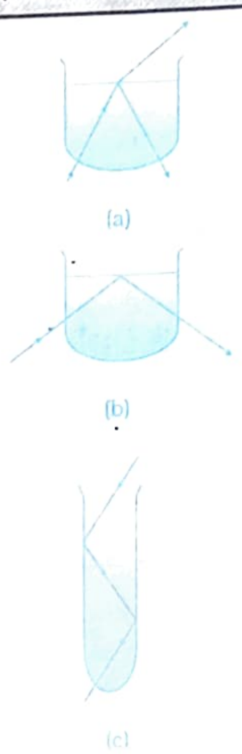
এইবাৰ টৰ্চৰ পোহৰ বিকাৰৰ তলিৰ ফালৰ পৰা পৰিবলৈ দিয়া। ই পানীৰ ওপৰৰ পৃষ্ঠখনত হেলনীয়াকৈ পৰে। এনে কৰিলে দেখিবলৈ পাবা যে আপতিত পোহৰৰ এটা অংশ পানীৰ পৃষ্ঠৰ পৰা প্ৰতিফলিত আৰু আনটো অংশ প্ৰতিসৰিত হৈছে [চিত্ৰ 9.1(a)]। পৃষ্ঠৰ পৰা প্ৰতিফলিত হোৱা ৰশ্মিৰ বাবে মেজত এচমকা পোহৰ, আৰু প্ৰতিসৰিত হোৱা ৰশ্মিৰ বাবে ছিলিঙত আন এচমকা একে ৰঙৰ পোহৰ দেখিবলৈ পোৱা যাব। এইবাৰ টৰ্চৰ ৰশ্মি বিকাৰৰ কাষৰ বেৰত এনেকৈ পেলোৱা যাতে এইবাৰ ৰশ্মি পানীৰ পৃষ্ঠত পূৰ্বতকৈ অধিক হেলনীয়াকৈ পৰে [চিত্ৰ 9.3(b)]। টৰ্চৰ ৰশ্মিৰ দিশ এনেকৈ সলনি কৰা যাতে পৃষ্ঠৰ পৰা অকণো পোহৰ প্ৰতিসৰিত নহয়—আটাইখিনি পোহৰ যাতে পানীলৈ পুনৰ প্ৰতিফলিত হয়। এয়ে এক সৰল পদ্ধতিৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন।

এইবাৰ পানীখিনি এটা দীঘল টেষ্ট টিউবত বাকি লৈ 9.13(C) চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে পানীৰ পৃষ্ঠত ওপৰৰ পৰা লেজাৰ পোহৰ দিয়া।

Daily Assam

লেজাৰ ৰশ্মিৰ দিশটো এনে কৰি লোৱা যাতে ই টিউবৰ কাষৰ বেৰৰ পৰা বাৰে বাৰে সম্পূৰ্ণৰূপে প্ৰতিফলিত হয়। অপটিকেল ফাইবাৰ (optical fibre) বা আলোকীয় আঁহত এনে এক পৰিঘটনাই ঘটে।

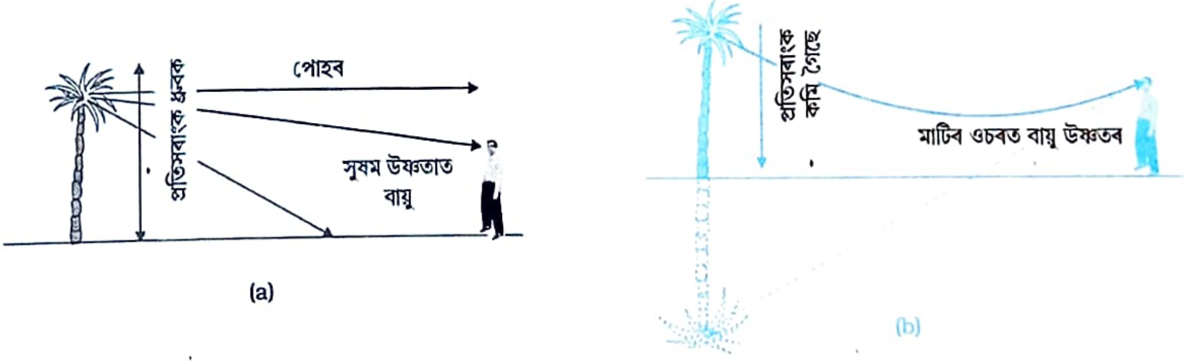
লেজাৰ ৰশ্মি ব্যৱহাৰ কৰোতে চাবা যাতে ৰশ্মিটো পোনে-পোনে আহি তোমাৰ চকুত নপৰে। তদুপৰি এই পোহৰ অন্যৰ মুখমণ্ডললৈকেও মাৰি নপঠিয়াবা।



চিত্ৰ 9-13 লেজাৰ ৰশ্মিৰ সহায়ত পানীত পূৰ্ণ আভ্যন্তৰীণ প্ৰতিফলন পৰিঘটনাৰ পৰ্যবেক্ষণ (বিকাৰৰ কাঁচৰ বাবে হোৱা প্ৰতিসৰণ তেনেই নগণ্য হোৱাৰ বাবে সেয়া উপেক্ষা কৰা হৈছে)

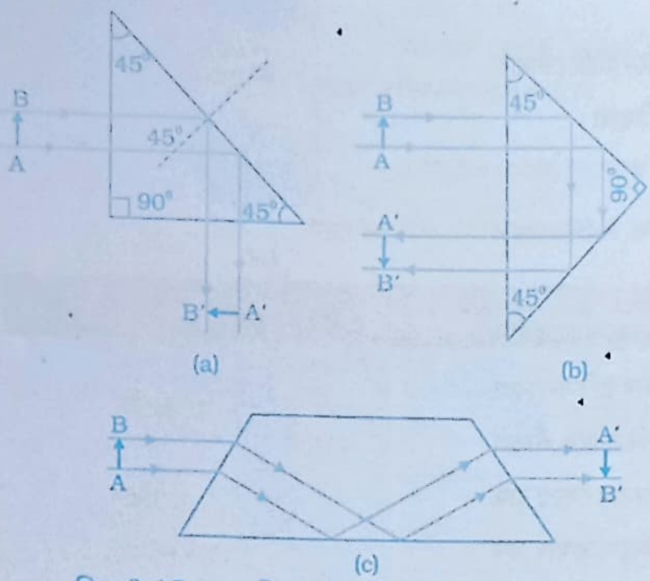
9.4.1 প্ৰকৃতি আৰু প্ৰযুক্তিত আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণপ্ৰতিফলন (Total Internal Reflection in Nature and its Technological Applications)

(i) মৰীচিকা (mirage) ঃ জহকালি দিনৰ ভাগত অধি ক উচ্চতাৰ বায়ুৰ তুলনাত মাটিৰ গাতে লাগি থকা বায়ুৰ উষ্ণতা অধিক হয়। বায়ুৰ ঘনত্ব বৃদ্ধি পালে তাৰ প্ৰতিসৰাংকও বাঢ়ে। শীতল বায়ুতকৈ তপত বায়ুৰ ঘনত্ব কম। সেয়ে তপত বায়ুৰ প্ৰতিসৰাংক শীতল বায়ুতকৈ কম। বতাহ বলি নথকা অৱস্থাত বায়ুৰ আলোকীয় ঘনত্ব উচ্চতাৰ সৈতে বৃদ্ধি পায়। সেয়ে ওখ গছ-গছনিৰ পৰা অহা পোহৰৰ ৰশ্মিয়ে মাটিৰ দিশে ক্ৰমাৎ কম প্ৰতিসৰাংকৰ বায়ুৰ মাজেৰে পাৰ হৈ যাবলগীয়া হয়। ইয়াৰ ফলত ৰশ্মিটোৱে ক্ৰমাৎ অভিলম্বৰ পৰা আঁতৰি গৈ থাকে। মাটি স্পৰ্শ কৰাৰ পূৰ্বে যদি আপতন কোণৰ মান ক্ৰান্তীয় কোণতকৈ ডাঙৰ হৈ পৰে তেন্তে ৰশ্মিটোৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন হয়। 9.14(b) চিত্ৰত তাকেই দেখুওৱা হৈছে। দূৰৈৰ পৰ্যৱেক্ষক এগৰাকীৰ বাবে গছৰ পৰা প্ৰতিফলিত ৰশ্মি মাটিৰ তলৰপৰা অহা যেন লাগে। তেনে এটা পৰিস্থিত পৰ্যৱেক্ষক গৰাকীয়ে স্বাভাৱিকতে ধৰি লয় সেই ৰশ্মি নিশ্চয় ভূপৃষ্ঠত থকা পানীৰ পৃষ্ঠই (যেনে পুখুৰী বা হ্ৰদৰ পৃষ্ঠই) প্ৰতিফলিত কৰিছে। প্ৰকৃততে পিচে সেই ঠাইত জলাশয় নাই। আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলনৰ বাবে সৃষ্টি হোৱা এনে ধৰণৰ ওলোটা প্ৰতিবিম্বই পৰ্যৱেক্ষকৰ মনত ভ্ৰান্তিৰ সৃষ্টি কৰে। এই



চিত্ৰ 9-14 (a) মাটিৰ ওপৰৰ বায়ুৰ ভিন ভিন তৰপৰ তাপমাত্ৰা একে থাকিলে পৰ্যৱেক্ষক এগৰাকীয়ে দূৰৈৰ গছ এজোপা তাৰ প্ৰকৃত স্থানতে থিয় হৈ থকা দেখে। (b) বায়ুৰ ভিন ভিন তৰপৰ উষ্ণতা ওপৰৰ পৰা মাটিৰ দিশে ক্ৰমাৎ বৃদ্ধি পাই আহিলে দূৰৈৰ গছ এজোপাৰ পৰা অহা পোহৰৰ ৰশ্মিৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে। ইয়াৰ ফলত এনে লাগে যেন গছজোপা জলাশয় এটাৰ পাৰত আছে।

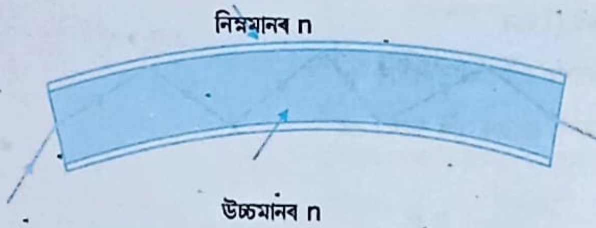
পৰিঘটনাক মৰীচিকা বোলে। এনে ধৰণৰ মৰীচিকা প্ৰায়ে উত্তপ্ত মৰুভূমিত দেখা যায়। জহকালি বাছ বা মটৰেৰে বাজআলিৰে গৈ থকা অৱস্থাত তোমালোকে নিশ্চয় কেতিয়াবা এনে এটা ঘটনা প্ৰত্যক্ষ কৰিছা যে দূৰৈত বাজআলিৰ একাংশত পানী পৰি আছে। পিচে সেই ঠাইত উপস্থিত হৈ গম পোৱা যে তাত পানী নাই। এয়াও এক মৰীচিকা।



চিত্ৰ 9-15 আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলনৰ সহায়ত পোহৰৰ ৰশ্মি 90° আৰু 180° বিচ্যুত কৰাৰ লগতে আকাৰ সলনি নকৰাকৈ সৃষ্টি হোৱা প্ৰতিবিম্ব একোটা ওলোটাই দিব পাৰি।

