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 অন্তৰ্ভুক্ত। 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 ছেন্টিমিটাৰ 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।

পোহৰৰ কণিকাৰ আৰ্হি
(Particle Model of Light)

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 তত্বৰ (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 সৰল 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।

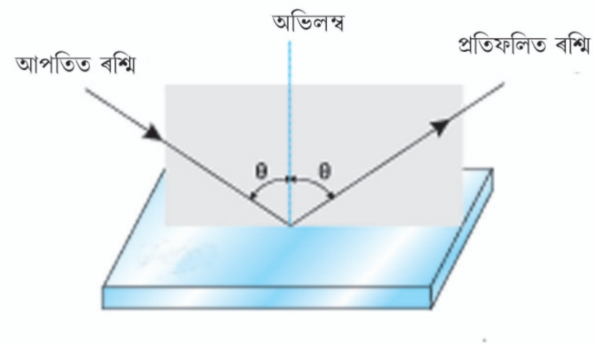
পোহৰ বিজ্ঞানত নিউটনৰ তাত্বিক অৱদানতকৈ তেওঁৰ পৰীক্ষামূলক অৱদানহে অধিক। এইখিনিতে উল্লেখ কৰিব পাৰি যে নিউটনে নিজেও পোহৰ বিজ্ঞানৰ এনে কেইটামান পৰিঘটনা প্ৰত্যক্ষ কৰিছিল যিবোৰক পোহৰৰ কণিকাৰ ভিত্তিত ব্যাখ্যা কৰাটো কঠিন। যেনে পানীত ভাহি থকা তেলৰ চামনিত দেখিবলৈ পোৱা ভিন ভিন ৰঙৰ সমাহাৰ। পোহৰৰ আংশিক প্ৰতিফলনৰ পৰিঘটনা 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 আঁকা 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 আঁকা অভিলম্ব একেখন সমতলত থাকে (চিত্ৰ 9.1)। 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 আঁকা 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।

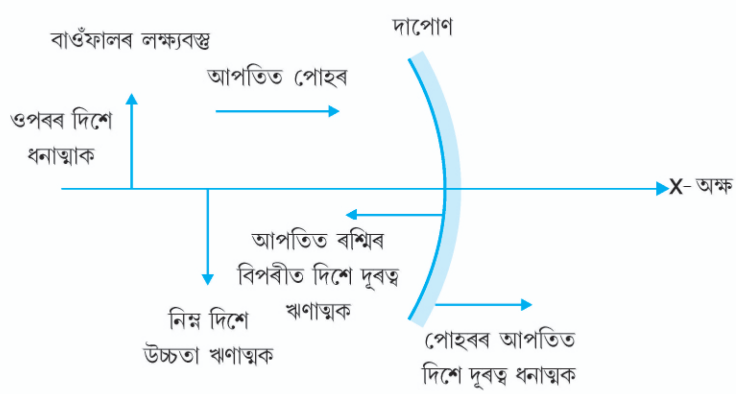
আমি ইতিমধ্যে পাই আহিছো যে গোলাকাৰ দাপোণৰ জ্যামিতিক মধ্যবিন্দুটোক দাপোণখনৰ মেৰু (Pole) বুলি কয় আৰু গোলাকাৰ লেন্সৰ মধ্যবিন্দুটোক তাৰ আলোক কেন্দ্ৰ (optical centre) বুলি কয়। গোলাকাৰ দাপোণৰ মেৰু আৰু ভাঁজ কেন্দ্ৰ সংযোগী ৰেখাডালক দাপোণখনৰ মুখ্য অক্ষ (principal axis) বোলে। আনহাতে গোলাকাৰ লেন্সৰ ক্ষেত্ৰত মুখ্য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

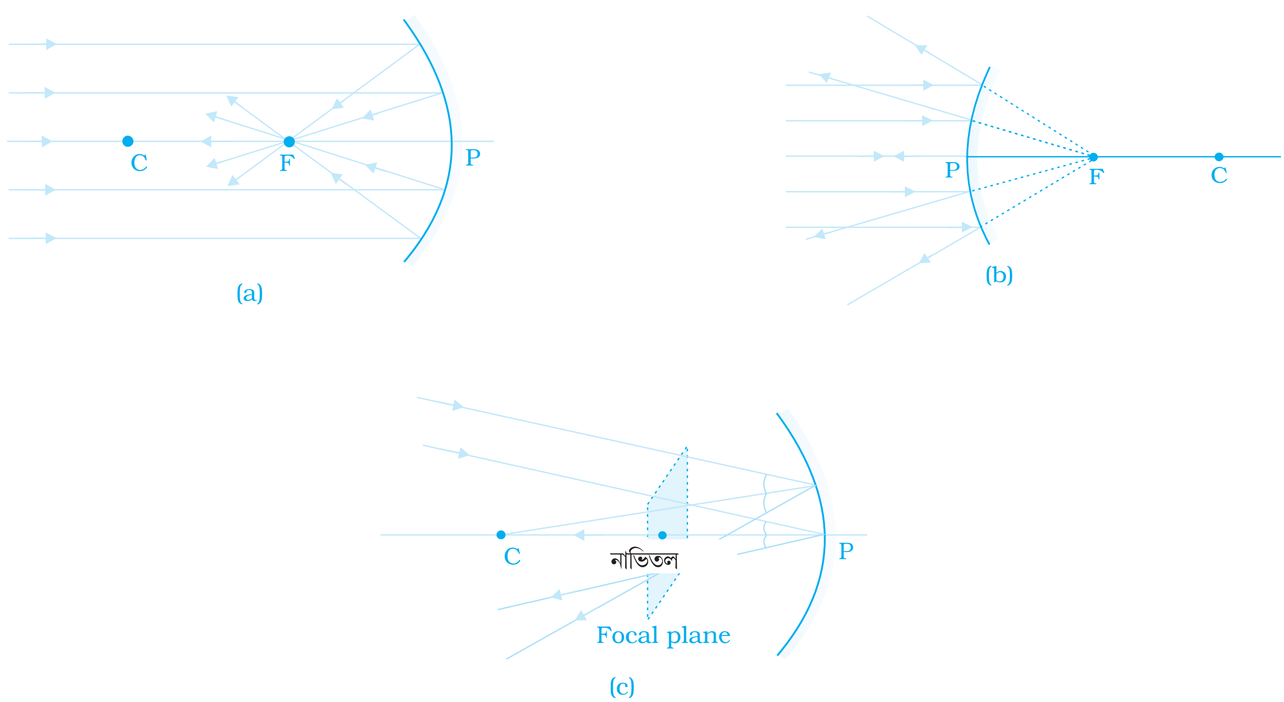
সমান্তৰাল ৰশ্মিপুঞ্জ এটা এখন (a) অৱতল, আৰু (b) উত্তল দাপোণত আপতিত হ'লে কি হয় 9.3 চিত্ৰত তাকেই দেখুওৱা হৈছে। ধৰা হৈছে যে ৰশ্মিবোৰ মুখ্য অক্ষৰ সমান্তৰাল অথবা সিহঁতে মুখ্য অক্ষৰ

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

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

$< MCP = \theta$ আৰু $< MFP = 2\theta$

গতিকে

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

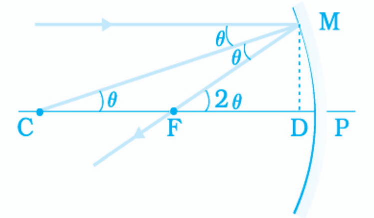
যদি θ কোণটো সৰু হয় তেন্তে $\tan\theta \cong \theta$,
$\tan 2\theta \cong 2\theta$ । সেয়ে (9.1) সমীকৰণৰ পৰা পাম

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

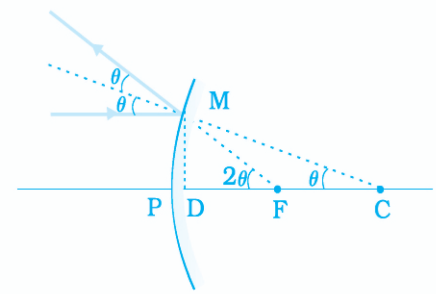
$$\Rightarrow FD = \frac{CD}{2} \qquad [9.2]$$

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

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



(a)

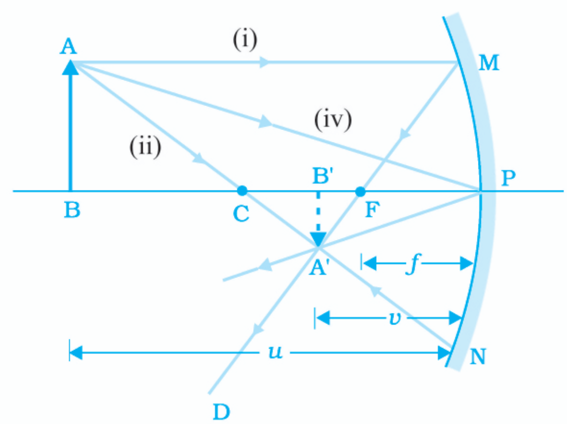


(b)

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

9.2.3 গোলাকাৰ দাপোণৰ সমীকৰণ (The Mirror Equation)

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 তেন্তে প্ৰতিবিম্বটোক 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।



চিত্ৰ 9-5 অৱতল দাপোণত গঠন হোৱা প্ৰতিবিম্বৰ ৰশ্মি চিত্ৰ

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 হয়ঃ

(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।

(iv) মেৰুত 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 ভিতৰত তিনিটা বাচি লৈ প্ৰতিবিম্ব গঠন প্ৰক্ৰিয়া দেখুওৱা হৈছে। ইয়াত AB লক্ষ্যবস্তুৰ বাবে $A'B'$ এটা সৎ প্ৰতিবিম্ব 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

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

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

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 ৰিজাই 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

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

(9.6) সমীকৰণত এই ৰাশিকেইটা বহুৱাই আমি পাওঁ

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

বা $$\frac{v-f}{f} = \frac{v}{u}$$

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

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

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

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

আমি গ্রহণ কৰা চিহ্ন প্রথা অনুযায়ী h আৰু h' ধনাত্মক অথবা ঋণাত্মক হ'ব পাৰে। $A'B'P'$ আৰু ABP ত্রিভূজ দুটাৰ পৰা আমি পাওঁ

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

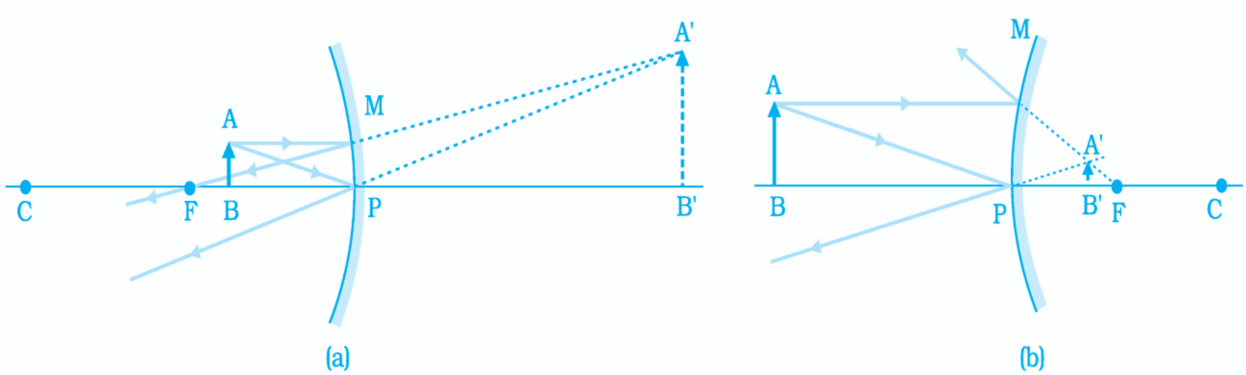
ৰাশিকেইটাত উপযুক্ত চিহ্ন ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ

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

গতিকে

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

(9.7) সমীকৰণ আৰু (9.9) সমীকৰণ আমি অৱতল দাপোণত গঠিত সৎ, ওলোটা প্রতিবিম্বৰ ক্ষেত্রহে প্রতিষ্ঠা কৰিলো। চিহ্ন প্রথা শুদ্ধকৈ ব্যৱহাৰ কৰি এই সমীকৰণ দুটা সৎ আৰু অসৎ উভয় ধৰণৰ প্রতিবিম্বৰ বাবে, আৰু লগতে অৱতল আৰু উত্তল দুয়ো প্রকাৰৰ দাপোণৰ বাবে প্রযোজ্য হয়। (9.7) আৰু (9.9) সমীকৰণ দুটা যে এই দুই ক্ষেত্রতো প্রযোজ্য হয় সেয়া তুমি নিজে অনুশীলনী হিচাপে কৰি চাবা ।



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

উদাহৰণ 9.1

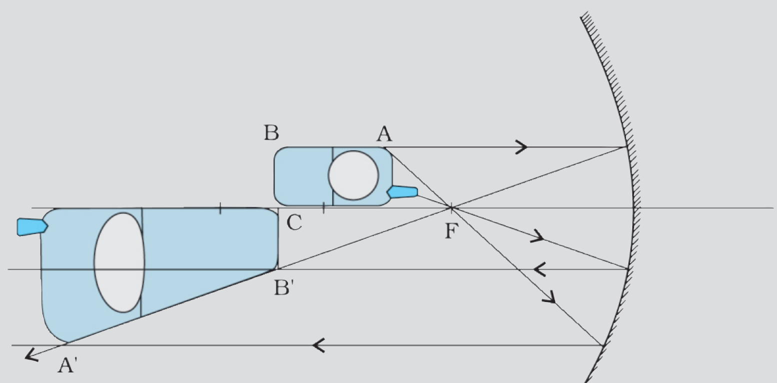
উদাহৰণ 9.1 ধৰি লোৱা যে (9.5) চিত্ৰত দেখুওৱা অৱতল দাপোণখনৰ নিম্নোৰ্দ্ধ এখন অস্বচ্ছ ফলিৰে ঢাকি দিয়া হ'ল। লক্ষ্যবস্তুটোৰ প্ৰতিবিম্বটোৰ কি পৰিবৰ্তন ঘটিব?