(ii) হীৰা ঃ হীৰা তাৰ উজ্বল চিকমিকনিৰ বাবে প্ৰখ্যাত। এই চিকমিকনিৰ মূলতে হ'ল হীৰাৰ ভিতৰত হোৱা পোহৰৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন। হীৰা আৰু বায়ুৰ সংযোগস্থলৰ ক্ৰান্তীয় কোণটো যথেষ্ট সৰু $(\cong 24.4^0)$ হোৱাৰ বাবে হীৰাত পোহৰৰ প্ৰৱেশ ঘটিলে সাধাৰণতে সেই পোহৰৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে। পিচে প্ৰকৃতিত পোৱা হীৰা এটুকুৰা আমি বজাৰত দেখা হীৰাৰ দৰে চিকমিকিয়া নহয়। দৰাচলতে হীৰাক চিকমিকিয়া পাথৰৰ ৰূপ দিয়াৰ মূলতে হ'ল হীৰা কটা খনিকৰৰ নিপুণ শৈলী। এটুকুৰা হীৰাক এক বিশেষ ধৰণে খনিকৰে কটাৰ ফলত হীৰা টুকুৰাৰ ভিতৰত উপৰ্যুপৰি আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে; আৰু পাথৰটো বিচিত্ৰ আভাৱে জিকমিকাই উঠে।

(iii) প্ৰিজম ঃ কিছুমান প্ৰিজমৰ দ্বাৰা পোহৰৰ ৰশ্মিক 90^0 বা 180^0 পৰিমাণে বিচ্যুত কৰা হয়। এনে প্ৰিজমত পোহৰৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলনৰ সহায় লোৱা হয় [চিত্ৰ 9.15(a) আৰু (b)]। এনে প্ৰিজমৰ দ্বাৰা আকাৰ সলনি নকৰাকৈ প্ৰতিবিম্ব এটা ওলোটা কৰা হয় [9.15(C)]। প্ৰথম দুবিধ প্ৰিজমৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰিজমৰ পদাৰ্থৰ বাবে ক্ৰান্তীয় কোণটো (i_c) 45^0 তকৈ কম হ'ব লাগে। 9.1 তালিকাৰ পৰা দেখা যায় যে ক্ৰাউন কাঁচ আৰু ঘন ফ্লিণ্ট কাঁচৰ উভয়ৰ বাবে এই কোণটো 45^0 তকৈ কম।



চিত্ৰ 9-16

(iv) আলোক তন্তু ঃ দূৰ-দূৰণিলৈ শব্দ আৰু দৃশ্যৰ সংকেত প্ৰেৰণ কৰিবলৈ আজিকালি আলোক তন্তুৰ (optical fibre) ব্যাপক ব্যৱহাৰ হ'বলৈ ধৰিছে। এই তন্তুত সংকেত প্ৰেৰণৰ বাবে আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন পৰিঘটনা ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই তন্তুবোৰ উচ্চ মানৰ জটিল ধৰণৰ কাঁচ / কোৱাৰ্জৰ দ্বাৰা তৈয়াৰ কৰা হয়। প্ৰতিডাল তন্তুৰেই একোটা মজ্জা (Core) আৰু তাৰ এক আৱৰণ (Cladding থাকে। মজ্জাৰ পদাৰ্থবিধৰ প্ৰতিসৰাংক আৱৰণৰ প্ৰতিসৰাংকতকৈ বেছি।

পোহৰৰ ৰূপত থকা সংকেত এটা যেতিয়া তন্তু এডালৰ এটা প্ৰান্তত এক বিশেষ কোণত পৰিবলৈ

দিয়া হয়, সেই পোহৰ তন্তুৰ ভিতৰৰ বেৰৰ ক্ৰমিক বিন্দুবোৰত পূৰ্ণ ৰূপত প্ৰতিফলিত হৈ হৈ তন্তুডালৰ মাজেৰে আগুৱাই যায় আৰু আনটো প্ৰান্তৰে ওলাই আহে (চিত্ৰ 9.16)। যিহেতু এই ক্ষেত্ৰত পোহৰৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে, সেয়ে সংকেতৰ তীব্ৰতা বিশেষ হ্ৰাস নহয়। তন্তু একোডাল এনেদৰে তৈয়াৰ কৰা হয় যে তাৰ ভিতৰৰ বেৰত হোৱা প্ৰতিটো প্ৰতিফলনৰ ক্ষেত্ৰতে আপতন কোণটো ক্ৰান্তীয় কোণতকৈ ডাঙৰ হয়। তন্তুডাল ভাঁজ লাগি থাকিলেও পোহৰৰ ৰশ্মি এটা আঁহৰ মাজেৰে সহজে পাৰ হৈ যাব পাৰে। সেয়ে আলোক তন্তু এডালে একোডাল আলোকীয় নলীৰ দৰে কাম কৰে।

আলোকীয় তন্তুৰ থুপ একোটা ভিন ভিন ধৰণে ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি। এই তন্তুৰ দ্বাৰা বৈদ্যুতিক সংকেত প্ৰেৰণ আৰু গ্ৰহণ কৰাৰ বাবে সেই সংকেতক পোহৰৰ সংকেতলৈ ৰূপান্তৰিত কৰা হয়। তন্তুৰ মাজেৰে সংকেতক পোহৰৰ ৰশ্মিৰ ৰূপত প্ৰেৰণ কৰা হয়। ইয়াৰ পৰা এই কথাও পৰিস্কাৰ হৈ পৰে যে আলোকীয় তন্তুক পোহৰৰ সংকেত প্ৰেৰণ কাৰ্যৰ বাবেও ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি। উদাহৰণ স্বৰূপে চিকিৎসা বিজ্ঞানৰ কথা ক'ব পাৰি। ইয়াত আলোকীয় তন্তুৰ দ্বাৰা শৰীৰৰ ভিতৰৰ খাদ্যনলী, পাকস্থলী, ক্ষুদ্ৰান্ত, বৃহদান্ত্ৰ ইত্যাদি অংশবোৰ পৰীক্ষা কৰিব পাৰি। আমাৰ চৰাঘৰ সজাবলৈ এক ধৰণৰ বৈদ্যুতিক চাকি আজিকালি বজাৰত কিনিবলৈ পোৱা যায়। চাকিটোত কিছুমান প্লাষ্টিকৰ আঁহ লাগি থাকে। আঁহবোৰৰ মুক্ত মুৰবোৰদোঁ খাই গোটেই চাকিটোক এটা ফুলৰ আকৃতি প্ৰদান কৰে। আঁহবোৰৰ আনটো মূৰ বৈদ্যুতিক লেম্প এটাৰ ওপৰত লাগি থাকে। লেম্প জ্বলাই দিলে প্ৰতিটো আঁহৰ তলৰ মূৰৰ পৰা পোহৰ আঁহৰ মুক্ত মূৰলৈ গতি কৰে; আৰু মূৰবোৰ পোহৰৰ একো-একোটা বিন্দুৰ দৰে দেখি। এই বৈদ্যুতিক চাকিটোত ব্যৱহাৰ কৰা আঁহবোৰ হ'ল আলোকীয় তন্তু।

আলোকীয় তন্তু প্ৰস্তুত কৰাৰ ক্ষেত্ৰত আটাইতকৈ বেছি গুৰুত্ব দিবলগীয়া কথাটো হ'ল যে তন্তুৰ মাজেৰে দূৰ-দূৰণিলৈ পোহৰ সঞ্চালিত হওঁতে সেই পোহৰৰ শোষণ পাৰ্যমানে কম হ'ব লাগে। কোৱাৰ্জৰ দৰে কিছুমান স্বচ্ছ পদাৰ্থৰ শোধন আৰু বিশেষ ধৰণৰ প্ৰস্তুতিৰ ফলত এই চৰ্ত পূৰণ কৰিব পৰা গৈছে। ছিলিকা কাঁচৰ তন্তুত পোহৰ 1 km পৰ্যন্ত পঠিয়াই দিয়াৰ পিচতো প্ৰেৰণ কৰা পোহৰৰ তীব্ৰতা পূৰ্বৰ 95% পোৱা যায়। (ইয়াৰ পৰিবৰ্তে 1 km ডাঠ খিৰিকীৰ সাধাৰণ কাঁচৰ মাজেৰে পোহৰ পঠিয়াই দিলে কি তীব্ৰতা পাবা সেয়া তুলনা কৰি চোৱা চোৱা।

9.5 গোলাকাৰ পৃষ্ঠ আৰু লেন্সৰ দ্বাৰা পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ

(Refraction at Spherical Surfaces and by Lenses)

এতিয়ালৈকে আমি দুটা স্বচ্ছ মাধ্যমৰ সমতল সন্ধিতলত পোহৰৰ প্ৰতিসৰণৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিছিলো। এইবাৰ আলোচনা কৰিম গোলাকাৰ সন্ধিতলত পোহৰৰ প্ৰতিসৰণৰ বিষয়ে। গোলাকাৰ পৃষ্ঠ এখনৰ অতি ক্ষুদ্ৰ অংশ এটাক সমতল বুলি ধৰিব পাৰি; আৰু সেই সমতলৰ প্ৰতিটো বিন্দুতে পোহৰৰ প্ৰতিসৰণৰ নীতি প্ৰয়োগ কৰিব পাৰি। গোলাকাৰ দাপোণত হোৱা প্ৰতিফলনৰ দৰে এই গোলাকাৰ পৃষ্ঠৰ আপতন বিন্দুত আঁকা স্পৰ্শক সমতলৰ সৈতে সেই বিন্দুত টনা অভিলম্ব 90^0 ডিগ্ৰী কোণত থাকিব। অৰ্থাৎ অভিলম্ব

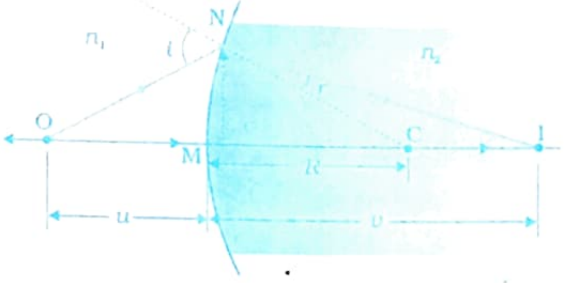
Daily Assam

Daily Assam

সেই বিন্দুত গোলাকাৰ পৃষ্ঠখন ভাঁজকেন্দ্ৰৰ মাজেৰে যাব। ইয়াত পোনতে আমি এখন গোলাকাৰ পৃষ্ঠত ঘটা প্ৰতিসৰণ বিষয়ে আলোচনা কৰিম; আৰু তাৰ সিদ্ধান্তবোৰ পাতল লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত ব্যৱহাৰ কৰিম। পাতল লেন্স হ'ল দুখন পৃষ্ঠই আবৰি ৰখা এটা স্বচ্ছ মাধ্যম--পৃষ্ঠ দুখনৰ এখন হ'লেও গোলাকাৰ হ'ব লাগিব। প্ৰতিসৰণৰ দ্বাৰা প্ৰতিবিম্ব গঠনৰ নিয়ম পোনতে আমি এখন গোলাকাৰ পৃষ্ঠত ব্যৱহাৰ কৰিম; তাৰ পিচত একেই নিয়ম আনখন পৃষ্ঠত ব্যৱহাৰ কৰি আমি **লেন্স প্ৰস্তুতকাৰীৰ সমীকৰণ** (lens maker's formula) আৰু তাৰ পিচত **লেন্সৰ সমীকৰণটো** (lens formula) প্ৰতিষ্ঠা কৰিম।

9.5.1 গোলাকাৰ পৃষ্ঠত প্ৰতিসৰণ (Refraction at Spherical Surface)

9.17 চিত্ৰত R ভাঁজব্যাসাৰ্দ্ধ আৰু C ভাঁজ কেন্দ্ৰৰ গোলাকাৰ পৃষ্ঠ এখনৰ মুখ্য অক্ষৰ ওপৰত থকা o লক্ষ্যবস্তুৰ বাবে সৃষ্টি হোৱা। প্ৰতিবিম্বৰ জ্যামিতিক গঠন প্ৰণালী দেখুওৱা হৈছে। এই ক্ষেত্ৰত পোহৰৰ ৰশ্মিসমূহ n_1 প্ৰতিসৰাংকৰ মাধ্যমৰ পৰা আপতিত হৈ n_2 মাধ্যমলৈ প্ৰতিসৰিত হৈছে। আগৰ দৰে এই ক্ষেত্ৰতো আমি গোলাকাৰ পৃষ্ঠখনৰ মুখ্যছেদৰ (aperture) আকাৰ লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব, প্ৰতিবিম্বৰ দূৰত্ব আৰু ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধৰ তুলনাত যথেষ্ট সৰু বুলি ধৰি ল'ম যাতে ইয়াতো আমি ক্ষুদ্ৰ কোণৰ ধাৰণা প্ৰয়োগ কৰিব পাৰো। বিশেষকৈ NM ৰ (বক্ৰ ৰেখা) দৈৰ্ঘ্য N বিন্দুৰ পৰা মুখ্য অক্ষৰ ওপৰত আঁকা লম্বৰ দৈৰ্ঘ্যৰ সমান বুলি ধৰি লোৱা হ'ব ক্ষুদ্ৰ কোণৰ বাবে চিত্ৰৰ পৰা আমি পাওঁ



চিত্ৰ 9-17 দুটা স্বচ্ছ মাধ্যমৰ গোলাকাৰ সন্ধিতলত হোৱা পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ

$$\tan\angle NOM = \frac{MN}{OM}$$

$$\tan\angle NCM = \frac{MN}{OM}$$

$$\tan\angle NIM = \frac{MN}{MI}$$

আকৌ NOC ত্ৰিভুজৰ বাবে i হ'ল বহিৰ্কোণ। সেয়ে $i = \angle NOM + \angle NCM$

$$\text{অৰ্থাৎ } i = \frac{MN}{MO} + \frac{MN}{MC} \qquad (9.13)$$

একেদৰে $r = \angle NCM - \angle NIM$

$$\text{অৰ্থাৎ } r = \frac{MN}{MC} - \frac{MN}{MI} \qquad (9.14)$$

এতিয়া স্নেলৰ নীতি প্ৰয়োগ কৰিলে পাওঁ

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

ক্ষুদ্ৰ কোণৰ বাবে সম্বন্ধটো তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰি

$$n_1 i = n_2 r$$

(9.13) আৰু (9.14) সমীকৰণৰ পৰা i আৰু r ৰ মান বহুৱাই আমি পাওঁ

$$\frac{n_1}{OM} + \frac{n_2}{MI} = \frac{n_2 - n_1}{MC} \qquad (9.15)$$

ইয়াত OM, MI আৰু MC হ'ল দুৰত্বৰ দৈৰ্ঘ্যৰ মান। কাৰ্টেছিয়ান (Cartesian)চিহ্ন পদ্ধতি ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ

$$OM = -u, MI = +v, MC = +R$$

এই ৰাশিবোৰ (9.15) সমীকৰণত ব্যৱহাৰ কৰি আমি,পাওঁ

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R} \qquad (9.16)$$

(9.16) সমীকৰণে মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক আৰু পৃষ্ঠৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধৰ সৈতে লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব আৰু প্ৰতিবিম্বৰ দূৰত্বৰ সম্বন্ধ দেখুৱায়। এই গাণিতিক সম্বন্ধটো সকলোবোৰ গোলাকাৰ পৃষ্ঠৰ বাবে প্ৰযোজ্য।

উদাহৰণ 9.6 বায়ু মাধ্যমত থকা এটা বিন্দুপ্ৰভৱ পৰা পোহৰ ওলাই আহি স্বচ্ছ কাঁচৰ গোলাকাৰ পৃষ্ঠ (n+ 1.5 আৰু ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ = 20cm) এখনত পৰে। কাঁচৰ পৃষ্ঠখনৰ পৰা পোহৰৰ উৎসটোৰ দূৰত্ব 100 cm । সৃষ্টি হোৱা প্ৰতিবিম্বৰ, অৱস্থান নিৰ্ণয় কৰা।

উত্তৰঃ ইয়াত u= - 100 cm, R = +20 cm, $n_1=1$ আৰু $n_2=1.5$, v =? ৰাশিকেইটা (9.16) সমীকৰণত বহুৱাই আমি পাওঁ

$$\frac{1.5}{v} + \frac{1}{100} = \frac{0.5}{20}$$

বা, v += 100 cm

প্ৰতিবিম্বটো কাঁচৰ পৃষ্ঠৰ পৰা 100 cm দূৰত, আপতিত ৰশ্মিৰ দিশত, সৃষ্টি হয়।

উদাহৰণ 9.6

Sources of light and Photometry

পৰম শূন্যতকৈ অধিক উষ্ণতাত থকা বস্তুৱে বিদ্যুৎচুম্বকীয় তৰংগ নিৰ্গত কৰিব সেয়া নিৰ্ভৰ কৰে তাৰ পৰম উষ্ণতাৰ ওপৰত। উদাহৰণ স্বৰূপে গৰম বস্তু এটা, 2850 K উষ্ণতাত থকা টাংষ্টেনৰ ফিলামেণ্ট এটাই নিৰ্গত কৰা বিদ্যুৎচুম্বকীয় তৰংগ আংশিকভাৱে অদৃশ্য (invisible) অঞ্চলত আৰু বেছিভাগ অৱলোহিত (infrared) বা তাপীয় অঞ্চলত পৰে। বস্তুটোৰ উষ্ণতা ইয়াতকৈ অধিক

Daily Assam

Daily Assam

হ'লে নিৰ্গত তৰংগ দৈৰ্ঘ্য ক্ৰমান্বয়ে দৃশ্যমান অঞ্চললৈ যায়। সূৰ্য্যৰ পৃষ্ঠভাগৰ উষ্ণতা 5500 K। দৃশ্যমান অঞ্চলত সূৰ্য্যই নিৰ্গত কৰা বিদ্যুৎচুম্বকীয় তৰংগৰ শক্তি আৰু তৰংগৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ লেখলৈ মন কৰিলে দেখা যায় যে সেই শক্তিৰ পৰিমাণ 550 nm তৰংগদৈৰ্ঘ্যত সৰ্বোচ্চ হয়। এই তৰংগদৈৰ্ঘ্য হ'ল সেউজীয়া ৰঙৰ পোহৰৰ, আৰু ই দৃশ্যমান বিদ্যুৎচুম্বকীয় তৰংগৰ পৰিসৰৰ প্ৰায় মাজভাগত পৰে। প্ৰতিটো বস্তুৱে নিৰ্গত কৰা বিদ্যুৎচুম্বকীয় তৰংগৰ শক্তি কোনো এক নিৰ্দ্দিষ্ট তৰংগদৈৰ্ঘ্যত সৰ্বোচ্চ হয়; আৰু এই তৰংগদৈৰ্ঘ্য বস্তুটোৰ পৰম উষ্ণতাৰ ব্যস্তানুপাতিক।

মানুহৰ চকুৱে পোহৰক যিদৰে দেখে সেই দৃষ্টিকোণৰ পৰা কৰা পোহৰৰ জোখ-মাপক ফট'মিতি (Photometry) বোলে। ই হ'ল মানুহৰ ইন্দ্ৰিয়গ্ৰাহ্য পদ্ধতিৰে কৰা পোহৰৰ জোখ-মাপ। আপতিত পোহৰে চকুত সৃষ্টি কৰা প্ৰতিক্ৰিয়া, আৰু সেই প্ৰতিক্ৰিয়াৰ ফলত উৎপন্ন হোৱা সংকেত নেত্ৰ স্নায়ুৱে (optic nerves) মগজুলৈ কঢ়িয়াই নিয়া, আৰু শেষত মগজুৱে সেই সংকেতক বিশ্লেষণ কৰা এই সমস্ত প্ৰক্ৰিয়াৰ ভিত্তিত কৰা জোখ মাপ হ'ল ফট'মিতি। ফট'মিতিত ব্যৱহাৰ হোৱা তিনিটা প্ৰধান ভৌতিক ৰাশি হ'ল (i) উৎসৰ দীপন তীব্ৰতা (luminous intensity), (ii) উৎসৰ পৰা ওলোৱা পোহৰৰ পৰিমাণ বা দীপ্তি অভিৱাহ (luminous flux), আৰু (iii) পৃষ্ঠৰ প্ৰদীপ্তি (illuminance)। দীপন তীব্ৰতাৰ (I) SI একক হ'ল কেণ্ডেলা (cd)। এক কেণ্ডেলা হ'ল পোহৰৰ উৎস এটাই এক নিৰ্দ্দিষ্ট দিশত প্ৰতি ষ্টেৰেডিয়ান ঘন কোণত যদি 540×10^{12} Hz কম্পনাংকৰ $\frac{1}{683}$ ৱাট ক্ষমতাৰ একবৰ্ণী পোহৰ প্ৰেৰণ কৰে তেন্তে উৎসৰ দীপন তীব্ৰতাক এক কেণ্ডেলা বোলে। এক কেণ্ডেলা দীপন তীব্ৰতাৰ উৎস এটাই এক নিৰ্দ্দিষ্ট দিশত একক ঘন কোণত আপতিত কৰা দীপ্তি অভিৱাহৰ পৰিমাণ হ'ল এক লুমেন (lumen)। লুমেনৰ চিহ্ন হ'ল lm । এটা সাধাৰণ 100 ৱাট বৈদ্যুতিক চাকিয়ে মোটামুটিভাৱে 1700 লুমেন দীপ্তি অভিৱাহ নিৰ্গত কৰে।