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

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 লম্বভাবে



চিত্ৰ 9-7

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

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

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

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

অৰ্থাৎ প্ৰতিবিম্ব পৰিবৰ্দ্ধিত, সৎ আৰু ওলোটা।

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

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

বা $v = \frac{v \times 7.5}{(7.5-5)} = -15$ 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 কাযত বৈ 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) $v = \frac{(34)}{(35)}m^{-1}$

1s সময়ৰ অন্তৰালত প্ৰতিবিম্বৰ অৱস্থানৰ পৰিবৰ্তন হ'ব

$$\frac{39}{40} - \frac{34}{35} = \frac{1365-1360}{1400} = \frac{5}{1400} = \frac{1}{280}m$$

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

উদাহৰণ 9.4

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।

9.3 পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ (Refraction)

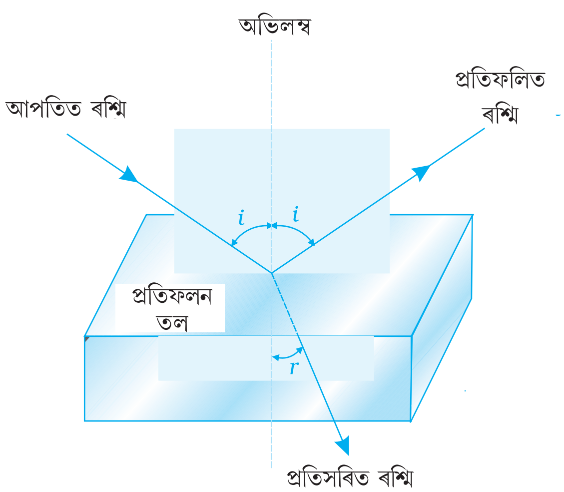
পোহৰৰ ৰশ্মিয়ে এটা স্বচ্ছ মাধ্যমৰ পৰা গতি কৰি আন এটা ভিন্ন স্বচ্ছ মাধ্যমত প্ৰৱেশ কৰা অৱস্থাত পোহৰৰ এটা অংশ প্ৰথম মাধ্যমটোলৈ প্ৰতিফলিত হৈ ঘূৰি যায় আৰু বাকী অংশই দ্বিতীয় স্বচ্ছ মাধ্যমটোত প্ৰৱেশ কৰে। দুটা মাধ্যমৰ সন্ধিস্থলত তীৰ্য্যকভাবে আপতিত ৰশ্মি এটাই তাৰ গতিৰ দিশ সলনি কৰে। এই পৰিঘটনাটোক পোহৰৰ **প্ৰতিসৰণ**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

(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।

টাৰ্পেনটাইনৰ আলোকীয় ঘনত্ব পানীতকৈ বেছি।

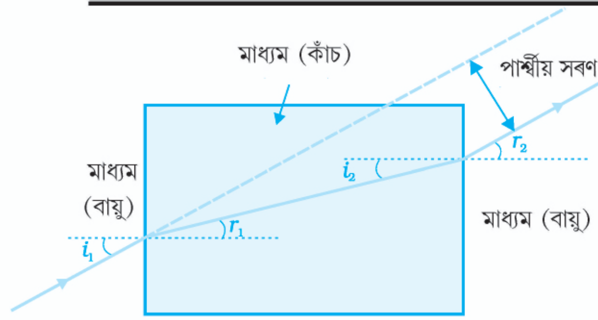
যদি 1 মাধ্যম সাপেক্ষে 2 মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক হয়,

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

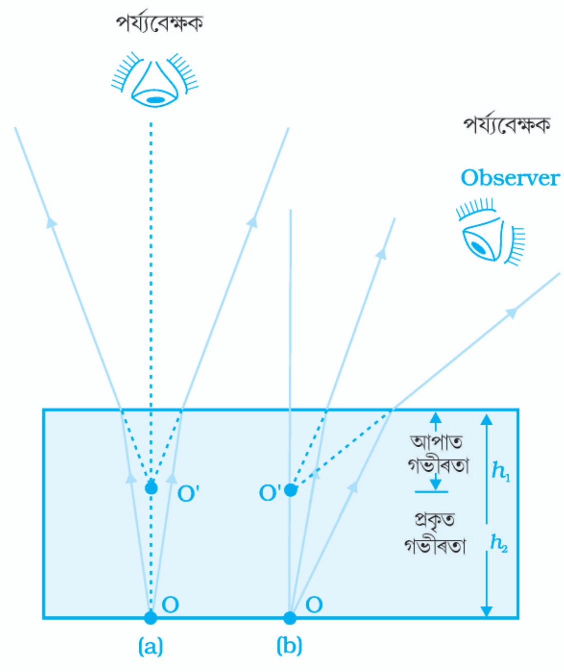
ইয়াৰ পৰা লগতে দেখুৱাব পাৰি যে 2 মাধ্যম সাপেক্ষে 3 মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক $n_{31} = n_{31} \times n_{12}$, ইয়াত n_{31} হ'ল 1 মাধ্যম সাপেক্ষে 3 মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰাংক।

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 প্ৰতিসৰিত 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 পৰ্যৱেক্ষণ 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।

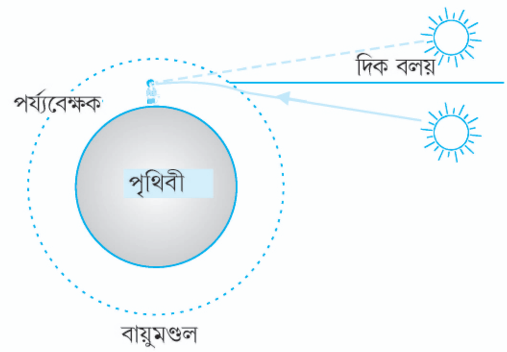
বায়ুমণ্ডলৰ মাজেৰে পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ ঘটাৰ ফলত কেবাটাও সুন্দৰ পৰিঘটনা আমি প্ৰত্যক্ষ কৰো। প্ৰতিসৰণৰ বাবেই প্ৰকৃত সূৰ্য উদয়ৰ পূৰ্বেই আমি দিগন্তত সূৰ্যটো দেখিবলৈ পাওঁ। সেইদৰে প্ৰকৃত সূৰ্যাস্তৰ পিচতহে আমি সূৰ্যটো ডুব যোৱা দেখো (চিত্ৰ 9.11) ইয়াত প্ৰকৃত সূৰ্য উদয় মানে হ'ল সূৰ্যই দিগন্তৰ ৰেখাডাল অতিক্ৰম কৰা 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।

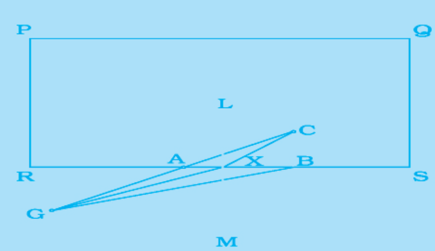
উদাহৰণ 9.3

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। 1^0 স্থানান্তৰিত 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 $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$

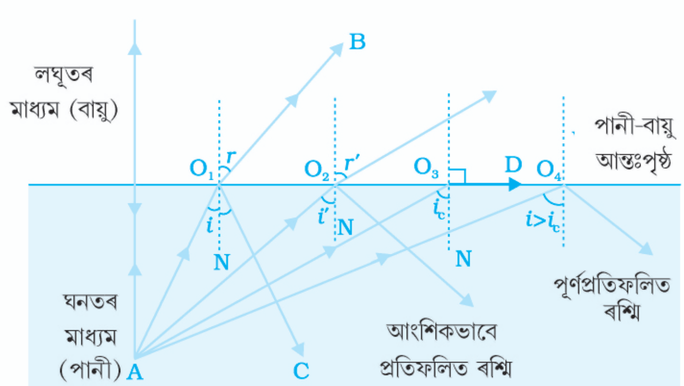
পোহৰৰ ক্ষেত্ৰত $\frac{v_1}{v_2}$ হ'ল শূন্যস্থান আৰু মাধ্যমটোত পোহৰৰ দ্ৰুতিৰ অনুপাত; আৰু ই হ'ল মাধ্যমটোৰ প্ৰতিসৰাংক n।

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।

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। পিছে 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

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

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 $n_{12}=\dfrac{1}{\sin i_c}$ । 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^o
ক্ৰাউন কাঁচ	1.52	41.14^o
ঘন ফ্লিন্ট কাঁচ	1.62	37.31^o
হীৰা	2.42	24.41^o

পূৰ্ণ আভ্যন্তৰীণ প্ৰতিফলনৰ এক উদাহৰণ

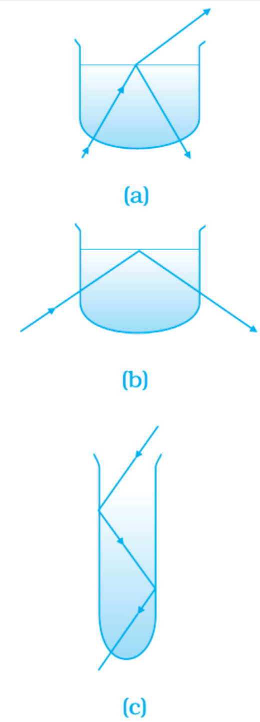
বজাৰত আজিকালি সহজে লেজাৰ (laser) টৰ্চ কিনিবলৈ পোৱা যায়। এই টৰ্চটোৰে পোহৰৰ বহু ধৰণৰ পৰীক্ষা কৰিব পাৰি। কাঁচৰ বিকাৰ এটাত পৰিষ্কাৰ পানী লোৱা। চাবোনৰ টুকুৰা এটা এই পানীত ডুবাই ধৰি চাবোনটুকুৰা কেইবাৰমান পানীখিনিত লৰাই চৰাই লোৱা। এনে কৰিলে পানীখিনি কিছু ঘোলা হৈ উঠিব। এইবাৰ লেজাৰ টৰ্চটোৰ পোহৰ ঘোলা পানীখিনিত 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 9.13(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 9.13(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।

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।

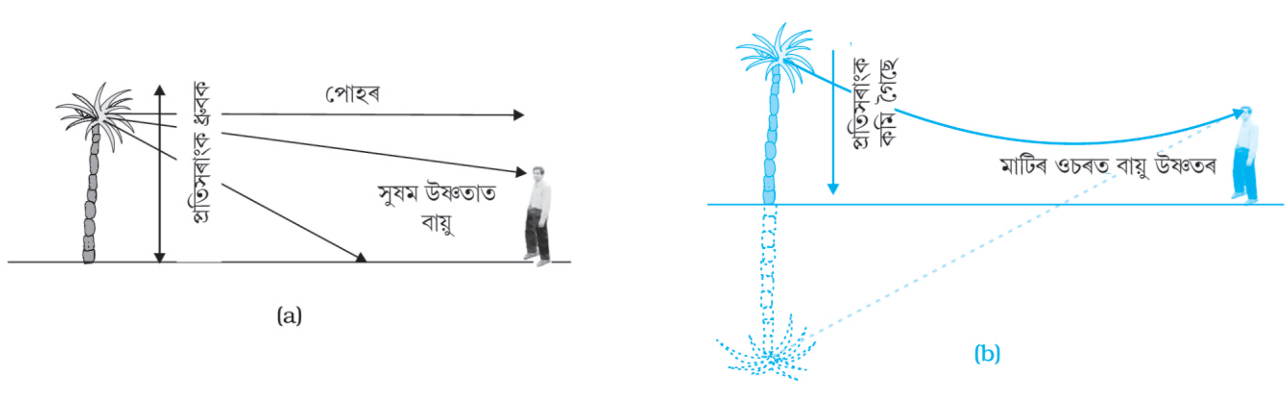
লেজাৰ ৰশ্মি ব্যৱহাৰ কৰোতে চাবা যাতে ৰশ্মিটো পোনে-পোনে আহি তোমাৰ চকুত নপৰে। তদুপৰি এই পোহৰ অন্যৰ মুখমণ্ডললৈকেও মাৰি নপঠিয়াবা।



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)

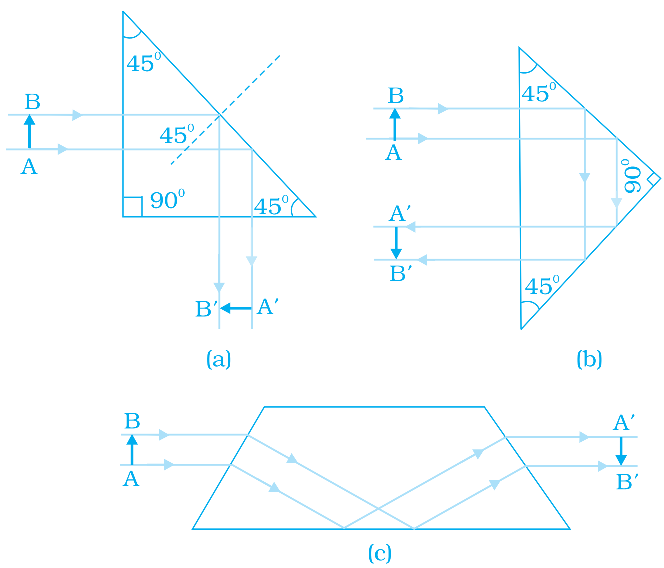
9.4.1 প্ৰকৃতি আৰু প্ৰযুক্তিত আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন (Total Internal Reflection in Nature and its Technological Applications)

(i) মৰীচিকা (mirage) ঃ জহকালি দিনৰ ভাগত অধিক 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 ৰশ্মিটোৰে 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