ফট'মিতিত পোনপটীয়াকৈ জুখিব পৰা একমাত্ৰ ভৌতিক ৰাশিটো হ'ল প্ৰদীপ্তি। কোনো এখন পৃষ্ঠৰ প্ৰদীপ্তি হ'ল পৃষ্ঠখনৰ একক কালিত আপতিত পোহৰৰ পৰিমাণ বা দীপন অভিৱাহৰ পৰিমাণ। SI পদ্ধতিত ইয়াৰ একক হ'ল লাক্স (lux) অথবা লুমেন প্ৰতি বৰ্গমিটাৰ (lm/m^2)। বেছিভাগ পোহৰ-মাপক যন্ত্ৰই এই ৰাশিটো ব্যৱহাৰ কৰে। T দীপন তীব্ৰতাৰ উৎস এটাই কোনো এখন পৃষ্ঠত সৃষ্টি কৰা প্ৰদীপ্তি হ'ল $E = I/r^2$ ইয়াত r হ'ল উৎসৰ পৰা পৃষ্ঠৰ লম্ব দূৰত্ব। পোহৰ নিৰ্গত বা প্ৰতিফলিত কৰা সমতল পৃষ্ঠৰ উজ্জ্বলতা বুজাবলৈ তেজস্বিতা (luminance) নামৰ আন এটা ৰাশি ব্যৱহাৰ কৰা হয়। ইয়াৰ একক হ'ল কেণ্ডেলা প্ৰতি বৰ্গ মিটাৰ (cd/m^2)। ঔদ্যোগিক ভাষাত ইয়াক 'নিট' (nit) বুলি জনা যায়। উচ্চ শ্ৰেণীৰ এল ছি ডি (LCD) কম্পিউটাৰ মণিটৰ এটাৰ তেজস্বিতা প্ৰায় 250 নিট।

9.5.2 লেন্সত পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ (Refraction by a lens)

9.18.(a) চিত্ৰত এখন দ্বি-উত্তল লেন্সৰ দ্বাৰা সৃষ্টি হোৱা প্ৰতিবিম্বৰ জ্যামিতিক আৰ্হিটো দেখুওৱা হৈছে। শেষ প্ৰতিবিম্ব। দুটা ঢাপত হোৱা বুলি ভাবিব পাৰি। প্ৰথম প্ৰতিসাৰক পৃষ্ঠখনে o লক্ষ্যবস্তুটোৰ প্ৰতিবিম্ব I_1, সৃষ্টি কৰে [চিত্ৰ 9.18.(b)]। এই প্ৰতিবিম্বটো (I_1) দ্বিতীয় প্ৰতিসাৰক পৃষ্ঠখনৰ বাবে অসৎ লক্ষ্যবস্তু স্বৰূপ হয়।

দ্বিতীয় পৃষ্ঠখনে ইয়াৰ প্ৰতিবিম্ব (I) সৃষ্টি কৰিব [চিত্ৰ 9.18 (c)] ।প্ৰথম সন্ধিতল ABC ত (9.15) সমীকৰণ ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ

$$\frac{n_1}{OB}+\frac{n_2}{BI_1}=\frac{n_2-n_1}{BC_1} \qquad (9.17)$$

ADC দ্বিতীয় সন্ধিতলত * একেই পদ্ধতি ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ

$$-\frac{n_2}{DI_1}+\frac{n_1}{DI}=\frac{n_2-n_1}{DC_2} \qquad (9.18)$$

পাতল লেন্সৰ বাবে $BI_1=DI_1$ । (9.17) আৰু (9.18) সমীকৰণ দুটা যোগ কৰি পাওঁ

$$\frac{n_1}{OB}+\frac{n_1}{DI}=(n_2-n_1)\left(\frac{1}{BC_1}+\frac{1}{DC_2}\right) \qquad (9.19)$$

ধৰা হওঁক লক্ষ্যবস্তু অসীমত অৱস্থিত, অৰ্থাৎ $OB\rightarrow\infty$ আৰু $DI = f$, গতিকে (9.19) সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ (9.20)

$$\frac{n_1}{f}=(n_2-n_1)\left(\frac{1}{BC_1}+\frac{1}{DC_2}\right)$$

অসীমত থকা লক্ষ্যবস্তুৰ বাবে লেন্সৰ যিটো বিন্দুত প্ৰতিবিম্ব গঠন হয় তাক লেন্সখনৰ নাভি বা ফ'কাছ বোলে আৰু f দৈৰ্ঘ্যই, লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য দিয়ে। একোখন লেন্সৰ ফ'কাছ দুটা ঃ F আৰু F'। বিন্দু দুটা লেন্সখনৰ পৰস্পৰ বিপৰীত ফালে থাকে। (চিত্ৰ 9.19)। চিহ্ন প্ৰথা ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ।

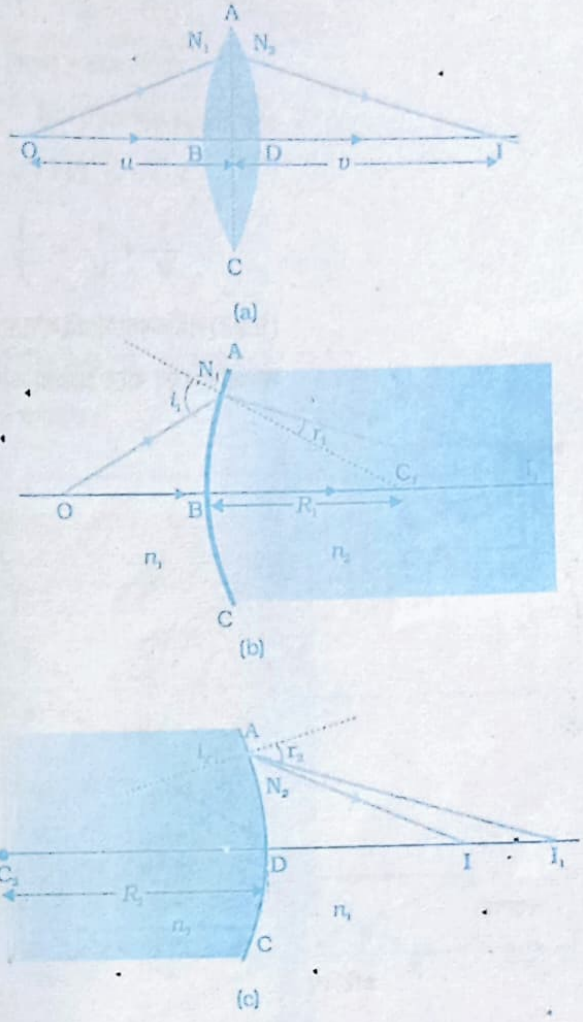
$$BC_1=+R_1$$
$$DC_2=-R_2$$

সেয়ে (9.20)সমীকৰণক তলত দিয়া ৰূপত লিখিব পাৰি

$$\frac{1}{f}=(n_{21}-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right) \quad \left(\because n_{21}=\frac{n_2}{n_1}\right) \qquad (9.21)$$

(9.21) সমীকৰণটোক লেন্স প্ৰস্তুতকৰ্তাৰ সমীকৰণ বোলে। উপযুক্ত ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধৰ পৃষ্ঠ ব্যৱহাৰ কৰি এক নিৰ্দ্দিষ্ট ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ লেন্স সাজিব পাৰি। এই কামত ওপৰোক্ত সমীকৰণটো ব্যৱহাৰ কৰা হয়। মন কৰিবা যে এই সমীকৰণটো অৱতল লেন্সৰ ক্ষেত্ৰতো প্ৰযোজ্য। এই ক্ষেত্ৰত R_1 ঋণাত্মক আৰু R_2 ধনাত্মক; আৰু সেয়ে f ঋণাত্মক।

(9.19) আৰু (9.20) সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ



চিত্ৰ 9-18 (a) লক্ষ্যবস্তুৰ অৱস্থান, আৰু দ্বি-উত্তল লেন্সত গঠন হোৱা প্ৰতিবিম্ব, (b) প্ৰথম গোলাকাৰ পৃষ্ঠত হোৱা প্ৰতিসৰণ, আৰু (c)দ্বিতীয় গোলাকাৰ পৃষ্ঠত হোৱা প্ৰতিসৰণ।

* মন কৰা যে ADC পৃষ্ঠৰ সোঁফালৰ মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক n_1 আৰু বাওফালৰ মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক n_2 ।তদুপৰি DI_1 ঋণাত্মক কাৰণ এই দুৰত্ব আপতিত ৰশ্মিৰ বিপৰীত দিশে জোখা হৈছে।

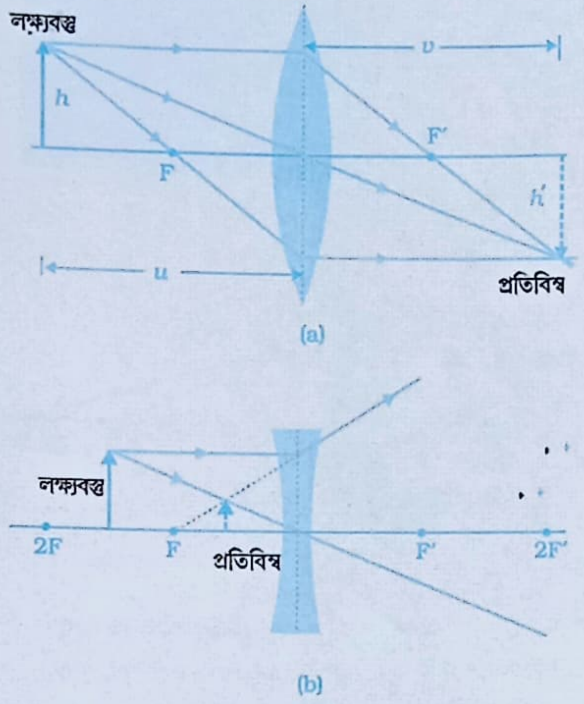
$$\frac{n_1}{OB}+\frac{n_1}{DI}=\frac{n_1}{f} \qquad (9.22)$$

আকৌ পাতল লেন্সৰ বাবে B আৰু D বিন্দু দুটা লেন্সৰ আলোক কেন্দ্ৰৰ নিচেই ওচৰত থাকে। চিহ্ন প্ৰথা ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ

BO = -u, DI =+ v, । গতিকে (9.22) সমীকৰণটো হ'বগৈ

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f} \qquad (9.23)$$

(9.23) সমীকৰণটোৱেই হ'ল **পাতল লেন্সৰ সমীকৰণ**। এই সমীকৰণটো যদিও আমি উত্তল লেন্সে সৃষ্টি কৰা সৎ প্ৰতিবিম্বৰ বাবে প্ৰতিষ্ঠা কৰিছো, দৰাচলতে সমীকৰণটো উত্তল আৰু অৱতল উভয় প্ৰকাৰৰ লেন্সৰ বাবে, আৰু লগতে সৎ আৰু অসৎ উভয় প্ৰকৃতিৰ প্ৰতিবিম্বৰ বাবেও প্ৰযোজ্য।



চিত্ৰ 9-19 (a) উত্তল লেন্স (b)অৱতল লেন্সৰ মাজেৰে অংকন কৰা ৰশ্মি।

উল্লেখ কৰিব পাৰি যে দ্বি-উত্তল আৰু দ্বি-অৱতল লেন্সৰ আলোক কেন্দ্ৰৰ পৰা F আৰু F' ফ'কাছ দুটা সমদূৰত্বত থাকে। পোহৰৰ (প্ৰকৃত) উৎসৰ দিশে থকা ফ'কাছটোক লেন্সখনৰ **প্ৰথম ফ'কাছ বিন্দু** (first focal point) আৰু আনটো ফ'কাছক **দ্বিতীয় ফ'কাছ বিন্দু** (Second focal point) বোলে।

নীতিগতভাৱে ক'বলৈ গ'লে আমি লক্ষ্যবস্তুৰ যিকোনো দুটা বিন্দুৰ পৰা নিৰ্গত ৰশ্মি লেন্সত পৰিব দি, প্ৰতিসৰণৰ নীতি প্ৰয়োগ কৰি ৰশ্মি দুটাক লেন্সৰ দ্বাৰা প্ৰতিসৰিত ৰশ্মি দুটাই ক'ত কটাকটি কৰে (অথবা কটাকটি কৰা যেন লাগে) তাৰ দ্বাৰা প্ৰতিবিম্বৰ গঠন আঁকি উলিয়াব পাৰো। ব্যৱহাৰিক ক্ষেত্ৰত পাতল লেন্সৰ বাবে পিচে তলত উল্লেখ কৰা তিনিটাৰ ভিতৰত যিকোনো দুটা ৰশ্মি ল'লেহে অংকনত সুবিধা হয়ঃ

(i) লক্ষ্যবস্তুৰ পৰা অহা আৰু লেন্সৰ মুখ্য অক্ষৰ সমান্তৰালভাৱে থকা এটা ৰশ্মিৰ। লেন্সত প্ৰতিসৰণ ঘটাৰ পিচত ৰশ্মিটো লেন্সৰ দ্বিতীয় মুখ্য ফ'কাছ F' ৰ মাজেৰে (উত্তল লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত) পাৰ হৈ যায় অথবা (অৱতল লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত) ৰশ্মিটো প্ৰথম মুখ্য ফ'কাছ F ৰ পৰা ওলাই অহা যেন লাগে।

(ii) লেন্সৰ আলোক কেন্দ্ৰৰ মাজেৰে যোৱা এটা ৰশ্মিৰ। লেন্সত প্ৰতিসৰণ ঘটাৰ পিচত ৰশ্মিটো বিচ্যুত নোহোৱাকৈ একে দিশে গতি কৰে।

(iii) লেন্সৰ প্ৰথম মুখ্য ফ'কাছৰ (উত্তল লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত) মাজেৰে যোৱা এটা ৰশ্মি অথবা (অৱতল লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত) প্ৰথম মুখ্য ফ'কাছত পৰা যেন লগা এটা ৰশ্মি। লেন্সত প্ৰতিসৰিত হোৱাৰ পিচত ৰশ্মিটো মুখ্য অক্ষৰ সমান্তৰালকৈ গতি কৰে।

9.19 (a) আৰু (b) চিত্ৰত এই নিয়ম দুটা ক্ৰমান্বয়ে উত্তল আৰু অৱতল লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত দেখুওৱা হৈছে। লক্ষ্যবস্তুক লেন্সৰ পৰা ভিন ভিন দূৰত্বত থৈ তুমি নিজে এনে ধৰণৰ ৰশ্মি অংকন কৰি প্ৰতিটো ক্ষেত্ৰতে যে (9.23) সমীকৰণটো প্ৰযোজ্য হয় সেয়া প্ৰমাণ কৰি চাবা।

এইখিনিতে লগতে মনত ৰাখিবা যে লক্ষ্যবস্তুৰ প্ৰতিটো বিন্দুৰ পৰা অসংখ্য ৰশ্মি ওলাই আহে। লেন্সত প্ৰতিসৰিত হোৱাৰ পিচত এই আটাইবোৰ ৰশ্মি প্ৰতিবিম্বৰ একেটা বিন্দুৰ মাজেৰে পাৰ হৈ যাব।

গোলাকাৰ দাপোণৰ লেখীয়াকৈ লেন্সে সৃষ্টি কৰা পৰিবৰ্দ্ধনৰ (m) সংজ্ঞা হ'ল প্ৰতিবিম্বৰ আকাৰ আৰু লক্ষ্যবস্তুৰ আকাৰৰ অনুপাত। আমি দাপোণৰ ক্ষেত্ৰত কৰাৰ দৰে একেধৰণে দেখুৱাব পাৰো যে লেন্সে কৰা পৰিবৰ্দ্ধন

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u} \qquad (9.24)$$

চিহ্ন প্ৰথা ব্যৱহাৰ কৰিলে আমি দেখিম যে উত্তল বা অৱতল লেন্সে গঠন কৰা থিয় (আৰু অসৎ) প্ৰতিবিম্বৰ ক্ষেত্ৰত m ধনাত্মক আৰু ওলোটা (আৰু সৎ) প্ৰতিবিম্বৰ ক্ষেত্ৰত m ঋণাত্মক।

Daily Assam

উদাহৰণ 9.7 যাদু প্ৰদৰ্শনীৰ কালত যাদুকৰ এজনে $n = 1.47$ প্ৰতিসৰাংকৰ কাঁচৰ লেন্স এখন স্বচ্ছ তৰল এবিধত নিমজ্জিত কৰি দিয়াত লেন্সখন তৰলত অদৃশ্য হৈ পৰিল। তৰলবিধৰ প্ৰতিসৰাংক কিমান? ই পানী হ'ব পাৰে নেকি?

উত্তৰ ঃ - লেন্সখন তৰলত অদৃশ্য হ'বলৈ হ'লে তৰলৰ প্ৰতিসৰাংক 1.47 হ'ব লাগিব $n_1 = n_2$ ।

অৰ্থাৎ । ইয়াৰ পৰা দেখা যায় যে $f \longrightarrow \infty$ $\frac{1}{f} = 0$ অথবা । তৰলত লেন্সখনে এখন স্বচ্ছ কাঁচৰ পাতৰ দৰে আচৰণ কৰে। তৰলবিধ পানী হ'ব নোৱাৰে। ই গ্লিছাৰিন হ'ব পাৰে।

উদাহৰণ 9.7

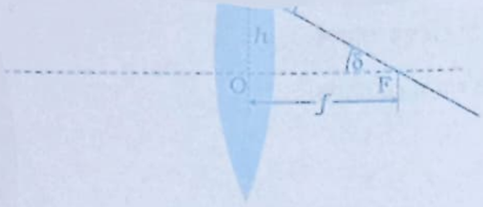
9.5.3 লেন্সৰ ক্ষমতা (Power of a Lens)

আপতিত ৰশ্মিক প্ৰতিসৰণৰ দ্বাৰা লেন্স এখনে কি পৰিমাণে অভিসাৰী অথবা অপসাৰী কৰে তাৰ জোখ হ'ল লেন্সখনৰ ক্ষমতা। দেখদেখকৈ চুটি ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ লেন্স এখনে আপতিত ৰশ্মি অধিক বিচ্যুত কৰিব পাৰে– উত্তল লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত এই বিচ্যুতি অভিসাৰী, আৰু অৱতল লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত ই অপসাৰী। লেন্স এখনৰ মুখ্য অক্ষৰ লম্বভাৱে থকা, আৰু আলোক কেন্দ্ৰৰ পৰা একক দূৰত্বত থকা এটা বিন্দুত আপতিত পোহৰৰ ৰশ্মি এটাক যি কোণত অপসাৰী বা অভিসাৰী কৰে তাৰ টেনজেণ্টক (tangent) লেন্সৰ ক্ষমতা (power) P বোলে (চিত্ৰ 9.20)।

$\tan\delta = \frac{h}{f}$; যদি $h = 1$ হয় তেন্তে $\tan\delta = \frac{1}{f}$

বা $\delta = \frac{1}{f}$ (δ ৰ মান সৰু হ'লে)। সেয়ে

$$P = \frac{1}{f} \qquad (9.25)$$



9.20 লেন্সৰ ক্ষমতা

লেন্সৰ ক্ষমতাৰ SI একক হ'ল ডায়প্টৰ (dioptre) (D)ঃ $1D = 1m^{-1}$ । 1 মিটাৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ লেন্স এখনৰ ক্ষমতা হ'ল 1 ডায়প্টৰ। অভিসাৰী লেন্সৰ ক্ষমতা ধনাত্মক আৰু অপসাৰী লেন্সৰ ক্ষমতা ঋণাত্মক। চকু বিশেষজ্ঞই ৰোগীক বিতচকুৰ লেন্সৰ ক্ষমতা +2.5D দিয়াৰ অৰ্থ হ'ল ৰোগীক দিয়া লেন্সখন উত্তল, আৰু ইয়াৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 40 cm। সেইদৰে -4.0D ক্ষমতাৰ লেন্স মানে 25 cm ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ এখন অৱতল লেন্স।

Daily Assam

উদাহৰণ 9.8

উদাহৰণ 9.8 (i) কাঁচৰ উত্তল লেন্স এখনৰ বাবে যদি $f = 0.5m$ হয় তেন্তে লেন্সখনৰ ক্ষমতা কিমান? (ii) কাঁচৰ দ্বি-উত্তললেন্স এখনৰ পৃষ্ঠ দুখনৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ হ'ল 10 cm আৰু 15cm। লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 12cm। কাঁচৰ প্ৰতিসৰাংক কিমান?

(iii) বায়ু মাধ্যমত উত্তল লেন্স এখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য হ'ল 20cm । পানীত লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য কিমান হ'ব? (বায়ু সাপেক্ষে পানীৰ প্ৰতিসৰাংক = 1.33, বায়ু সাপেক্ষে কাঁচৰ প্ৰতিসৰাংক = 1.5।)

উত্তৰ ঃ (i) ক্ষমতা = +2

(ii) এই ক্ষেত্ৰত $f = +12$ cm, $R_1 = +10cm, R_2 = -15cm$ ।বায়ুৰ প্ৰতিসৰাংক এক বুলি ধৰা হৈছে। (9.22) সমীকৰণত f, R_1 আৰু R_2 বহুৱাই আমি পাওঁ

$$\frac{1}{12} = (n-1)\left(\frac{1}{10} - \frac{1}{-15}\right)$$

ইয়াৰ পৰা আমি পাওঁ $n = 1.5$।

(iii) বায়ু মাধ্যমত থোৱা কাঁচৰ লেন্স এখনৰ বাবে $n_2 = 1.5$, $n_1 = 1, f = +20cm$ । গতিকে লেন্সৰ সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ

$$\frac{1}{20} = 0.5\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

এতেকেথন কাঁচৰ লেন্সক পানীত থ'লে $n_2 = 1.5, n_1 = 1.33$ গতিকে

$$\frac{1.33}{f} = (1.5 - 1.33)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right] \tag{9.26}$$

সমীকৰণ দুটাৰ পৰা আমি পাওঁ $f = +78.2cm$ ।

ধৰা হওঁক f_1 আৰু f_2 ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ দুখন পাতল লেন্স A আৰু B পৰস্পৰৰ সংস্পৰ্শত আছে। ৰো হওঁক লক্ষ্যবস্তুটো A লেন্সৰ ফ'কাছৰ বাহিৰত থকা O বিন্দুত ৰখা হৈছে (চিত্ৰত 9.21)। A লেন্সে B লেন্সৰ অনুপস্থিতিত O বিন্দুৰ প্ৰতিবিম্ব I_1 বিন্দুত গঠন কৰিব। I_1 প্ৰতিবিম্বটো ৎ। B লেন্সৰ বাবে ই এটা অসৎ লক্ষ্যবস্তুৰ দৰে আচৰণ কৰিব; আৰু সেয়ে ন্তিম প্ৰতিবিম্ব I বিন্দুত গঠন হ'ব। এইখিনিতে মনত ৰখা উচিত যে অন্তিম তিবিম্বটো ক'ত সৃষ্টি হ'ব সেয়া নিৰ্দ্ধাৰণৰ সুবিধাৰ বাবেহে প্ৰকৃততে প্ৰথম ন্সখনে I_1 প্ৰতিবিম্বটো গঠন কৰে বুলি ধৰা হৈছে। প্ৰকৃততে তেনে নঘটে। থম লেন্সৰ পৰা প্ৰতিসৰিত হোৱা ৰশ্মিক দ্বিতীয় লেন্সে অধিক অভিসাৰী বি I বিন্দুলৈ পঠিয়াই দিয়ে। লেন্স দুখন পাতল হোৱাৰ বাবে সিহঁতৰ আলোক কন্দ্ৰ দুটা একেটা বিন্দুত থকা বুলি ধৰিব পাৰি। ধৰা হওঁক সেই বিন্দুটো P।