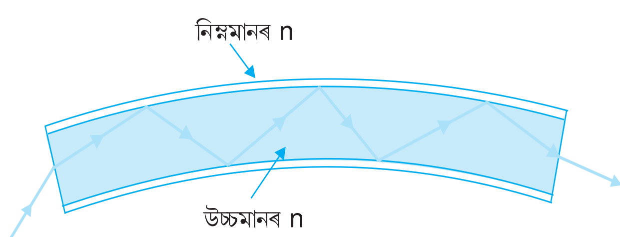
চিত্ৰ 9-14 (a) মাটিৰ ওপৰৰ বায়ুৰ ভিন ভিন তৰপৰ তাপমাত্ৰা একে থাকিলে পৰ্যৱেক্ষক এগৰাকীয়ে দূৰৈৰ গছ এজোপা তাৰ প্ৰকৃত স্থানতে থিয় হৈ থকা দেখে। (b) বায়ুৰ ভিন ভিন তৰপৰ উষ্ণতা ওপৰৰ পৰা মাটিৰ দিশে ক্ৰমাৎ বৃদ্ধি পাই আহিলে দূৰৈৰ গছ এজোপাৰ পৰা অহা পোহৰৰ ৰশ্মিৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে। ইয়াৰ ফলত এনে লাগে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

পৰিঘটনাক **মৰীচিকা** বোলে। এনে ধৰণৰ মৰীচিকা প্ৰায়ে উত্তপ্ত মৰুভূমিত দেখা যায়। জহকালি বাছ বা মটৰেৰে ৰাজআলিৰে গৈ থকা অৱস্থাত তোমালোকে নিশ্চয় কেতিয়াবা এনে এটা ঘটনা প্ৰত্যক্ষ কৰিছা যে দূৰৈত ৰাজআলিৰ 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 এৰকোটা 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 $\left(\cong 24.4^0\right)$ 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 আভাৰে জিকমিকাই উঠে।



চিত্ৰ 9-16

(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।

(iv) আলোকীয় আঁহ ঃ দূৰ-দূৰণিলৈ শব্দ আৰু দৃশ্যৰ সংকেত প্ৰেৰণ কৰিবলৈ আজিকালি **আলোকীয় আঁহৰ** (optical fibre) ব্যাপক ব্যৱহাৰ হ'বলৈ ধৰিছে। এই **আঁহত** সংকেত প্ৰেৰণৰ বাবে আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন পৰিঘটনা ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই **আঁহবোৰ** উচ্চ মানৰ জটিল ধৰণৰ কাঁচ / কোৱাৰ্জৰ দ্বাৰা তৈয়াৰ কৰা হয়। প্ৰতিডাল **আঁহৰেই** এটা মজ্জা (Core) আৰু তাৰ এক আৱৰণ (Cladding থাকে। মজ্জাৰ পদাৰ্থবিধৰ প্ৰতিসৰাংক আৱৰণৰ প্ৰতিসৰাংকতকৈ বেছি।

পোহৰৰ ৰূপত থকা সংকেত এটা যেতিয়া **আঁহ** 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 থূপ 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 প্ৰতি সৰণ

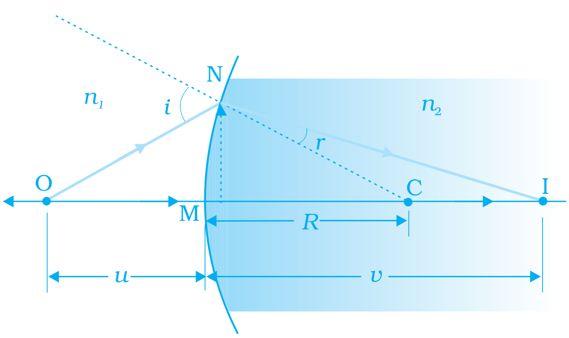
(Refraction at Spherical Surfaces and by Lenses)

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

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 আৱৰি 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 I 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 ত্ৰিভূজৰ বাবে i হ'ল বহিৰ্কোণ। সেয়ে i $=\angle NOM + \angle NCM$

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

একেদৰে $r = \angle NCM - \angle NIM$

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 দূৰত্বৰ 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 বিন্দুপ্ৰভৰ 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

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 অভিৰাহ (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 অভিৰাহৰ পৰিমাণ হ'ল এক লুমেন (lumen)। লুমেনৰ চিহ্ন হ'ল lm। এটা সাধাৰণ 100 ৱাট বৈদ্যুতিক চাকিয়ে মোটামুটিভাৱে 1700 লুমেন দীপ্তি অভিৰাহ 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 অভিৰাহৰ 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 উজ্জলতা 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 I 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 $OB \to \infty$ আৰু DI = f, গতিকে (9.19) সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ (9.20)

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

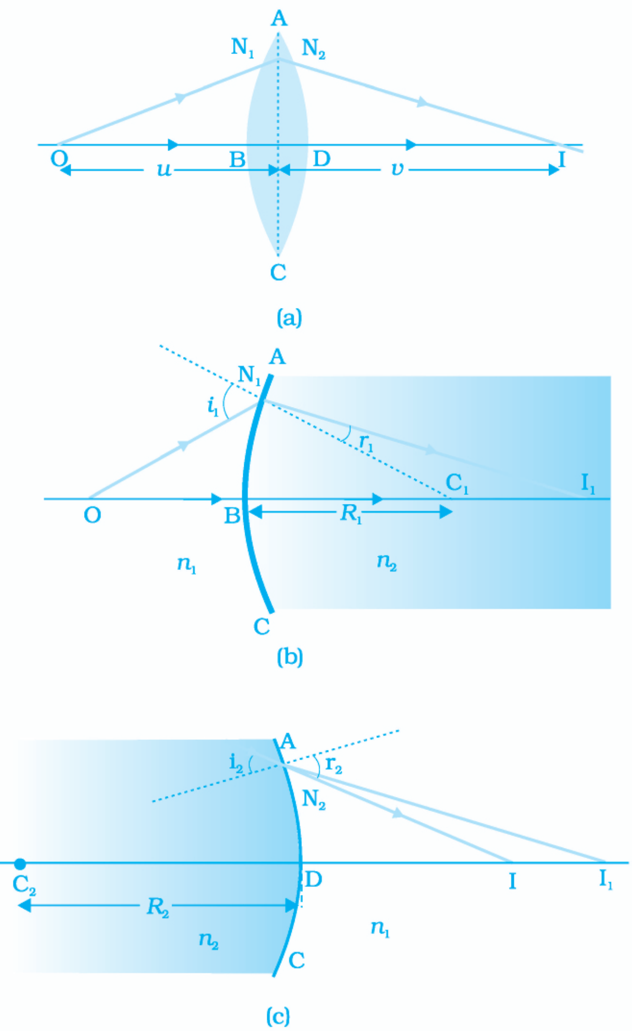
অসীমত থকা লক্ষ্যবস্তুৰ বাবে লেন্সৰ যিটো বিন্দুত প্ৰতিবিম্ব গঠন হয় তাক লেন্সখনৰ **নাভি বা ফ'কাছ** বোলে আৰু f দৈৰ্ঘ্যই, লেন্সখনৰ **ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য** দিয়ে। একোখন লেন্সৰ ফ'কাছ দুটা ঃ F আৰু **F′**। বিন্দু দুটা লেন্সখনৰ পৰস্পৰ বিপৰীত ফালে থাকে। (চিত্ৰ 9.19)। চিহ্ন প্ৰথা ব্যৱহাৰ কৰি আমি পাওঁ।

$BC_1 = +R_1$

$DC_2 = -R_2$

সেয়ে (9.20)সমীকৰণক তলত দিয়া ৰূপত লিখিব পাৰি

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



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।

(9.21) সমীকৰণটোক **লেন্স প্ৰস্তুতকৰ্তাৰ সমীকৰণ** বোলে। উপযুক্ত ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধৰ পৃষ্ঠ ব্যৱহাৰ কৰি এক নিৰ্দিষ্ট 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

* 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।

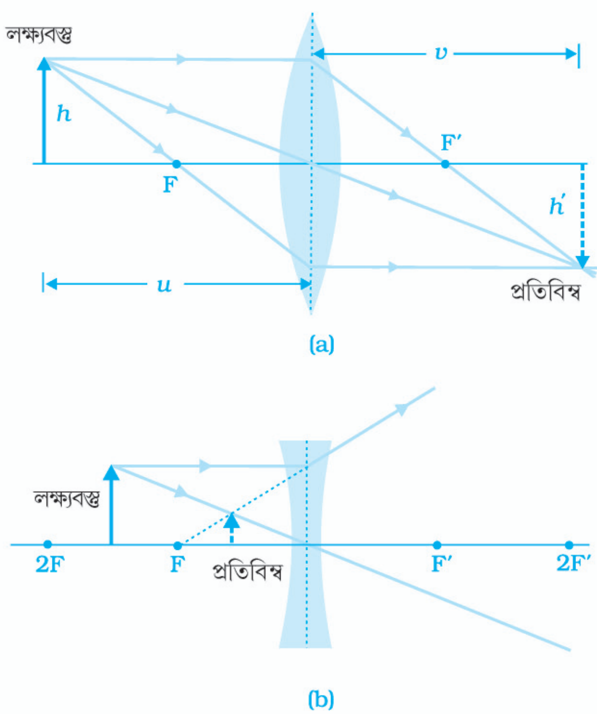
$$\frac{n_1}{\text{OB}}+\frac{n_1}{\text{DI}} = \frac{n_1}{f} \qquad (9.22)$$

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 হয় ঃ

(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

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u} \tag{9.24}$$

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।

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

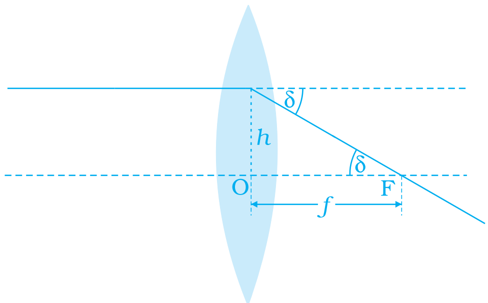
9.5.3 লেন্সৰ ক্ষমতা (Power of a Lens)

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

$$P = \frac{1}{f} \tag{9.25}$$



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।

উদাহৰণ 9.8

উদাহৰণ 9.8 (i) কাঁচৰ উত্তল লেন্স এখনৰ বাবে যদি $f = 0.5\text{m}$ হয় তেন্তে লেন্সখনৰ ক্ষমতা কিমান? (ii) কাঁচৰ দ্বি-উত্তল লেন্স 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, $R_1 = +10\text{cm}, R_2 = -15\text{cm}$ ।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 $n_2 = 1.5,\ n_1 = 1, f = +20\text{cm}$ । গতিকে লেন্সৰ সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ

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

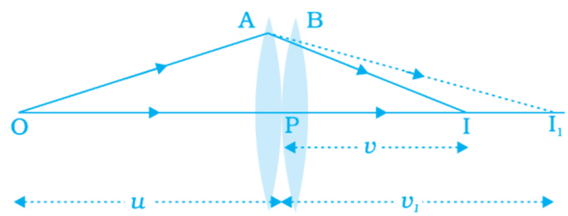
একেখন কাঁচৰ লেন্সক পানীত থ'লে $n_2 = 1.5, n_1 = 1.33$ গতিকে

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

সমীকৰণ দুটাৰ পৰা আমি পাওঁ $f = +78.2\text{cm}$ ।

9.5.4 পৰস্পৰ সংস্পৰ্শত থকা পাতল লেন্সৰ সংযোজন (Combination of thin lenses in contact)

ধৰা হওঁক f_1 আৰু f_2 ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ দুখন পাতল লেন্স A আৰু B পৰস্পৰৰ সংস্পৰ্শত আছে। ধৰা 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 সৎ। B লেন্সৰ বাবে ই এটা অসৎ লক্ষ্যবস্তুৰ দৰে আচৰণ কৰিব; আৰু সেয়ে অন্তিম প্ৰতিবিম্ব I বিন্দুত গঠন হ'ব। এইখিনিতে মনত ৰখা উচিত যে অন্তিম প্ৰতিবিম্বটো ক'ত সৃষ্টি হ'ব সেয়া নিৰ্দ্ধাৰণৰ সুবিধাৰ বাবেহে প্ৰকৃততে প্ৰথম লেন্সখনে I_1 প্ৰতিবিম্বটো গঠন কৰে বুলি ধৰা হৈছে। প্ৰকৃততে তেনে নঘটে। প্ৰথম লেন্সৰ পৰা প্ৰতিসৰিত হোৱা ৰশ্মিক দ্বিতীয় লেন্সে অধিক অভিসাৰী কৰি I বিন্দুলৈ পঠিয়াই দিয়ে। লেন্স দুখন পাতল হোৱাৰ বাবে সিহঁতৰ আলোক কেন্দ্ৰ দুটা একেটা বিন্দুত থকা বুলি ধৰিব পাৰি। ধৰা হওঁক সেই বিন্দুটো P।



9-21

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

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

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

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots \quad (9.32)$$

ইয়াত P হ'ল লেন্স প্ৰণালীটোৰ লব্ধ ক্ষমতা। মন কৰিবা যে (9.32) সমীকৰণত ক্ষমতাৰ যোগফলটো দৰাচলতে বীজগণিতীয় যোগফলহে। সেয়ে, সোঁহাতৰ কেইটামান ৰাশি ধনাত্মক (উত্তল লেন্সৰ বাবে) আৰু আন কেইটামান ৰাশি 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 ($m_1 m_2 m_3 \ldots\ldots$) গুণফল

$$m = m_1 m_2 m_3 \ldots \quad (9.33)$$

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, $\boldsymbol{v_2 = \infty}$