চিত্ৰৰ পৰা প্ৰথম লেন্স A ৰ দ্বাৰা গঠন হোৱা প্ৰতিবিম্বৰ বাবে আমি পাওঁ

$$\frac{1}{v_1}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f_1} \qquad (9.27)$$

সেই দৰে দ্বিতীয় লেন্স B ৰ বাবে আমি পাওঁ

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{v_1}=\frac{1}{f_2} \qquad (9.28)$$

(9.27) আৰু (9.28) সমীকৰণ দুটা যোগ কৰি আমি পাওঁ

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2} \qquad (9.29)$$

যদি লেন্সযুগলৰ প্ৰণালীটোক f ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ এখন সমতুল্য লেন্স বুলি ধৰি লোৱা হয়। তেন্তে সেই ক্ষেত্ৰত

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

গতিকে আমি পাম $\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$ (9.30)

আমি কৰা বিশ্লেষণটো পৰস্পৰ সংস্পৰ্শত থকা যিকোনো সংখ্যক পাতল লেন্সৰ বাবে প্ৰযোজ্য। যদি f_1, f_2, f_3...... ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ কেবাখনো পাতল লেন্স পৰস্পৰৰ সংস্পৰ্শত থাকে তেন্তে লেন্স প্ৰণালীটোৰ কাৰ্য্যকৰী ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য হ'ব

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\frac{1}{f_3}+\cdots \qquad (9.31)$$

Daily Assam

(9.31) সমীকৰণক লেন্সৰ ক্ষমতাৰ ৰূপত তলত দিয়া ধৰণে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি।

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \qquad (9.32)$$

ইয়াত P হ'ল লেন্স প্ৰণালীটোৰ লব্ধ ক্ষমতা। মন কৰিবা যে (9.32) সমীকৰণত ক্ষমতাৰ যোগফলটো দবাচলতে বীজগণিতীয় যোগফলহে। সেয়ে, সোঁহাতৰ কেইটামান বাশি ধনাত্মক (উত্তল লেন্সৰ বাবে) আৰু আন কেইটামান বাশি ঋণাত্মক (অৱতল লেন্সৰ বাবে) হ'ব পাৰে। অৰ্থাৎ, পৰিকল্পিতভাৱে কেইখনমান নিৰ্দ্দিষ্ট লেন্স লগলগাই একোখন প্ৰয়োজনীয় ক্ষমতা আৰু পৰিবৰ্দ্ধনৰ উত্তল বা অৱতল লেন্স সাজিব পৰা যায়। তদুপৰি লেন্স প্ৰণালী একোটাৰ ব্যৱহাৰৰ ফলত প্ৰতিবিম্বৰ তীক্ষ্ণতাও (Sharpness) বাঢ়ে। যিহেতু এখন লেন্সে গঠন কৰা প্ৰতিবিম্বটো তাৰ পিচৰ লেন্সখনৰ বাবে লক্ষ্যবস্তুৰ কাম কৰে সেয়ে (9.24) সমীকৰণৰ পৰা দেখুৱাব পাৰি যে লেন্স প্ৰণালী এটাই সৃষ্টি কৰা লব্ধ পৰিবৰ্দ্ধন m হ'ল সমষ্টিৰ গাইগুটীয়া লেন্সবোৰৰ পৰিবৰ্দ্ধনৰ ($m_1 m_2 m_3 \dots\dots$) গুণফল

$$m = m_1 m_2 m_3 \dots \qquad (9.33)$$

এনে লেন্স প্ৰণালী সচৰাচৰ কেমেৰা, মাইক্ৰ'স্ক'প, টেলিস্ক'প আৰু তেনে ধৰণৰ যন্ত্ৰৰ লেন্সত ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

উদাহৰণ 9.9

উদাহৰণ **9.9** **9.22** চিত্ৰত দিয়া লেন্স প্ৰণালীটোৱে গঠন কৰা প্ৰতিবিম্বটোৰ অৱস্থান নিৰ্ণয় কৰা।

উত্তৰ ঃ প্ৰথম লেন্সখনে গঠন কৰা প্ৰতিবিম্বৰ বাবে আমি পাওঁ

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{-30} = \frac{1}{10}$$

বা, $v_1 = 15\text{cm}$

প্ৰথম লেন্সে গঠন কৰা প্ৰতিবিম্বটো দ্বিতীয় লেন্সৰ বাবে লক্ষ্যবস্তু হৈ পৰে। এই লক্ষ্যবস্তুটোৰ দূৰত্ব হ'ল দ্বিতীয়লেন্সৰসোঁফালে (15-5) = 10 cm দূৰত্বত। প্ৰতিবিম্বটো সৎ হ'লেও, দ্বিতীয় লেন্সৰ বাবে ই অসৎ লক্ষ্যবস্তুৰ দৰে আচৰণ কৰে। অৰ্থাৎ দ্বিতীয়লেন্সৰ বাবে এই লক্ষ্যবস্তুটোৰ পৰাই পোহৰৰ ৰশ্মি নিৰ্গত হোৱাৰ দৰে হয়।

$$\frac{1}{v_2} - \frac{1}{10} = \frac{1}{-10}$$

বা, $v_2 = \infty$

Daily Assam

ৰশ্মি পোহৰৰ বিজ্ঞান আৰু আলোক যন্ত্ৰ

উদাহৰণ 9.9

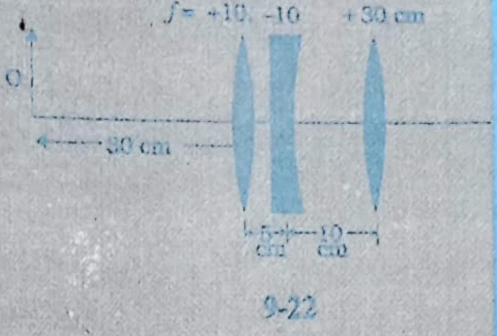
দ্বিতীয় লেন্সৰ বাওঁফালে অসীম দূৰত্বত অসৎ প্ৰতিবিম্বটো গঠন হয়। তৃতীয়খন লেন্সৰ বাবে ই লক্ষ্যবস্তুৰ কাম কৰে।

$$\frac{1}{v_3}-\frac{1}{u_3}=\frac{1}{f_2}$$

বা, $\frac{1}{v_3}=\frac{1}{\infty}+\frac{1}{30}$

বা, $v_3=30\text{cm}$ ।

অন্তিম প্ৰতিবিম্বটো তৃতীয় লেন্সৰ পৰা 30 cm সোঁফালে গঠন হয়।



9-22

Daily Assam

9.6 প্ৰিজমৰ মাজেৰে পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ (Refraction through a Prism)

(9.23) চিত্ৰত ABC ত্ৰিভূজ আকৃতিৰ প্ৰিজম এটাৰ মাজেৰে পাৰ হৈ যোৱা পোহৰৰ ৰশ্মি এটা দেখুওৱা হৈছে। প্ৰিজমৰ প্ৰথম পৃষ্ঠৰ AB ৰ বাবে আপতন কোণ হ'ল i আৰু প্ৰতিসৰণ কোণ r_1, আনহাতে AC দ্বিতীয় পৃষ্ঠৰ বাবে (কাঁচৰ পৰা বায়ুলৈ) আপতন কোণ r_1 আৰু প্ৰতিসৰণ কোণ অথবা নিৰ্গমন কোণ হ'ল e । RS নিৰ্গত ৰশ্মি আৰু PQ আপতিত ৰশ্মিৰ দিশৰ মাজৰ δ কোণটোক বিচ্যুতি কোণ (angle of deviation) বোলে।

AQNR চতুৰ্ভূজটোৰ দুটা কোণৰ (Q আৰু R বিন্দু শীৰ্ষবিন্দুৰ ৰূপত থকা কোণ দুটা) প্ৰত্যেকৰে মান এক সমকোণ। সেয়ে চতুৰ্ভূজটোৰ আন দুটা কোণৰ যোগফল 180^0 হ'ব লাগিব।

∠. ∠

QNR ত্ৰিভূজটোত আমি পাওঁ

$r_1+r_2+\angle QNR = 180^0$

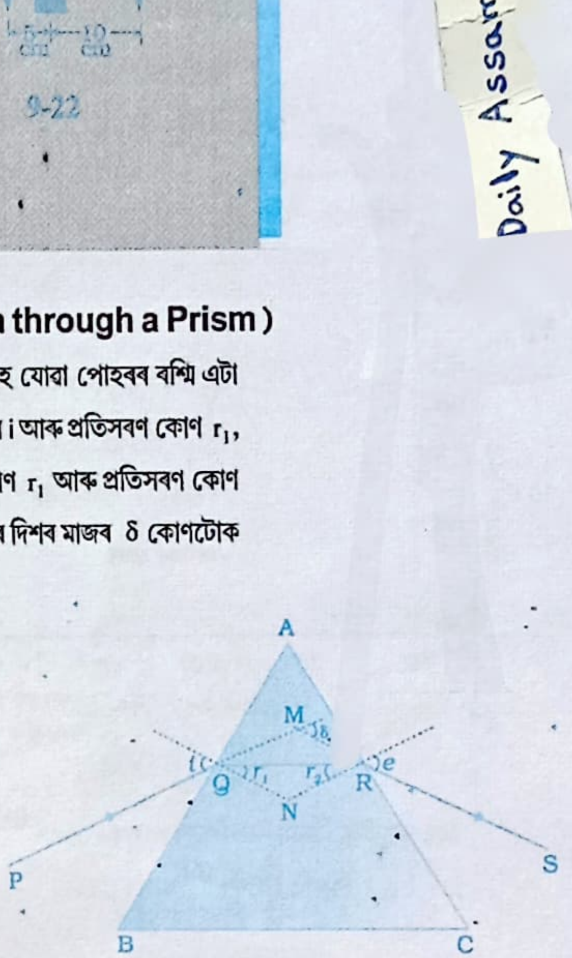
ওপৰৰ সমীকৰণ দুটা ৰিজাই চালে আমি পাম

$$r_1+r_2 = A \qquad (9.34)$$

মুঠ বিচ্যুতি কোণ হ'ল দুয়োখন পৃষ্ঠত হোৱা বিচ্যুতিৰ যোগফল,

$$\delta=(i-r_1)+(e-r_2)$$

গতিকে $\delta = i + e - A \qquad (9.35)$



9-23 ত্ৰিভূজাকৃতিৰ কাঁচৰ প্ৰিজম এটাৰে পাৰ হৈ যোৱা এটা ৰশ্মি।

অৰ্থাৎ আপতন কোণৰ ওপৰত বিচ্যুতি কোণ নিৰ্ভৰশীল। (9.24) চিত্ৰত প্ৰিজমৰ দ্বাৰা প্ৰতিসৰিত ৰশ্মি এটাৰ ক্ষেত্ৰত আপতন কোণ (i) আৰু বিচ্যুতি কোণৰ (δ) মাজৰ লেখ এটা দেখুওৱা হৈছে। মন কৰা যে i=e ৰ বাহিৰে δ ৰ এটা নিৰ্দ্দিষ্ট মানৰ

বাবে i আৰু লগতে e ৰ দুটাকৈ মান থাকে। (9.35) সমীকৰণত আৰু i আৰু e ৰ সমমিতিৰ পৰা সেই বৈশিষ্ট্যটো দেখা যায়, অৰ্থাৎ i আৰু e ৰ পৰস্পৰৰ সালসলনি হ'লেও δ ৰ মান একে থাকে। সাধাৰণ ভাষাত ইয়াৰ অৰ্থ এয়ে যে (9.23)চিত্ৰত আমি লোৱা ৰশ্মিটো PQ দিশত আপতিত নকৰি যদি SR দিশত আপতিত হ'বলৈ দিলোহেঁতেন, এই ক্ষেত্ৰতো বিচ্যুতি কোণৰ মান একেই হ'লহেঁতেন। বিচ্যুতি কোণৰ মান সৰ্বনিম্ন (D_m) হ'লে প্ৰিজমৰ ভিতৰত QR প্ৰতিসৰিত ৰশ্মি প্ৰিজমৰ ভূমি BC ৰ সমান্তৰাল হৈ পৰে। অৰ্থাৎ আমি পাম

$\delta = D_m, i = e$ অৰ্থাৎ $r_1 = r_2$

(9.34) সমীকৰণৰ পৰা পাওঁ

$$2r = A \text{ বা } r = \frac{A}{2} \qquad (9.36)$$

একেদৰে (9.35) সমীকৰণৰ পৰা পোৱা যাব

$$D_m = 2i - A \text{ বা } \frac{(A + Dm)}{2} \qquad (9.37)$$

প্ৰিজমৰ পদাৰ্থৰ প্ৰতিসৰাংক হ'ব

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin[(A + D_m)]}{\sin(\frac{A}{2})} \qquad (9.38)$$

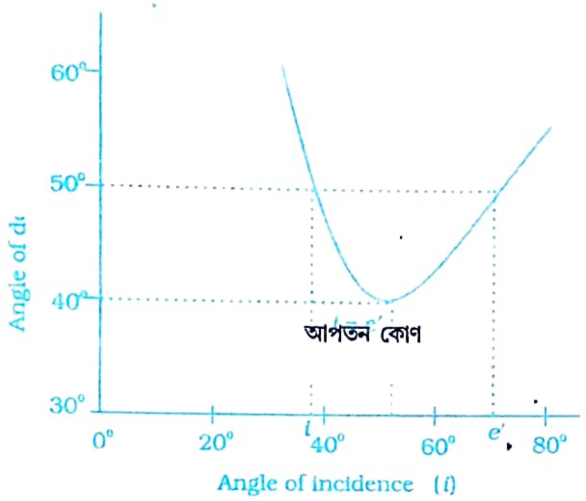
A আৰু D_m কোণ দুটা পৰীক্ষাৰ দ্বাৰা জুখি উলিয়াব পাৰি। গতিকে (9.38) সমীকৰণৰ দ্বাৰা প্ৰিজমৰ পদাৰ্থৰ প্ৰতিসৰাংক নিৰ্ণয় কৰিব পৰা যায়।

সৰু কোণৰ প্ৰিজম, অৰ্থাৎ পাতল প্ৰিজমৰ বাবে D_m তেনেহে সৰু; আৰু সেয়ে আমি পাওঁ

$$n_{21} = \frac{\sin[\frac{(A + Dm)}{2}]}{\sin\frac{A}{2}} = \frac{\frac{(A + D_m)}{2}}{\frac{A}{2}}$$

$$D_m = (n_{21} - 1)A$$

ইয়াৰ পৰা দেখা গ'ল যে পাতল প্ৰিজমে আপতিত ৰশ্মি এটা বৰ বেছি বিচ্যুত নকৰে।



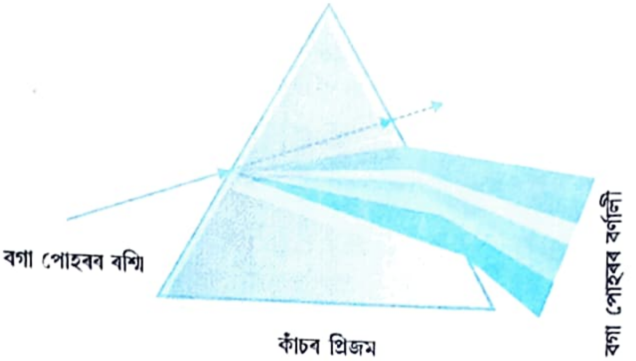
চিত্ৰ 9.24
ত্ৰিভূজাকৃতিৰ প্ৰিজম এটাৰ বাবে আপতন কোণ (i) আৰু বিচ্যুতি কোণৰ (δ) মাজৰ লেখ।

9.7 প্ৰিজমৰ দ্বাৰা পোহৰৰ বিচ্ছুৰণ (Dispersion by a Prism)

আমি প্ৰায় আটায়ে মন কৰিছো যে প্ৰিজম এটাৰ এপিঠিত সূৰ্য্যৰ কিৰণ — এই কিৰণক আমি বগা পোহৰ বুলি সাধাৰণতে কওঁ--পৰিবলৈ দিলে প্ৰিজমৰ আন পিঠিৰ পৰা নিৰ্গত পোহৰত কেবাটাও ৰঙৰ

Daily Assam

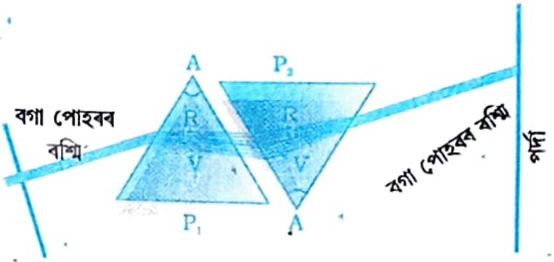
পটি দেখা যায়। এই ভিন্নৰঙী পোহৰত এটা ৰঙৰ পোহৰ ক্ৰমাৎ অন্য এটা ৰঙত গৈ যেন মিলি যায় এনে লাগে। সেয়ে হ'লেও ভিন্নৰঙী পটিটোত ৰঙবোৰৰ ক্ৰমটো এনে ধৰণৰ ঃ বেঙুনীয়া (violet), ঘন নীলা (indigo), নীলা (blue), সেউজীয়া (green), হালধীয়া (yellow), কমলা (orange) আৰু ৰঙা (red)। ৰঙৰ ক্ৰমটোক বেঘনীসেহ্যকৰ **(vibgyor)** শব্দটোৰে মনত ৰাখিব পাৰি (চিত্ৰ 9.25)।



চিত্ৰ 9-25
প্ৰিজমৰ দ্বাৰা সূৰ্য্যৰ ৰশ্মি অথবা বগা পোহৰৰ বিচ্ছুৰণ। ভিন ভিন ৰঙৰ পোহৰৰ ৰশ্মি বোৰৰ বিচ্যুতিৰ পৰিমাণ বাস্তৱতকৈ অধিক ডাঙৰ আৰু চকুত পৰাকৈ দেখুওৱা হৈছে।

কোনো যৌগিক (composite) পোহৰ তাৰ উপাংশ ৰঙৰ পোহৰলৈ ভাঙি যোৱা পৰিঘটনাক **পোহৰৰ বিচ্ছুৰণ (dispersion)** আৰু বিচ্ছুৰণৰ ফলত হোৱা পোহৰ ভিন্নৰঙী পটিটোক **বৰ্ণালী (spectrum)** বোলে। বৰ্তমান পিচে বৰ্ণালী শব্দটো এক ব্যাপক অৰ্থত ব্যৱহাৰ কৰা হয় ঃ অষ্টম অধ্যায়ত আমি বিদ্যুৎচুম্বকীয় বৰ্ণালীৰ বিষয়ে আলোচনা কৰোঁতে গামা-ৰশ্মিৰ পৰা আৰম্ভ কৰি ৰেডিঅ' তৰংগলৈকে আটাইবোৰ তৰংগ সামৰি লোৱা হৈছিল; আৰু এই বৰ্ণালীৰ এটা ক্ষুদ্ৰ অংশ হ'ল পোহৰৰ বৰ্ণালী।

পোহৰৰ বৰ্ণালী কিয় সৃষ্টি হয় সেয়া আজি আমি সকলোৱে জানো। পিচে পদাৰ্থ বিজ্ঞানৰ ইতিহাসত এই বিষয়টো লৈ এক সুদীৰ্ঘ বিতৰ্ক হোৱা দেখা যায়। প্ৰশ্ন উঠিছিল ঃ কিবা প্ৰকাৰে প্ৰিজম এটাই ভিন্নৰঙী পোহৰ সৃষ্টি কৰে নে আপতিত যৌগিক পোহৰত ইতিমধ্যে সেই ৰঙবোৰ থাকে, আৰু প্ৰিজমটোৱে কেৱল ভিন-ভিন ৰঙবোৰ পৃথক কৰি দিয়ে?



চিত্ৰ 9-26
নিউটনৰ ধ্ৰুপদী পৰীক্ষাটোৰ এক প্ৰতিনিধিমূলক ছবি।

আইজাক নিউটনে এটি সৰল অথচ গুৰুত্বপূৰ্ণ পৰীক্ষাৰ সহায়ত এই বিতৰ্কৰ সমাপ্তি ঘটাইছিল। তেওঁৰ পৰীক্ষাটো বগা পোহৰৰ বৰ্ণালী চিত্ৰ (9.25) ৰ সহায়ত বুজাব পাৰি। উৎসৰ পৰা অহা বগা পোহৰ P_1 প্ৰিজমত পৰিবলৈ দিয়া হ'ল। এই প্ৰিজমৰটোৰ গাতে গা লাগি থকাকৈ আন এটা একে প্ৰিজম P_2 ওলোটাকৈ স্থাপন কৰা হ'ল যাতে প্ৰথম প্ৰিজমটোৰ পৰা নিৰ্গত ৰশ্মি দ্বিতীয় প্ৰিজমটোত আপতিত হয়। দেখা গ'ল যে দ্বিতীয় প্ৰিজমটোৰ পৰা ওলাই অহা পোহৰৰ বৰণ পূৰ্বৰ দৰে বগা। ইয়াৰ ব্যাখ্যা আমি এইদৰে দিব পাৰো ঃ প্ৰথম প্ৰিজমটোৱে আপতিত বগা পোহৰ তাৰ ভিন্নৰঙী উপাংশলৈ পৃথক কৰি দিয়ে। আনহাতে দ্বিতীয় প্ৰিজমটোৱে সেই ভিন্নৰঙী পোহৰৰ ৰশ্মিবোৰক একত্ৰিত কৰি পুনৰ বগা পোহৰৰ সৃষ্টি কৰে। ইয়াৰ পৰা এই কথাও বুজা যায় যে বগা পোহৰ প্ৰকৃততে একাধিক ৰঙৰ পোহৰৰ সমষ্টি; আৰু প্ৰিজমে সেই ৰঙৰ পোহৰবোৰ পৃথক কৰি দিয়ে। এইখিনিতে মন কৰা উচিত যে গাণিতিক অৰ্থত আমি পোহৰৰ ৰশ্মি বুলিলে