উদাহৰণ 9.9

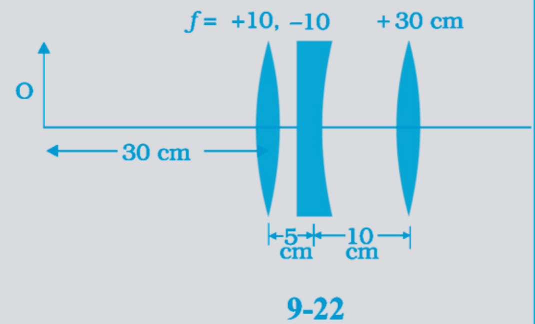
দ্বিতীয় লেন্সৰ বাওঁফালে অসীম দূৰত্বত অসৎ প্ৰতিবিম্বটো গঠন হয়। তৃতীয়খন লেন্সৰ বাবে ই লক্ষ্যবস্তুৰ কাম কৰে।

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

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

9.6 প্ৰিজমৰ মাজেৰে পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ (Refraction through a Prism)

(9.23) চিত্ৰত ABC ত্ৰিভুজ 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 চতুৰ্ভুজটোৰ দুটা কোণৰ (Q আৰু R বিন্দু শীৰ্ষবিন্দুৰ ৰূপত থকা কোণ দুটা) প্ৰত্যেককে মান এক সমকোণ। সেয়ে চতুৰ্ভুজটোৰ আন দুটা কোণৰ যোগফল 180^0 হ'ব লাগিব।

$$\angle A + \angle QNR = 180^0$$

QNR ত্ৰিভুজটোত আমি পাওঁ

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

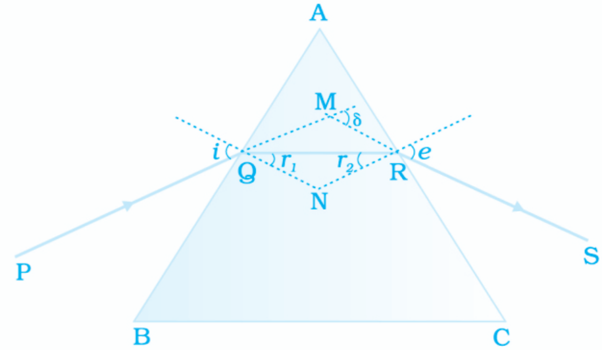
ওপৰৰ সমীকৰণ দুটা ৰিজাই চালে আমি পাম

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

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

$$\delta = D_m, i = e \text{ অৰ্থাৎ } r_1 = r_2$$

(9.34) সমীকৰণৰ পৰা পাওঁ

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

একেদৰে (9.35) সমীকৰণৰ পৰা পোৱা যাব

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

প্ৰিজমৰ পদাৰ্থৰ প্ৰতিসৰাংক হ'ব

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

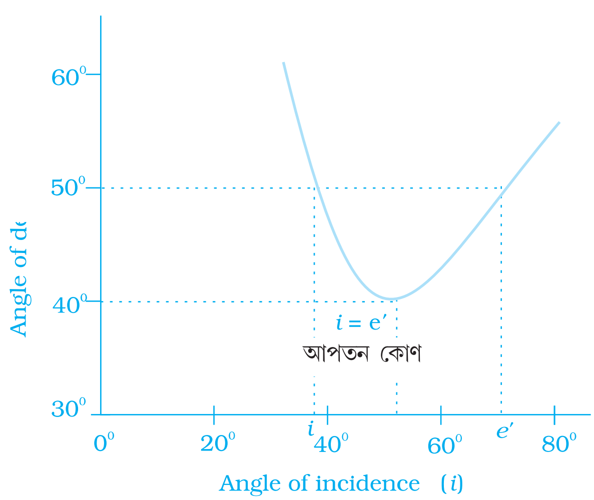
A আৰু D_m কোণ দুটা পৰীক্ষাৰ দ্বাৰা জুখি উলিয়াব পাৰি। গতিকে (9.38) সমীকৰণৰ দ্বাৰা প্ৰিজমৰ পদাৰ্থৰ প্ৰতিসৰাংক নিৰ্ণয় কৰিব পৰা যায়।

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

ত্ৰিভুজাকৃতিৰ প্ৰিজম এটাৰ বাবে আপতন কোণ (i) আৰু বিচ্যুতি কোণৰ (δ) মাজৰ লেখ।

9.7 সূৰ্য্যৰ ৰশ্মিৰ ফলত হোৱা কেইটামান প্ৰাকৃতিক পৰিঘটনা

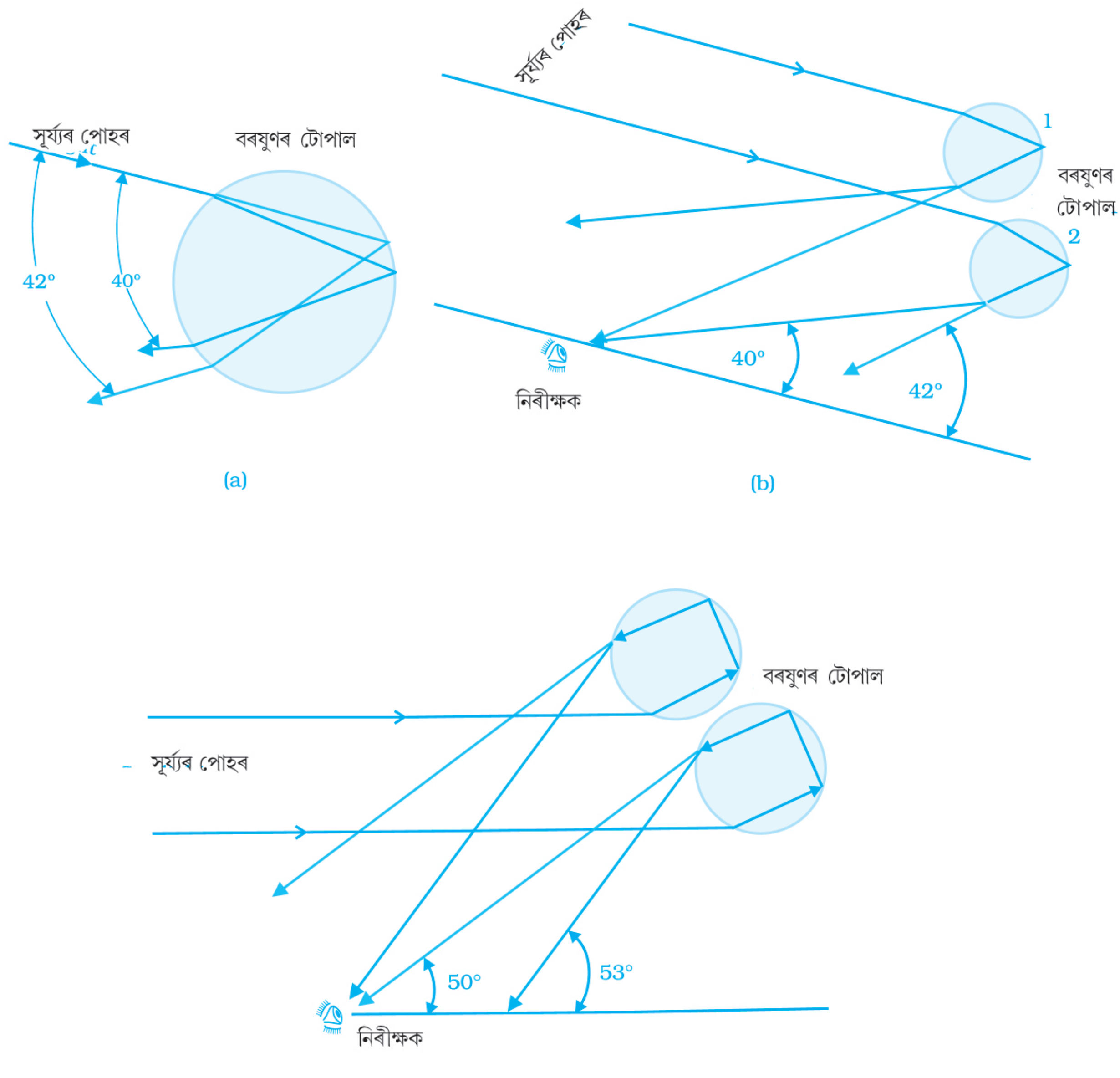
(Some Natural Phenomena due to sunlight)

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।

9.7.1 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 9-25 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।

ফলত ৰামধেনুৰ সৃষ্টি হয়। ৰামধেনু প্ৰত্যক্ষ কৰাৰ চৰ্তটো হ'ল এয়ে যে আকাশৰ যিটো প্ৰান্তত (ধৰা পশ্চিম আকাশত) সূৰ্য্যটো থাকে তাৰ ঠিক বিপৰীত প্ৰান্ত (ধৰা পূব আকাশত) বৰষুণ হৈ থাকিব লাগে। পৰ্য্যৱেক্ষকৰ পিঠি সূৰ্য্যৰ ফালে থকা অৱস্থাতহে তেওঁ ৰামধেনু প্ৰত্যক্ষ কৰিব পাৰে।

ৰামধেনু কেনেকৈ সৃষ্টি হয় সেয়া বুজিবলৈ (9.25 (a) চিত্ৰলৈ মন কৰা। বৰষুণৰ টোপালটোত সূৰ্য্যৰ ৰশ্মি আপতিত হোৱাৰ পিচত সেই ৰশ্মি পোনতে টোপালটোৰ ভিতৰলৈ প্ৰতিসৰিত হয়। প্ৰতিসৰিত বগা পোহৰক টোপালটোৱে সাতটা ভিন্ন ৰঙৰ ৰশ্মিলৈ ভাঙি দিয়ে। দীৰ্ঘতৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পোহৰ (ৰঙা) আটাইতকৈ কমকৈ বিচ্যুত হয় আৰু হ্ৰস্বতৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পোহৰ (বেঙুনীয়া) সৰ্ব্বাধিক বিচ্যুত হয়। পৰস্পৰৰ পৰা পৃথক হৈ পৰা ভিন ভিন ৰঙৰ পোহৰৰ ৰশ্মিবোৰ টোপালটোৰ ভিতৰৰ পৃষ্ঠত আপতিত হৈ সিহঁতৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে—অৱশ্যে এনে প্ৰতিফলনৰ বাবে ৰশ্মিবোৰ ভিতৰৰ পৃষ্ঠখনত ক্ৰান্তীয় কোণতকৈ (এই ক্ষেত্ৰত ক্ৰান্তীয় কোণটো হ'ল 48^0) ডাঙৰ কোণত আপতিত হ'ব লাগিব। চিত্ৰত দেখুওৱা দৰে এই প্ৰতিফলিত ৰশ্মিবোৰ টোপালটোৰ পৰা প্ৰতিসৰিত হৈ পুনৰ বায়ুলৈ ওলাই আহিব। দেখা যায় যে আপতিত সূৰ্য্যৰ ৰশ্মিৰ সমান্তৰাল এডালৰ সৈতে টোপালৰ পৰা ওলাই যোৱা বেঙুনীয়া ৰঙৰ ৰশ্মি এটাই 40^0 কোণ কৰে আৰু ৰঙা ৰঙৰ ৰশ্মিয়ে 42^0 কোণ কৰে। আন মধ্যৱৰ্তী ৰঙবোৰৰ বাবে কোণবোৰ এই দুই সীমাৰ মাজত থাকে।

(9.25 (b) চিত্ৰৰ দ্বাৰা প্ৰাথমিক ৰামধেনু কেনেকৈ সৃষ্টি হয় সেয়া বৰ্ণনা কৰা হৈছে। ইয়াৰ সহায়ত আমি দেখিবলৈ পাওঁ যে 1 নম্বৰ টোপালৰ পৰা ৰঙা পোহৰ আৰু 2 নম্বৰ টোপালৰ পৰা অহা বেঙুনীয়া ৰশ্মি পৰ্য্যবেক্ষকৰ চকুত প্ৰবেশ কৰে। আনহাতে 1 নম্বৰ টোপালৰ পৰা বেঙুনীয়া পোহৰ আৰু 2 নম্বৰ টোপালৰ পৰা অহা ৰঙা পোহৰৰ ৰশ্মি পৰ্য্যবেক্ষকৰ চকুত প্ৰৱেশ নকৰে। সেয়ে পৰ্য্যৱেক্ষকে ৰামধেনুৰ ওপৰ অংশত ৰঙা পোহৰ আৰু নিম্ন অংশত বেঙুনীয়া পোহৰ দেখে। অৰ্থাৎ প্ৰাথমিক ৰামধেনু তিনিটা পৰ্য্যয়ত গঠন হয়ঃ প্ৰতিসৰণ, প্ৰতিফলন আৰু প্ৰতিসৰণ।

বৰষুণৰ টোপালৰ ভিতৰত প্ৰাথমিক ৰামধেনুত হোৱাৰ দৰে যদি এবাৰ নহৈ পোহৰৰ দুবাৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে তেন্তে (9.25 (c) চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে এটা গৌণ ৰামধেনু গঠন হয়। টোপালৰ ভিতৰত পোহৰৰ প্ৰতিফলন দুবাৰকৈ হোৱাৰ ফলত টোপালৰ পৰা ওলাই অহা পোহৰৰ তীব্ৰতা যথেষ্ট হ্ৰাস পায়। সেয়ে প্ৰাথমিক ৰামধেনুৰ তুলনাত গৌণ ৰামধেনু অনুজ্জল হয়। তদুপৰি গৌণ ৰামধেনুত ৰঙৰ ক্ৰমটো (9.25 (c) চিত্ৰত প্ৰদৰ্শন কৰাৰ দৰে ওলোটা হয়।

9.7.2 পোহৰৰ আস্তৰণ (Scattering of light)

বায়ুমণ্ডলৰ মাজেৰে পোহৰে গতি কৰোঁতে বায়ুমণ্ডলৰ কণিকাবোৰৰ দ্বাৰা এই পোহৰ সিচঁৰিত বা আস্তীৰ্ণ (Scattered) হয় (অথবা পোহৰৰ দিশৰ পৰিবৰ্তন হয়)। দীৰ্ঘ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ তুলনাত হ্ৰস্ব তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পোহৰ অধিক পৰিমাণে আস্তীৰ্ণ হয়। (আস্তৰণৰ মাত্ৰা তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ চতুৰ্থ ঘাতৰ ব্যস্তানুপাতিক। ইয়াক

ৰেলি আস্তৰণ (Rayleigh scattering) বোলে। যিহেতু ৰঙাৰ তুলনাত নীলা ৰঙৰ পোহৰৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য কম, সেয়ে ফৰকাল আকাশত নীলা পোহৰৰ আস্তৰণ অধিক হয়। সেয়ে ফৰকাল আকাশখন নীলা দেখি। প্ৰকৃততে নীলাৰ তুলনাত বেঙুনীয়া ৰঙৰ পোহৰহে অধিক আস্তীৰ্ণ হয়, কাৰণ নীলাতকৈ বেঙুনীয়া পোহৰৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য কম। সেয়ে হ'লেও আমাৰ চকু বেঙুনীয়াৰ তুলনাত নীলা ৰঙৰ পোহৰৰ বাবেহে অধিক সংবেদনশীল হোৱাৰ বাবে আমি আকাশখন নীলা দেখো।

চিত্ৰ 9-26
সূৰ্য্যোদয় আৰু সূৰ্য্যাস্তৰ সময়ত সূৰ্য্যৰ পোহৰে বায়ুমণ্ডলৰ মাজেৰে অধিক দূৰত্ব অতিক্ৰম কৰে।

পোহৰৰ আস্তৰণ ক্ষেত্ৰত বায়ুমণ্ডলত থকা ক্ষুদ্ৰতম কণিকা আৰু বৃহত্তৰ কণিকাবোৰৰ ভূমিকা ভিন্ন প্ৰকৃতিৰ। ধৰাহ'ল পোহৰৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য λ আৰু পোহৰৰ আস্তৰণ ঘটোৱা কণিকা এটাৰ আকাৰ a। যদি $a << \lambda$ হয় তেন্তে আমি ৰেলি আস্তৰণ দেখিবলৈ পাওঁ (আস্তৰণৰ পৰিমাণ $\frac{1}{\lambda^4}$ ৰ সমানুপাতী)। যদি কণিকাবোৰ ডাঙৰ আকৃতিৰ হয়, অৰ্থাৎ $a >> \lambda$ ৰ বাবে (বৰষুণৰ টোপাল, ধূলি বা বৰফৰ বৃহত্তৰ কণিকাৰ বাবে) পিচে ৰেলিৰ সূত্ৰটো প্ৰযোজ্য নহয়। এই ক্ষেত্ৰত পোহৰৰ আটাইবোৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পোহৰ সমানে আস্তীৰ্ণ হয়। মেঘত থকা পানীৰ কণিকাবোৰৰ ক্ষেত্ৰত $a >> \lambda$। সেয়ে মেঘ এটুকুৰা সাধাৰণতে বগা দেখি।

সূৰ্য্যোদয় আৰু সূৰ্য্যাস্তৰ সময়ত (9.26)চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে সূৰ্য্যৰ ৰশ্মিয়ে বায়ুমণ্ডলৰ মাজেৰে অধিক দূৰত্ব পাৰ হৈ যাবলগীয়া হয়। যাত্ৰা পথত নীলা আৰু অন্য হ্ৰস্ব তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পোহৰ আস্তৰণৰ ফলত ৰশ্মিপুঞ্জটোৰ পৰা বাদ পৰি যায়, আৰু আস্তৰণ কমকৈ ঘটি কেৱল ৰঙা ৰঙৰ পোহৰখিনিহে আমাৰ চকুত পৰে। সেয়ে আকাশখন সেই সময়ত ৰঙচুৱা দেখি। একেটা কাৰণতে দিগন্তত বেলিটো আৰু পূৰ্ণিমাৰ জোনটো ৰঙচুৱা বৰণৰ হয়।

9.8 আলোক যন্ত্ৰ (Optical Instruments)

দাপোণ, লেন্স আৰু প্ৰিজমৰ দ্বাৰা হোৱা পোহৰৰ প্ৰতিফলন আৰু প্ৰতিসৰণ পৰিঘটনা ব্যৱহাৰ কৰি আলোক বিজ্ঞানৰ কেবাবিধো যন্ত্ৰ সজা হৈছে। পেৰিস্ক'স্প, (periscope), কেলিড'স্কপ (kaleidosope), বাইন'কুলাৰ (binoculars), টেলিস্ক'প (telescope) আৰু মাইক্ৰ'স্কপ (microscope) হ'ল আমি সচৰাচৰ ব্যৱহাৰ কৰি থকা কেইপদমান আলোক যন্ত্ৰৰ উদাহৰণ। আমাৰ চকুটোও এটা বিচিত্ৰ ধৰণৰ প্ৰাকৃতিক আলোক যন্ত্ৰ। ইয়াত চকুৰ পৰা আৰম্ভ কৰি আমি মাইক্ৰ'স্কপ আৰু টেলিস্ক'পৰ কাৰ্য্যনীতি বৰ্ণনা কৰিম।

9.8.1 মাইক্ৰ'স্ক'প (Microscope)

সাধাৰণ পৰিবৰ্দ্ধক বা সাধাৰণ মাইক্ৰ'স্ক'প হ'ল চুটি ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ এখন অভিসাৰী লেন্স [চিত্ৰ (9.27 (b)]। তেনে এখন লেন্সক মাইক্ৰ'স্ব'প হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰিবলৈ লক্ষ্যবস্তুটোক লেন্সৰ এফালে আৰু আনফালে লেন্সৰ নিচেই ওচৰৰ পৰা পৰ্য্যৱেক্ষণ কৰিব লাগে। লক্ষ্যবস্তু লেন্সৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ সমান বা তাতোকৈ কম দূৰত্বত স্থাপন কৰিব লাগে। লক্ষ্যবস্তুৰ বাবে এনে এটা দূৰত্ব বাচি লোৱাৰ উদ্দেশ্য হ'ল প্ৰতিবিম্বটো অসৎ আৰু থিয় হ'ব লাগে। লগতে প্ৰতিবিম্বৰ দূৰত্ব এনে হ'ব লাগে যে চকুৱে ইয়াক সহজে পৰ্য্যবেক্ষণ কৰিব পাৰি। অৰ্থাৎ প্ৰতিবিম্বটো লেন্সৰ পৰা (অৰ্থাৎ মোটামুটিভাৱে চকুৰ পৰা) 25cm বা তাতোকৈ অধিক দূৰত্বত গঠন হোৱাটো বাঞ্ছনীয়। লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব যদি f হয় তেন্তে প্ৰতিবিম্বটো অসীমত গঠন হ'ব। আনহাতে লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব লেন্সৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যতকৈ কিঞ্চিত কম হ'লে প্ৰতিবিম্বটো অসীমতকৈ কম দূৰত্বত গঠন হ'ব। প্ৰতিবিম্বটো স্পষ্টকৈ নিৰীক্ষণ কৰাৰ নূন্যতম দূৰত্বটো চকুৰ পৰা 25cm (চকুৰ নিকট বিন্দুত) যদিও তেনে দূৰত্বত প্ৰতিবিম্বটো পৰ্য্যবেক্ষণ

কৰোতে চকুৰ ওপৰত চাপ পৰে। সেয়ে চকুৰ ওপৰত চাপ নিদিয়াকৈ পৰ্য্যবেক্ষণ কৰিবলৈ প্ৰতিবিম্বটো অসীমত থাকিব লাগে। দুয়োটা পৰিস্থিতি আমি 9.27 (a) চিত্ৰ, আৰু 9.27 (b) চিত্ৰ আৰু 9.27 (c) চিত্ৰত দেখুৱাইছো।

সৰল মাইক্ৰ'স্ক'পৰ দ্বাৰা নিকট বিন্দু D ত গঠন হোৱা প্ৰতিবিম্বৰ বা মাইক্ৰ'স্ব'পটোৱে সৃষ্টি কৰা ৰৈখিক পৰিবৰ্দ্ধন তলৰ গাণিতিক সম্বন্ধটোৰ পৰা পোৱা যায়

$$m = \frac{v}{u} = v\left(\frac{1}{v} - \frac{1}{f}\right) = \left(1 - \frac{v}{f}\right)$$

$$= (1 - \frac{v}{f})$$

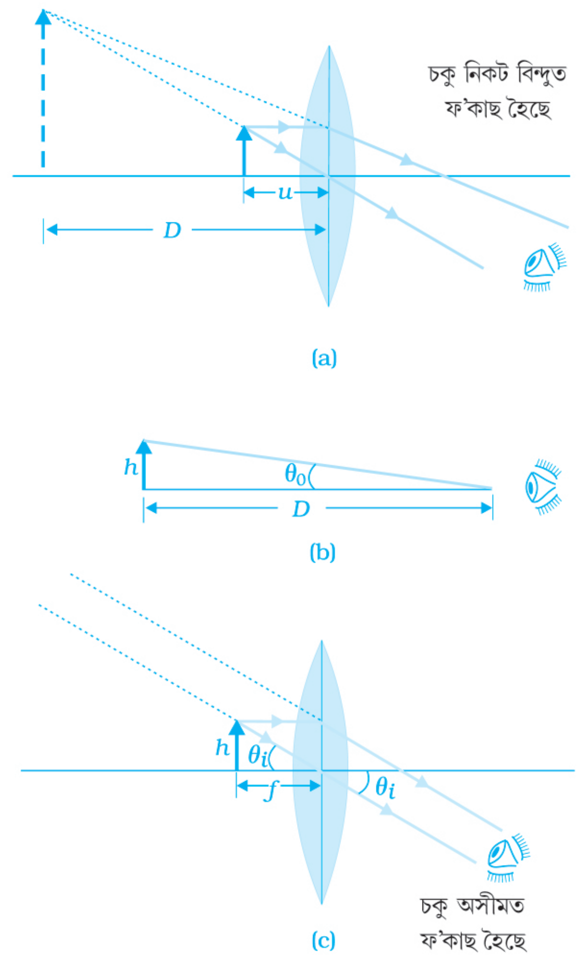
আমি ব্যৱহাৰ কৰা চিহ্ন প্ৰথা মতে v ঋণাত্মক আৰু ইয়াৰ মান D। গতিকে পৰিবৰ্দ্ধন হ'বগৈ

$$m = \left(1 + \frac{D}{f}\right) \qquad (9.39)$$

যিহেতু D ৰ মান প্ৰায় 25cm, সেয়ে পৰিবৰ্দ্ধন ছয় পাবলৈ আমি উত্তল লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য f = 5cm ল'ব লাগিব।

মন কৰা যে $m = \frac{h'}{h}$; ইয়াত h আৰু h' হ'ল ক্ৰমে লক্ষ্যবস্তু আৰু প্ৰতিবিম্বৰ আকাৰ। তদুপৰি $\frac{h'}{h}$ হ'ল D দূৰত্বত ৰখা অৱস্থাত চকুৰ সৈতে ক্ৰমে প্ৰতিবিম্ব আৰু লক্ষ্যবস্তুৱে কৰা কোণৰ অনুপাত (উল্লেখযোগ্য যে লক্ষ্যবস্তুৱে চকুৰ সৈতে কৰা কোণটো দৰাচলতে $\frac{h}{u}$ হে)। থোৰতে ক'বলৈ গ'লে সৰল মাইক্ৰ'স্ক'পৰ সহায়ত লক্ষ্যবস্তু এটাক আপাতভাৱে চকুৰ পৰা D দূৰত্বতকৈ কম দূৰত্বলৈ লৈ অনা হয়।

এইবাৰ আমি উলিয়াম লক্ষ্যবস্তুৰ প্ৰতিবিম্ব অসীমত গঠন হ'লে পৰিবৰ্দ্ধনৰ মান কিমান হয়। এই ক্ষেত্ৰত আমি **কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধনৰ** (angular magnification) প্ৰকাশৰাশি গণনা কৰিব লাগিব। ধৰা হওঁক লক্ষ্যবস্তুৰ উচ্চতা h। লক্ষ্যবস্তুটো চকুৰ পৰা D দূৰত্বত থকা অৱস্থাত (আৰু লেন্সখন নথকা অৱস্থাত) ইয়াক চকুৱে স্পষ্টকৈ দেখে; আৰু সেই ক্ষেত্ৰত ই চকুত স্থাপন কৰা কোণটো আটাইতকৈ ডাঙৰ হয়। এই কোণটো θ_o হ'লে আমি পাওঁ



চিত্ৰ 9-27

এটা সৰল মাইক্ৰ'স্ক'প; (a) লেন্সখন এনেদৰে ৰখা হৈছে যে প্ৰতিবিম্বটো নিকট বিন্দুত গঠন হয়, (b) নিকট বিন্দুত থকা লক্ষ্যবস্তুৱে চকুত গঠন কৰা কোণ, আৰু (c) লক্ষ্যবস্তুটো ফ'কাছ আৰু আলোকবিন্দুক মাজত অৱস্থিত, আৰু প্ৰতিবিম্ব ফ'কাছ আৰু অসীমৰ মাজত গঠন।

$$\tan\theta_o = \left(\frac{h}{D}\right) \approx \theta_o \qquad (9.40)$$

এইবাৰ আমি চাম লক্ষ্যবস্তুটো u দূৰত্বত থকা অৱস্থাত গঠন হোৱা প্ৰতিবিম্বই চকুত কি কোণ স্থাপন কৰে। আমি জানো

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

প্ৰতিবিম্বই স্থাপন কৰা কোণটো θ_i হ'ব

$$\tan\theta_i = \frac{h'}{-v} = \frac{h}{-v}\cdot\frac{v}{u} = \frac{h}{-u} \cong \theta_i$$ । যদি $u = -f$ তেন্তে [(9.29 (c) চিত্ৰ চোঁৱা]

$$\theta_i = \left(\frac{h}{f}\right) \qquad (9.41)$$

গতিকে কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন হ'ব

$$m = \left(\frac{\theta_i}{\theta_o}\right) = \frac{D}{f} \qquad (9.42)$$

(9.39) সমীকৰণলৈ মন কৰিলে দেখা যায় যে (9.41) সমীকৰণত উল্লেখ কৰা পৰিবৰ্দ্ধন পূৰ্বৰ পৰিবৰ্দ্ধনতকৈ এক কম। সেয়ে হ'লেও দ্বিতীয় ক্ষেত্ৰত লক্ষ্যবস্তু নিৰীক্ষণ কৰাত চকুৰ ওপৰত চাপ কমকৈ পৰে। তদুপৰি দুয়ো ক্ষেত্ৰৰ মাজৰ পৰিবৰ্দ্ধনৰ পাৰ্থক্য বিশেষ নহয়। ইয়াৰ পিচত মাইক্ৰ'স্কপ আৰু টেলিস্ক'পৰ আলোচনাত আমি প্ৰতিবিম্বটো অসীমত থাকে বুলি ধৰি ল'ম।

কাৰ্য্যক্ষেত্ৰত সাজি উলিয়াব পৰা উত্তল লেন্সৰ নূন্যতম ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ বাবে সৰল মাইক্ৰ'স্কপ এটাৰ সৰ্বোচ্চ পৰিবৰ্দ্ধনৰ (≤ 9) এক সীমাৱদ্ধতা আছে। ইয়াতকৈ অধিক পৰিবৰ্দ্ধন পাবলৈ এখনৰ পৰিবৰ্তে দুখন লেন্স ব্যৱহাৰ কৰা হয় যাতে এখনৰ পৰিবৰ্দ্ধন আনখনৰ পৰিবৰ্দ্ধনৰ সৈতে মিলিত হৈ শেষত এক চূড়ান্ত আৰু বৃহৎ পৰিবৰ্দ্ধন সৃষ্টি কৰিব পাৰে। এনে ধৰণৰ মাইক্ৰ'স্ক'পক **যৌগিক মাইক্ৰ'স্ক'প** (compound microscope) বোলে। (9.28) চিত্ৰত তেনে মাইক্ৰ'স্কপ এটাৰ গঠন দেখুওৱা হৈছে। লক্ষ্যবস্তুৰ নিকটৱৰ্তী লেন্সখনক **অভিলক্ষ্য** (objective) বোলে। ই লক্ষ্যবস্তুৰ সৎ, ওলোটা আৰু পৰিবৰ্দ্ধিত প্ৰতিবিম্ব সৃষ্টি কৰে। এই প্ৰতিবিম্বটো দ্বিতীয় লেন্সখনৰ লক্ষ্যবস্তুৰ কাম কৰে। দ্বিতীয় লেন্সখন চকুৰ ওচৰত থাকে। ইয়াক **অভিনেত্ৰ** (eyepiece) বোলে। ই এক সৰল মাইক্ৰ'স্ক'পৰ দৰে কাম কৰে। ই চূড়ান্ত প্ৰতিবিম্বটো গঠন কৰে। এই প্ৰতিবিম্বটো অসৎ আৰু পূৰ্বতকৈ অধিক পৰিবৰ্দ্ধিত। ইয়াৰ পৰা ধৰিব পৰা যায় যে প্ৰাৰম্ভিক সৎ প্ৰতিবিম্বটো অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ তলৰ (focal plane) ওচৰত (ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ সমান অথবা কম দূৰত্বত) গঠন হয়। এই দূৰত্বটো এনেদৰে নিৰ্বাচন কৰা হয় যে অন্তিম প্ৰতিবিম্বটো অসীমত অথবা চকুৰ নিকট বিন্দুত গঠন হয়। দেখদেখকৈ চূড়ান্ত প্ৰতিবিম্বটো লক্ষ্যবস্তুৰ তুলনাত ওলোটা হয়।

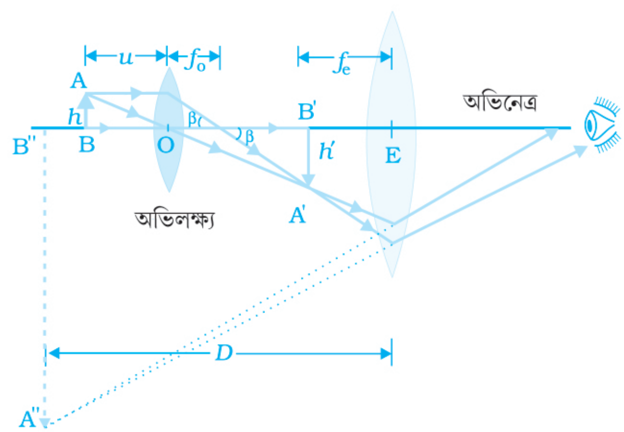
এতিয়া আমি যৌগিক মাইক্ৰ'স্ক'প এটাৰ পৰিবৰ্দ্ধনৰ প্ৰকাশৰাশি উলিয়াম। (9.28) চিত্ৰৰ ৰশ্মি চিত্ৰৰ পৰা দেখা যায় যে অভিলক্ষ্যৰ কাৰণে দিয়া ৰৈখিক পৰিবৰ্দ্ধন হ'ল

$$m_O = \frac{h'}{h} = \frac{L}{f_o} \qquad (9.43)$$

ইয়াত আমি তলত উল্লেখ কৰা প্ৰকাশৰাশিটো ব্যৱহাৰ কৰিছো

$$\tan\beta = \left(\frac{h}{f_o}\right) = \left(\frac{h'}{L}\right)$$

ইয়াত h, f_0 আৰু h' আৰু L হ'ল ক্ৰমে লক্ষ্যবস্তুৰ উচ্চতা, অভিলক্ষ্যৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য, প্ৰাৰম্ভিক প্ৰতিবিম্ব উচ্চতা, আৰু অভিলক্ষ্যৰ দ্বিতীয় ফ'কাছ আৰু অভিনেত্ৰৰ প্ৰথম ফ'কাছৰ মাজৰ দূৰত্ব। L ক যৌগিক মাইক্ৰ'স্ক'পটোৰ **নলী দৈৰ্ঘ্য** (tube length) বোলে। ধৰা হ'ল অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য f_e । ছবিত অভিলক্ষ্যই গঠন কৰা প্ৰতিবিম্বটো অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ বিন্দুৰ সমীপত অৱস্থিত।



চিত্ৰ 9-28
যৌগিক মাইক্ৰ'স্ক'পত প্ৰতিবিম্ব গঠন হোৱাৰ ছবি।

(9.39) সমীকৰণটো ব্যৱহাৰ কৰি আমি দেখুৱাব পাৰো যে অভিনেত্ৰই যিহেতু সৰল মাইক্ৰ'স্ক'পৰ দৰে কাম কৰে, সেয়ে অন্তিম প্ৰতিবিম্ব নিকট বিন্দুত গঠন হ'লে অভিনেত্ৰৰ কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন হ'ব

$$m_e = \left(1 + \frac{D}{f_e}\right) \qquad [(9.44\,(a)]$$

অন্তিম প্ৰতিবিম্বটো অসীমত গঠন হ'লে অভিনেত্ৰৰ কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন হ'ব [সমীকৰণ (9.42)]

$$m_e = (D/f_e) \qquad [(9.44\,(b)]$$

অন্তিম প্ৰতিবিম্বটো অসীমত গঠন হ'লে যৌগিক মাইক্ৰ'স্ক'পৰ মুঠ পৰিবৰ্দ্ধন [(9.33 সমীকৰণৰ মতে] হ'ব

$$m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(\frac{D}{f_e}\right) \qquad (9.45)$$

(9.45) সমীকৰণৰ পৰা দেখা যায় যে মাইক্ৰ'স্ক'পৰ সহায়ত সৰু বস্তু এটা ডাঙৰকৈ দেখিবলৈ হ'লে অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰ উভয়ৰে ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য সৰু হ'ব লাগে। বাস্তৱ ক্ষেত্ৰত পিচে লেন্স এখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 1cm তকৈ সৰু কৰা কঠিন। তদুপৰি L ৰ মান ডাঙৰ কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ হোৱা লেন্স দুখন ডাঙৰ হ'ব লাগে।

উদাহৰণ এটা লোৱা যাওক। ধৰা অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য ক্ৰমে $f_o = 1.0$cm আৰু $f_e = 2.0$cm, আৰু নলী দৈৰ্ঘ্য $L = 20$cm । গতিকে মাইক্ৰ'স্ক'পটোৰ পৰিবৰ্দ্ধন হ'ব

$$m = m_o m_e = \frac{L}{f_o} \times \frac{D}{f_e}$$

$$= \frac{20}{1} \times \frac{25}{2} = 250$$

গঠন হোৱা অন্তিম প্ৰতিবিম্বৰ গুণাগুণ (quality) আৰু দৃশ্যতা (visibility) নিৰ্ভৰ কৰে লক্ষ্যবস্তুৰ ওপৰত আপতিত পোহৰৰ পৰিমাণ আৰু তেনে কেইটামান কাৰকৰ ওপৰত। প্ৰতিবিম্বৰ গুণগত বৈশিষ্ট্য উন্নত কৰিবলৈ আধুনিক মাইক্ৰ'স্ক'পবোৰত একাধিক খণ্ডযুক্ত লেন্স ব্যৱহাৰ কৰা হয় যাতে ভিন ভিন প্ৰকাৰৰ আলোক বিপথন (দোষ) নূন্যতম হয়।

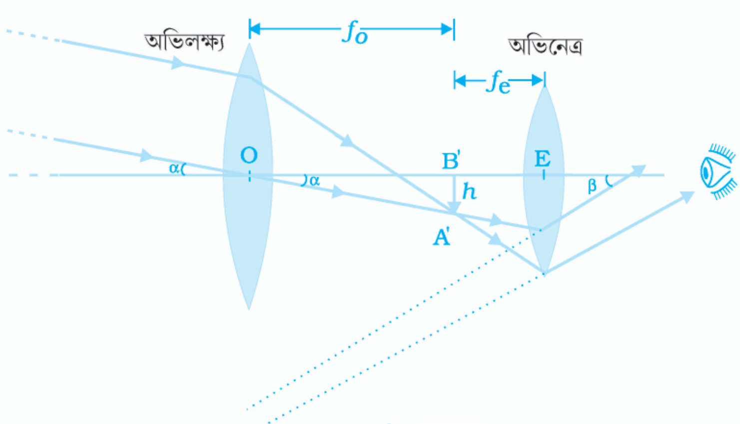
9.8.2 টেলিস্ক'প (Telescope)

টেলিস্ক'পৰ সহায়ত দূৰৈৰ বস্তু এটাৰ কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন ঘটোৱা হয় ।[(চিত্ৰ 9.29)] ইয়াতো এটা অভিলক্ষ্য আৰু এটা অভিনেত্ৰ থাকে। পিচে টেলিস্ক'পত ব্যৱহাৰ হোৱা অভিনেত্ৰৰ তুলনাত অভিলক্ষ্য লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য আৰু ছিদ্ৰমুখ (aperture) যথেষ্ট ডাঙৰ। দূৰৈৰ বস্তু এটাৰ পৰা অহা পোহৰ অভিলক্ষ্যৰ মাজেৰে প্ৰতিসৰিত হৈ তাৰ দ্বিতীয় ফ'কাছ তলত লক্ষ্যবস্তুৰ এটা সৎ আৰু ওলোটা প্ৰতিবিম্ব গঠন কৰে। অভিনেত্ৰই এই প্ৰতিবিম্বটোক পৰিবৰ্দ্ধিত কৰি ওলোটা প্ৰতিবিম্বটো গঠন কৰে। টেলিস্ক'পটোৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা (magnifying power) m হ'ল অন্তিম প্ৰতিবিম্বই চকুত স্থাপন কৰা কোণ আৰু আৰু লক্ষ্যবস্তুৱে চকুত স্থাপন কৰা α কোণ ৰ অনুপাত। অৰ্থাৎ

$$m \approx \frac{\beta}{\alpha} \approx \frac{h}{f_e} \cdot \frac{f_o}{h} = \frac{f_o}{f_e} \qquad (9.46)$$

এই ক্ষেত্ৰত টেলিস্ক'পৰ নলীডালৰ দৈৰ্ঘ্য হ'ল $f_o + f_e$। ভূবীক্ষণ (terrestrial telescope) যন্ত্ৰত ওপৰঞ্চি দুখন লেন্স থাকে। এই লেন্সদ্বয়ে অন্তিম প্ৰতিবিম্বটো থিয়কৈ গঠন কৰে। প্ৰতিসাৰক টেলিস্ক'পবোৰ ভূবীক্ষণ আৰু নভোবীক্ষণ (astronomical telescope) উভয় ধৰণে ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি। উদাহৰণ স্বৰূপে ধৰা হওঁক টেলিস্ক'প এটাৰ অভিলক্ষ্যৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 100cm আৰু অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 1cm । টেলিস্ক'পটোৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা হ'ব $m = \frac{100}{1} = 100$ ।

ধৰা হওঁক দূৰ আকাশত থকা দুটা তৰাৰ মাজৰ প্ৰকৃত কৌণিক ব্যৱধান $1'$ (বৃত্তৰ চাপৰ 1 মিনিট)। টেলিস্ক'পটোৰে চালে তৰা দুটাৰ মাজৰ কৌণিক ব্যৱধানটো $100 \times 1' = 100' = 1.67^0$

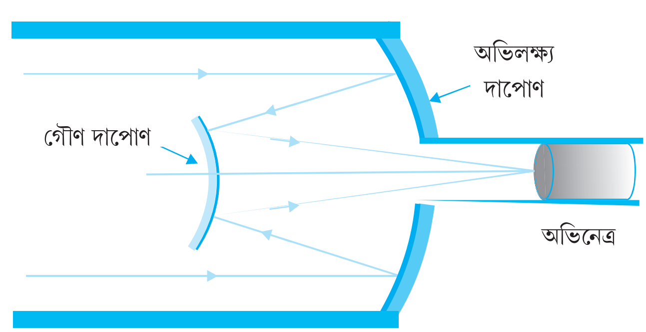


চিত্ৰ 9-29
প্ৰতিসাৰক টেলিস্ক'প

যেন লাগিব।

নভোবীক্ষণ যন্ত্ৰ এটাৰ মূল বৈশিষ্ট্য হ'ল ই কি পৰিমাণ পোহৰ একত্ৰিত কৰিব পাৰে আৰু ইয়াৰ **বিভেদন ক্ষমতা** (resolving power) কিমান। যন্ত্ৰটো একত্ৰিত কৰিব পৰা পোহৰৰ পৰিমাণ নিৰ্ভৰ কৰিব ইয়াৰ অভিলক্ষ্যৰ পৃষ্ঠকালিৰ ওপৰত। অভিলক্ষ্যৰ ব্যাস ডাঙৰ হ'লে ম্লান লক্ষ্যবস্তু এটাও পৰ্য্যবেক্ষণ কৰিব পৰা যায়। বিভেদন ক্ষমতা হ'ল প্ৰায় একে দিশত থকা দুটা বস্তুক কিমান স্পষ্টভাৱে দুটা ভিন্ন বস্তু বুলি নিৰীক্ষণ কৰিব পৰা যায় তাৰ একজোখ। বিভেদন ক্ষমতাও অভিলক্ষ্যৰ ব্যাসৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। ওপৰৰ আলোচনাৰ পৰা দেখা গ'ল যে উন্নত প্ৰকৃতিৰ আলোকী টেলিস্ক'পৰ (optical telescope) অভিলক্ষ্যৰ ব্যাস ডাঙৰ হয়। পৃথিৱীৰ বৃহত্তম অভিলক্ষ্য লেন্সখনৰ ব্যাস হ'ব 40 ইঞ্চি (1.02m)। এই অভিলক্ষ্যযুক্ত টেলিস্ক'পটো মাৰ্কিন যুক্তৰাজ্যৰ উইস্কনছিন ৰাজ্যত অৱস্থিত য়াৰ্কিছ মানমন্দিৰত (Yerkes Observatory) আছে। এনে বৃহৎ আকাৰৰ লেন্স যথেষ্ট গধুৰ হয়। এনে লেন্স প্ৰস্তুত কৰা কঠিন; লগতে এনে গধুৰ লেন্সক টেলিস্ক'পত সংযোগ কৰি সুচাৰুৰূপে ব্যৱহাৰ কৰাৰ কৰাও দুৰূহ। এনে লেন্স ব্যয়বহুল। তদুপৰি ইমান ডাঙৰ লেন্স ব্যৱহাৰ কৰি বৰ্ণ বিপথন (Chromatic aberration)আদিৰ দৰে দোষ নথকা প্ৰতিবিম্ব আহৰণ কৰাও সহজসাধ্য নহয়।

এনেবোৰ সমস্যাৰ পৰিপ্ৰেক্ষিতত আধুনিক টেলিস্ক'পত লেন্সৰ পৰিবৰ্তে একোখন অৱতল দাপোণহে অভিলক্ষ্য হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। যিবোৰ টেলিস্ক'পত দাপোণ ব্যৱহাৰ কৰা হয় সেইবোৰক **প্ৰতিফলক টেলিস্ক'প** (reflecting telescope) বোলে। এনে টেলিস্ক'পৰ কেবাটাও সুবিধা আছে। প্ৰথমটো হ'ল দাপোণত বৰ্ণ বিপথন সৃষ্টি নহয়। দ্বিতীয়তে যদিহে অধিবৃত্তীয় (parabolic) দাপোণ ব্যৱহাৰ কৰা হয় তেন্তে গোলকীয় বিপথন (spheical aberration) বোলা দোষটো নাথাকে। তদুপৰি সমতুল্য আলোকীয় গুণাগুণৰ লেন্স এখনৰ তুলনাত দাপোণ এখনৰ ওজন যথেষ্ট কম হোৱাৰ বাবে দাপোণ এখন টেলিস্ক'পত সংযোগ কৰা বহু সহজ-লগতে দাপোণখন ঠিক ঠাইত ৰাখিবলৈ দাপোণৰ পিচৰ পৃষ্ঠখন সম্পূৰ্ণকৈ ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি। প্ৰতিফলক টেলিস্ক'পৰ এটা সমস্যা হ'ল এয়ে যে অভিলক্ষ্য দাপোণখনে যিহেতু পোহৰৰ ৰশ্মিবোৰ টেলিস্ক'পৰ নলীৰ ভিতৰত অভিসাৰী কৰে, সেয়ে সেই স্থানতেই অভিনেত্ৰৰ লগতে পৰ্য্যৱেক্ষকগৰাকীও থাকিব লাগে। ইয়াৰ ফলত একত্ৰিত পোহৰৰ কিছু অংশ বাধাপ্ৰাপ্ত হয়। কি পৰিমাণৰ পোহৰ বাধাপ্ৰাপ্ত হয় সেয়া নিৰ্ভৰ কৰে পৰ্য্যবেক্ষন কক্ষৰ আকাৰৰ ওপৰত। মাৰ্কিন যুক্তৰাজ্যৰ কেলিফ'ৰ্ণিয়াত থকা মাউণ্ট পাল'মাৰ (Mt. Palomar) মানমন্দিৰত থকা 200 ইঞ্চি (~5.08m) ব্যাসৰ প্ৰতিফলন টেলিস্ক'পটোৰ অভিলক্ষ্য দাপোণখনৰ ফ'কাছৰ ওচৰত পৰ্য্যৱেক্ষক প্ৰকোষ্ঠ স্থাপন কৰি তাত পৰ্য্যবেক্ষণকাৰী বহে। আন এক উপায় হ'ল অভিলক্ষ্যৰ পৰা প্ৰতিফলিত ৰশ্মিক অন্য এখন দাপোণেৰে অন্য এক দিশে ঘূৰাই নিয়া। দ্বিতীয় দাপোণখনক গৌণ দাপোণ বোলে। এই



চিত্ৰ 9-30
প্ৰতিফলন টেলিস্ক'প (কাছেগ্ৰেইন (cassegrain) এটাৰ নক্সা।

দাপোণখন উত্তল হ'ব পাৰে। প্ৰাথমিক বা মূল অভিবৃত্তীয় দাপোণখনৰ সোঁমাজত থকা ছিদ্ৰ এটাৰে গৌণ দাপোণৰ পৰা প্ৰতিফলিত ৰশ্মিক সৰকাই নি অভিনেত্ৰত পৰিবলৈ দিয়া [(9.30)] হয়। এনে ধৰণৰ টেলিস্ক'পক উদ্ভাৱকগৰাকীৰ নাম অনুসৰি কাছেগ্ৰেইন (Cassegrain) টেলিস্ক'প বোলে। ইয়াৰ সুবিধা এয়ে যে তুলনামূলকভাৱে চুটি নলীৰ টেলিস্ক'প হ'লেও ই বৃহৎ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ টেলিস্ক'পৰ দৰে কাম কৰে। ভাৰতৰ বৃহত্তম টেলিস্ক'পটো তামিলনাডুৰ কাভালুৰত অৱস্থিত। ই 2.34 m ব্যাসৰ এটা (কাছেগ্ৰেইন) প্ৰতিফলন টেলিস্ক'প। এই টেলিস্ক'পটো সম্পূৰ্ণ থলুৱা প্ৰযুক্তিৰে বাঙ্গঁলৰুৰ ভাৰতীয় জ্যোতিপদাৰ্থ বিজ্ঞান প্ৰতিষ্ঠানে (Indian Institute of Astrophysics) সাজি উলিয়াইছিল; আৰু ইয়াক এই প্ৰতিষ্ঠানটোৱেই ব্যৱহাৰ কৰে। পৃথিৱীৰ বৃহত্তম প্ৰতিফলন টেলিস্ক'প দুটা হ'ল মাৰ্কিন যুক্তৰাজ্যৰ হাৱাই দ্বীপত থকা কেক (keck) টেলিস্ক'প। ইহঁতৰ প্ৰতিফলকৰ ব্যাস 10 m।

1. প্ৰতিফলনৰ মূল সমীকৰণটো হ'ল $\angle \mathbf{i} = \angle \mathbf{r}'$, আৰু প্ৰতিসৰণৰ বাবে হ'ল স্নেলৰ নীতি $\frac{\sin i}{\sin r} = n$; আৰু লগতে আপতিত ৰশ্মি, প্ৰতিফলিত ৰশ্মি, প্ৰতিসৰিত ৰশ্মি আৰু অভিলম্ব একে সমতলত থাকে। ইয়াত i, r' আৰু r হ'ল ক্ৰমে আপতন কোণ, প্ৰতিফলন কোণ আৰু প্ৰতিসৰণ কোণ।

2. কোনো এটা ঘনতৰ মাধ্যমৰ পৰা এটা লঘুতৰ মাধ্যমলৈ প্ৰতিসৰিত হোৱা ৰশ্মিৰ যি আপতন কোণৰ বাবে প্ৰতিসৰণ কোণ 90^0 হয় তাকেই ক্ৰান্তীয় কোণ (i_c) বোলে। যদি $\mathbf{i} > \mathbf{i_c}$ হয় তেন্তে ৰশ্মিটোৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটে। হীৰাত $\left(i_c \cong 24.4^0\right)$ হোৱা একাধিক আভ্যন্তৰীণ প্ৰতিফলন, প্ৰিজমৰ ভিতৰত হোৱা প্ৰতিফলন আৰু মৰীচিকা হ'ল আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলনৰ কেইটামান উদাহৰণ। আলোকীয় আঁহ হ'ল স্বচ্ছ কাঁচৰ গোটা আঁহ; আৰু যাৰ ওপৰত দিয়া হয় নিম্নতৰ প্ৰতিসৰাংকৰ পদাৰ্থৰ প্ৰলেপ এটা। এনে আঁহ এডাল লেউসেউকৈ থকা অৱস্থাতো যদি ইয়াৰ এমূৰে এক বিশেষ কোণত পোহৰ আপতিত হয় তেন্তে আঁহৰ বেৰত তাৰ একাধিক আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটাৰ ফলত সেই পোহৰ আঁহৰ আনটো প্ৰান্তৰে ওলাই আহে।

3. কাৰ্টিছীয় চিহ্ন পদ্ধতি ঃ আপতিত ৰশ্মিৰ দিশত জোখা দূৰত্ববোৰ ধনাত্মক, আৰু বিপৰীত দিশত জোখা দূৰত্ববোৰ ঋণাত্মক। সকলোবোৰ দূৰত্ব মুখ্য অক্ষত থকা দাপোণ/ লেন্সৰ মেৰু/ আলোক কেন্দ্ৰৰ পৰা জোখা হয়। $\mathbf{x}$ অক্ষৰ ওপৰৰ দিশত, দাপোণ/ লেন্সৰ মুখ্য অক্ষৰ লম্বভাৱে থকা উচ্চতাবোৰ ধনাত্মক; আৰু $\mathbf{x}$ অক্ষৰ নিম্ন দিশৰ উচ্চতাবোৰ ঋণাত্মক।

4. গোলাকাৰ দাপোণৰ সমীকৰণ ঃ

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

ইয়াত v, u আৰু f হ'ল ক্ৰমে প্ৰতিবিম্বৰ দূৰত্ব, লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব আৰু দাপোণৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য। তদুপৰি f দাপোণখনৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ R ৰ (প্ৰায়) আধা। অৱতল দাপোণৰ বাবে f ঋণাত্মক আৰু উত্তল দাপোণৰ বাবে ই ধনাত্মক।

5. n_{21} প্ৰতিসৰাংকৰ মাধ্যম এটাত A কোণৰ আৰু n_2 প্ৰতিসৰাংকৰ প্ৰিজম এটা থ'লে

$$n_{21}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{\sin\left[\frac{(A+Dm)}{2}\right]}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

ইয়াত D_m হ'ল নিম্নতম বিচ্যুতি কোণ।

6. গোলাকাৰ সন্ধিতলেৰে পোহৰৰ প্ৰতিসৰণ (n_1 প্ৰতিসৰাংক মাধ্যমৰ পৰা n_2 প্ৰতিসৰাংকৰ মাধ্যমলৈ) বাবে

$$\frac{n_2}{v}-\frac{n_1}{u}=\frac{n_2-n_1}{R}$$

পাতল লেন্সৰ সূত্ৰ

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

লেন্স প্ৰস্তুতকৰ্তাৰ সূত্ৰ

$$\frac{1}{f}=\frac{(n_2-n_1)}{n_1}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

ইয়াত R_1 আৰু R_2 হ'ল লেন্সৰ পৃষ্ঠ দুখনৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ। অভিসাৰী বা উত্তল লেন্সৰ বাবে f ধনাত্মক আৰু অপসাৰী বা অৱতল লেন্সৰ বাবে f ঋণাত্মক। লেন্সৰ ক্ষমতা হ'ল $P=\frac{1}{f}$ ।

লেন্সৰ ক্ষমতাৰ SI একক হ'ল ডায়প্টৰ $(D): 1D = 1m^{-1}$ যদি $f_1, f_2, f_3,$............ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ কেবাখনো লেন্স পৰস্পৰৰ সংস্পৰ্শত ৰখা হয় তেন্তে লেন্স-প্ৰণালীটোৰ কাৰ্য্যকৰী ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য f হ'ব

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\frac{1}{f_3}+..........$$

কেবাখনো লেন্স পৰস্পৰৰ সংস্পৰ্শত ৰখা অৱস্থাত প্ৰণালীটোৰ লব্ধ ক্ষমতা P হ'ব

$$P=P_1+P_2+P_3+..........$$

7. বিচ্ছুৰণ হ'ল পোহৰ তাৰ উপাংশ ৰঙলৈ বিভক্ত হোৱা পৰিঘটনা।

8. সৰল মাইক্ৰ'স্ক'পৰ আবৰ্ধন বা পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা হ'ল $m = 1 + \frac{D}{f}$ ।ইয়াত $D + 25cm$ আৰু f হ'ল উত্তল লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য। প্ৰতিবিম্বটো যদি অসীমত গঠন হয় তেন্তে $m = \frac{D}{f}$ । যৌগিক মাইক্ৰ'স্ক'প এটাৰ বাবে পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতাৰ প্ৰকাশৰাশি হ'ল $m = m_e \times m_o$, ইয়াত $m_e = 1 + \frac{D}{f_e}$ হ'ল অভিনেত্ৰৰ ফলত হোৱা পৰিবৰ্দ্ধন আৰু m_O হ'ল অভিলক্ষ্যৰ দ্বাৰা হোৱা পৰিবৰ্দ্ধন। মোটামুটি ভাৱে—

$$m = \frac{L}{f_o} \times \frac{D}{f_e}$$

ইয়াত f_o আৰু f_e হ'ল ক্ৰমে অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য, আৰু L হ'ল সিহঁতৰ ফ'কাছৰ মাজৰ দূৰত্ব।

9. টেলিস্ক'পৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা হ'ল চকুৰ সৈতে প্ৰতিবিম্বই কৰা কোণ β আৰু লক্ষ্যবস্তুৱে কৰা কোণ α ৰ অনুপাত। অৰ্থাৎ

$$m = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{f_o}{f_e}$$

ইয়াত f_o আৰু f_e হ'ল ক্ৰমে অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য।

1. আপতন বিন্দুত যিকোনো দুটা মাধ্যমৰ বাবে আৰু সকলো ধৰণৰ পৃষ্ঠৰ বাবে প্ৰতিফলন আৰু প্ৰতিসৰণ নীতি প্ৰযোজ্য।

2. উত্তল লেন্স এখনৰ পৰা f আৰু 2f দূৰত্বৰ মাজত লক্ষ্যবস্তু এটা থৈ তাৰ ওলোটা আৰু সৎ প্ৰতিবিম্ব লেন্সখনৰ বিপৰীত ফালে স্থাপন কৰা পৰ্দাত পেলাব পাৰি। প্ৰতিবিম্ব গঠন হোৱা ঠাইৰ পৰা যদি পৰ্দাখন আঁতৰাই দিয়া হয় তেতিয়াও প্ৰতিবিম্বটো সেই স্থানত দৃশ্যমান হ'ব নেকি? পৰ্দা নাথাকিলে প্ৰতিবিম্বটো বায়ুতে ওলমি থাকিব পাৰে বুলি মনে নধৰিলেও বাস্তৱত প্ৰতিবিম্ব পৰ্দা

নোহোৰাকৈও দেখিবলৈ পোৱা যায়। এই পৰ্য্যৱেক্ষণটো বহুতৰ বাবে এক সাঁথৰৰ দৰে। পিচে ইয়াৰ ব্যাখ্যা বিশেষ কঠিন নহয়। লক্ষ্যবস্তুৰ কোনো এটা বিন্দুৰ পৰা নিৰ্গত ৰশ্মি এটাক লেন্সে বিপৰীত ফালৰ কোনো এটা নিৰ্দ্দিষ্ট বিন্দুলৈ অভিসাৰী কৰে, আৰু ৰশ্মিটো সেই বিন্দুৰ পৰা পুনৰ অপসাৰীও হয়। সেই বিন্দুত থাকিলে সি সেই ৰশ্মিটোৰ একাংশ চাৰিওফালে সিচৰিত কৰি দিয়ে; আৰু তাৰে কিছু পোহৰ আমাৰ চকুত পৰেহি। ফলত আমি প্ৰতিবিম্বটো দেখা পাওঁ। প্ৰতিবিম্বটো দেখিবলৈ সেই ঠাইত কিন্তু পৰ্দ্দাখন অপৰিহাৰ্য্য নহয়। লেজাৰ প্ৰদৰ্শনীত বায়ুত ওলমি থকা বস্তুৰ প্ৰতিবিম্ববোৰে তাকেই প্ৰমাণ কৰে।

3. প্ৰতিবিম্ব গঠনৰ বাবে নিয়মিত প্ৰতিফলন/ প্ৰতিসৰণৰ প্ৰয়োজন। নিয়ম মতে লক্ষ্যবস্তুৰ কোনো এটা নিৰ্দ্দিষ্ট বিন্দুৰ পৰা অহা ৰশ্মিবোৰ প্ৰতিফলন/ প্ৰতিসৰণৰ পিচত প্ৰতিবিম্বৰ একেটা বিন্দুত মিলিত হ'ব লাগে। এই কাৰণেই কাগজ এখিলাৰ পৰা হোৱা (অনিয়মিত) প্ৰতিফলনৰ বাবে আমি কাগজত আমাৰ প্ৰতিবিম্ব দেখিবলৈ নাপাওঁ।

4. বগা পোহৰৰ দ্বাৰা ডাঠ লেন্সে গঠন কৰা লক্ষ্যবস্তুৰ প্ৰতিবিম্ব বগা নহৈ ৰঙীন হয়। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল লেন্সৰ দ্বাৰা হোৱা বগা পোহৰৰ বিচ্ছুৰণ। আমি আমাৰ চাৰিওফালৰ বস্তুবোৰত দেখা ভিন্ন ৰঙৰ মূলতে হ'ল বগা পোহৰৰ উপাংশ ৰঙৰ পোহৰ তেনে বস্তুত আপতিত হোৱাটো। বগা পোহৰত বস্তু এটাৰ ৰং যি ধৰণৰ দেখি, একেটা বস্তুত এটা একবৰ্ণী পোহৰ পৰিবলৈ দিলে বস্তুটোৰ বৰণ আমাৰ বাবে সম্পূৰ্ণ বেলেগ হৈ পৰে।

5. সৰল মাইক্ৰ'স্ক'প এটাৰ ক্ষেত্ৰত লক্ষ্যবস্তুৰ কৌণিক আকাৰ প্ৰতিবিম্বৰ কৌণিক আকাৰৰ সমান। সেয়ে হ'লেও ই পৰিবৰ্দ্ধনৰ সৃষ্টি কৰে কাৰণ এই ক্ষেত্ৰত আমি বস্তুটোক চকুৰ পৰা 25cm তকৈ বহু কম দূৰত্বত ৰাখি পৰ্য্যৱেক্ষণ কৰিবপ পাৰো। বস্তুটো যিমানে চকুৰ ওচৰত ৰখা হয় ই চকুত স্থাপন কৰা কোণটোও সিমানে ডাঙৰ হয়। গঠন হোৱা প্ৰতিবিম্বটো চকুৰ পৰা 25cm দূৰত্ব থকাৰ বাবে আমি প্ৰতিবিম্বটো দেখা পাওঁ। মাইক্ৰ'স্ক'পটোৰ অবিহনে লক্ষ্যবস্তুটো আমি চকুৰ পৰা 25cm আঁতৰত ৰাখিবলগীয়া হ'ব; আৰু তেনে অৱস্থাত ই চকুত স্থাপন কৰা কোণটো যথেষ্ট সৰু হ'ব।

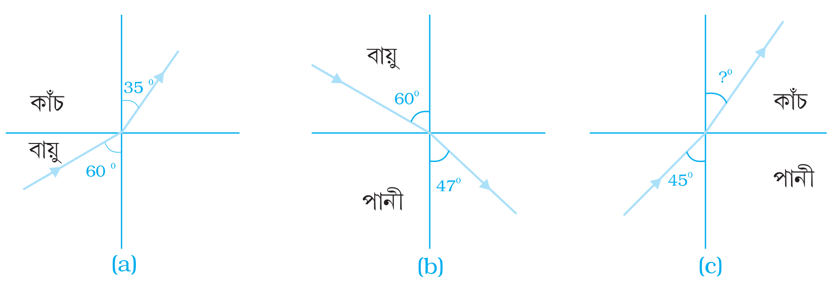
অনুশীলনী

9.1 36cm ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধৰ অৱতল দাপোণ এখনৰ পৰা 27cm দূৰত্বত 2.5cm উচ্চতাৰ মমবাতি এডাল থিয়কৈ ৰখা হৈছে। দাপোণৰ পৰা কি দূৰত্বত পৰ্দ্দা এখন থ'লে মমবাতিডালৰ এটা স্পষ্ট প্ৰতিবিম্ব পোৱা যাব? গঠন হোৱা প্ৰতিবিম্বৰ প্ৰকৃতি আৰু আকাৰ বৰ্ণনা কৰা। মমবাতিডালৰ দাপোণৰ ওচৰ চপাই আনিলে পৰ্দ্দাখন কোনফালে স্থানান্তৰ কৰিব লাগিব?

9.2 15cm ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ উত্তল দাপোণ এখনৰ পৰা 12cm দূৰত 4.5cm উচ্চতাৰ বেজী এটা থিয়কৈ ধৰা হৈছে। বেজীটোৰ প্ৰতিবিম্বৰ অৱস্থান আৰু ইয়াৰ পৰিবৰ্দ্ধন নিৰ্ণয় কৰা। বেজীটো দাপোণখনৰ পৰা আঁতৰাই লৈ গ'লে হ'ব বৰ্ণনা কৰা।

9.3 জলাধাৰ এটা 12.5cm উচ্চতালৈ পানীৰে ভৰাই লোৱা হৈছে। জলাধাৰটোৰ তলিত বেজী এটা পৰি আছে। মাইক্ৰ'স্কপ এটাৰে বেজীটো নিৰীক্ষণ কৰাত তাৰ আপাতত গভীৰতা 9.4cm পোৱা গ'ল। পানীৰ প্ৰতিসৰাংক নিৰ্ণয় কৰা। পানীৰ পৰিবৰ্তে যদি একে উচ্চতালৈ আধাৰটোত 1.63 প্ৰতিসৰাংকৰ স্বচ্ছ তৰল এটা ভৰাই লোৱা হয় তেন্তে বেজীটো স্পষ্টকৈ দেখিবলৈ মাইক্ৰ'স্ক'পটো কিমান দূৰত্ব স্থানান্তৰিত কৰিব লাগিব?

9.4 [(9.31(a)] আৰু [(9.31(b)] চিত্ৰত ক্ৰমে বায়ু আৰু পানী-বায়ু সন্ধিতলত টনা অভিলম্বৰ সৈতে 60^0 কোণ কৰাকৈ পোহৰৰ ৰশ্মি এটা আপতিত হৈছে। ৰশ্মিটো যদি পানী-কাঁচ মাধ্যমত [(9.31(c)] 45^0 কোণত আপতিত হয় তেন্তে কাঁচ মাধ্যমৰ প্ৰতিসৰণ কোণ কিমান হ'ব নিৰ্ণয় কৰা।



9-31

9.5 পানীৰে 80cm উচ্চতালৈ ভৰাই ৰখা জলাধাৰ এটাৰ তলিত সৰু বৈদ্যুতিক চাকি এটা ৰখা হৈছে। পানীৰ পৃষ্ঠভাগৰ কিমান কালিৰে বৈদ্যুতিক চাকিটোৰ পৰা নিৰ্গত পোহৰ বায়ুলৈ ওলাই আহিব? পানীৰ প্ৰতিসৰাংক 1.33। (চাকিটোক এটা বিন্দুপ্ৰভ বুলি ধৰিবা)

9.6 প্ৰিজমে এটা অজ্ঞাত প্ৰতিসৰাংকৰ কাঁচেৰে তৈয়াৰ কৰা হৈছে। প্ৰিজমটোৰ এপিঠিত পোহৰৰ সমান্তৰাল ৰশ্মিপুঞ্জ এটা পৰিবলৈ দিয়া হ'ল। পোহৰৰ বিচ্যুতি 45^0 কোণ পোৱা গ'ল। প্ৰিজমৰ কাঁচৰ প্ৰতিসৰাংক কিমান? প্ৰিজমটোৰ শীৰ্ষ কোণটো 60^0। এই প্ৰিজমটো যদি পানীত (প্ৰতিসৰাংক 1.33) ডুবাই ৰখা হয় তেন্তে সমান্তৰাল ৰশ্মিপুঞ্জৰ বিচ্যুতি কোণ কিমান হ'ব?

9.7 1.55 প্ৰতিসৰাংকৰ কাঁচেৰে এখন দ্বি-উত্তল লেন্স প্ৰস্তুত কৰিব লাগে। লেন্সখনৰ দুয়ো পৃষ্ঠৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ সমান। যদি লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 20cm হ'ব লাগে তেন্তে তাৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ কিমান লাগিব?

9.8 পোহৰৰ ৰশ্মিপুঞ্জ এটা বিশেষ বিন্দু P লৈ অভিসাৰী হয়। এতিয়া P বিন্দুটোৰ পৰা 19cm

দূৰত্বত, অভিসাৰী ৰশ্মিবোৰ গতিপথত লেন্স এখন স্থাপন কৰা হ'ল। ব্যৱহাৰ কৰা লেন্সখন যদি (a) 20cm ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ উত্তল, আৰু (b) 16cm ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ অৱতল লেন্স হয় তেন্তে আপতিত ৰশ্মিবোৰ ক'ত অভিসাৰী হ'ব?

9.9 3.0cm উচ্চতাৰ লক্ষ্যবস্তু এটা 21cm ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ অৱতল লেন্স এখনৰ সন্মুখত ৰখা হৈছে। লেন্সৰ পৰা লক্ষ্যবস্তুৰ দূৰত্ব 14cm। লেন্সখনে গঠন কৰা প্ৰতিবিম্বটো কেনেকুৱা হ'ব? লক্ষ্যবস্তুটো লেন্সখনৰ পৰা অধিক আঁতৰলৈ লৈ গ'লে কি হ'ব?

9.10 30cm ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ উত্