Daily Assam

যি বুজো তেনে ধৰণৰ কোনো সত্ত্বা প্ৰকৃততে নাই। আমি বাস্তৱত যাক ৰশ্মি হিচাপে লওঁ সি প্ৰকৃততে একাধিক ৰশ্মিৰ সমষ্টিহে। ইয়াক ৰশ্মিপুঞ্জ (beam of light) বুলি কয়। প্ৰিজমত বগা পোহৰৰ ৰশ্মিপুঞ্জ এটা আপতিত হ'লে প্ৰিজমে তাক ভিন ভিন ৰঙৰ উপাংশ ৰশ্মি লৈ ফালি দিয়ে। এই উপাংশ ৰঙৰ ৰশ্মিবোৰ যেতিয়া ওলোটাকৈ থোৱা দ্বিতীয় প্ৰিজমটোত প্ৰৱেশ কৰে তেতিয়া এই প্ৰিজমটোৱে উপাংশবোৰক একত্ৰিত কৰি পুনৰ আগৰ বগা পোহৰৰ ৰশ্মিপুঞ্জটো সৃষ্টি কৰে।

বৰ্তমান আমি জানো যে পোহৰ এক তৰংগ। প্ৰতিটো ৰঙৰ পোহৰৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য নিৰ্দ্দিষ্ট। পোহৰৰ বৰ্ণালীত ৰঙা পোহৰ দীৰ্ঘ তৰংগ (~ 700nm) আৰু বেঙুনীয়া ৰঙৰ পোহৰ হ্ৰস্ব তৰংগ (~ 400nm) প্ৰান্তত থাকে। বিচ্ছুৰণৰ মূলতে হ'ল ভিন ভিন তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ বাবে একেটা মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংকৰ ভিন্নতা। উদাহৰণ স্বৰূপে ক'ব পাৰি যে প্ৰতিসৰণ ঘটোতে বগা পোহৰৰ ৰঙা উপাংশটো আটাইতকৈ কমকৈ বিচ্যুত হয়, আৰু বেঙুনীয়া পোহৰ আটাইতকৈ বেছি বিচ্যুত হয়। ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল যে প্ৰিজমৰ মাজেৰে বেঙুনীয়া পোহৰতকৈ ৰঙা ৰঙৰ পোহৰৰ দ্ৰুতি বেছি। (9.2) তালিকাত কাঁচ (crown glass) আৰু ফ্লিন্ট কাঁচত (flint glass) বিভিন্ন তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পোহৰৰ বাবে মাধ্যমটোৰ প্ৰতিসৰাংক দিয়া হৈছে। ডাঠ লেন্স এখন একাধিক প্ৰিজমৰ সমষ্টি বুলি ধৰিব পাৰি। সেয়ে ডাঠ লেন্সত পোহৰৰ বিচ্ছুৰণ ফলত পোহৰৰ **বৰ্ণ বিপথন (chromatic aberration)** পৰিলক্ষিত হয়।

9.2 তালিকা ভিন ভিন তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পোহৰৰ বাবে প্ৰতিসৰাংক

পোহৰৰ ৰং	তৰংগদৈৰ্ঘ্য(nm)	ক্ৰাউন কাঁচ	ফ্লিন্ট কাঁচ
বেঙুনীয়া	396.9	1.533	1.663
নীলা	456.1	1523	1.639
হালধীয়া	589.3	1.517	1.625
ৰঙা	656.3	1.515	1.622

তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ সৈতে প্ৰতিসৰাংকৰ পৰিবৰ্তন এটা মাধ্যমৰ তুলনাত আন এটা মাধ্যমত অধিক প্ৰকট ধৰণৰ হ'ব পাৰে। শূন্যস্থানত পিচে পোহৰৰ দ্ৰুতি তাৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল নহয়। অৰ্থাৎ শূন্যস্থান (আৰু মোটামুটিভাৱে বায়ু মাধ্যমত) পোহৰৰ ভিন ভিন ৰঙৰ ৰশ্মিৰ দ্ৰুতি একে হোৱাৰ বাবে এই মাধ্যমত পোহৰৰ বিচ্ছুৰণ নহয়। সেয়ে সূৰ্য্যৰ কিৰণ আমি ভিন্নৰঙী বৰ্ণালীৰ পৰিবৰ্তে বগা পোহৰ হিচাপে পাওঁ। আনহাতে কাঁচ এবিধ বিচ্ছুৰণ সৃষ্টিকাৰী মাধ্যম।

9.8 সূৰ্য্যৰ ৰশ্মিৰ ফলত হোৱা কেইটামান প্ৰাকৃতিক পৰিঘটনা

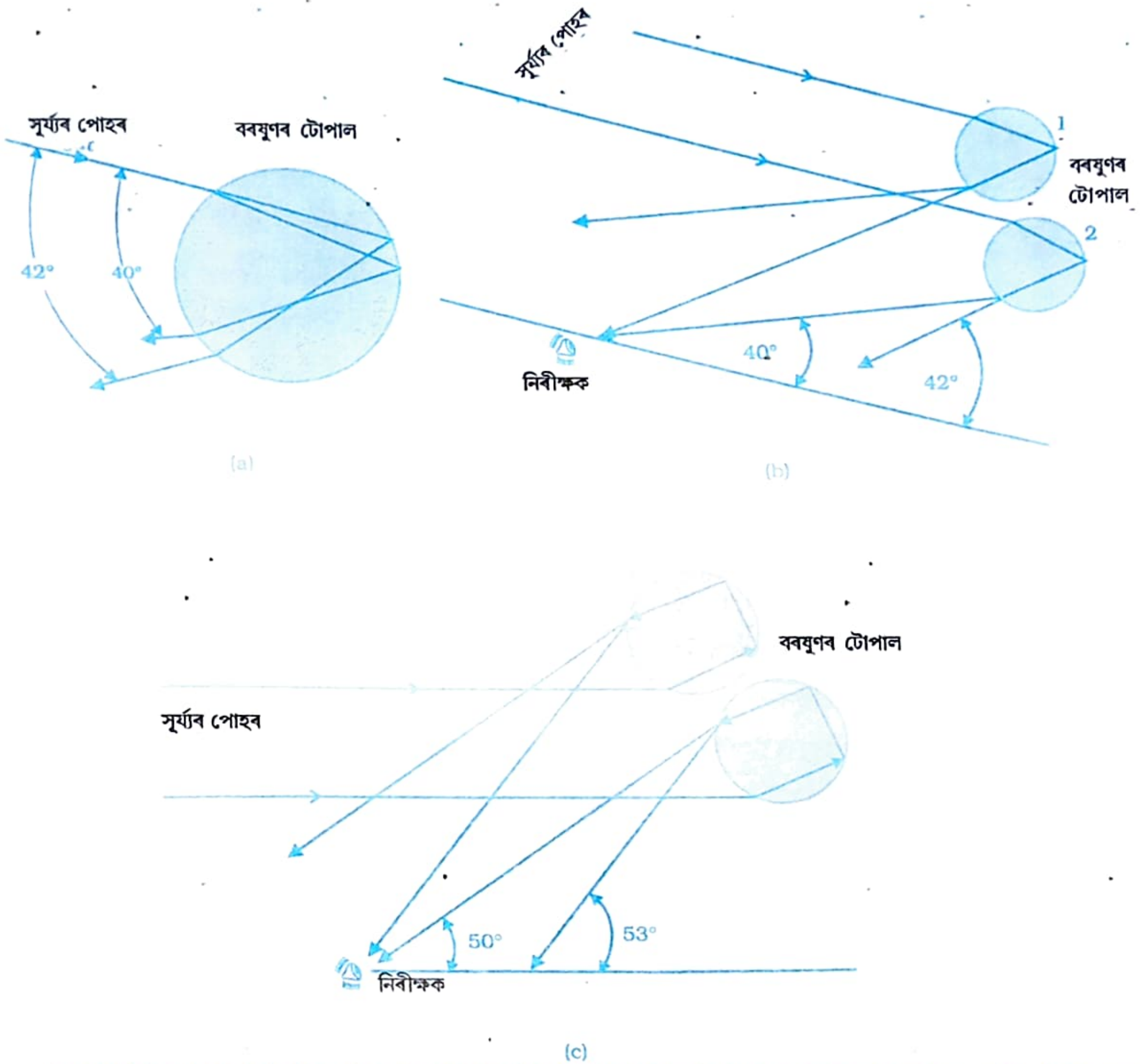
(Some Natural Phenomena due to sunlight)

আমাৰ চৌকাষৰ বিভিন্ন ধৰণৰ বস্তুৰ ওপৰত আপতিত সূৰ্য্যৰ কিৰণৰ ভিন্নধৰ্মী প্ৰভাৱৰ ফলত আমি বিভিন্ন ধৰণৰ নান্দনিক পৰিঘটনা প্ৰত্যক্ষ কৰো। আকাশখনৰ নীলা ৰং, শুকুলা মেঘ, সূৰ্যোদয় আৰু সূৰ্য্যাস্তৰ সময়ৰ ৰঙচুৱা আকাশ, কিছুমান মুক্তা, শামুকৰ খোলা আৰু চৰাইৰ পাখিৰ বিচিত্ৰ ৰং হ'ল এনে

কিছুমান সুন্দৰ প্ৰাকৃতিক পৰিঘটনাৰ উদাহৰণ। পদাৰ্থ বিজ্ঞানৰ দৃষ্টিকোণৰ পৰা তাৰে কেইটামান বৰ্ণনা আমি ইয়াত দিম।

9.8 .1 ৰামধেনু (The Rainbow)

ৰামধেনু হ'ল বায়ুমণ্ডলত থকা পানীৰ টোপালৰ দ্বাৰা হোৱা সূৰ্য্যৰ কিৰণৰ বিচ্ছুৰণৰ এটা উদাহৰণ। বৰষুণৰ গোলাকাৰ টোপালবোৰত হোৱা সূৰ্য্যৰ পোহৰৰ বিচ্ছুৰণ, প্ৰতিসৰণ আৰু প্ৰতিফলনৰ যৌথ প্ৰভাৱৰ



চিত্ৰ 9-27 ৰামধেনু : (a) পানীৰ টোপালত আপতিত সূৰ্য্যৰ ৰশ্মি এটা দুবাৰকৈ প্ৰতিসৰিত হয় আৰু এবাৰ ইয়াৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে; (b) প্ৰাথমিক ৰামধেনুৰ ক্ষেত্ৰত টোপাল এটাৰ ভিতৰত হোৱা পোহৰৰ ৰশ্মিৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন আৰু প্ৰতিসৰণৰ পৰিবৰ্দ্ধিত ছবি; আৰু (c) গৌণ ৰামধেনুৰ ক্ষেত্ৰত টোপালটোৰ ভিতৰত ৰশ্মি এটাৰ দুবাৰকৈ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে।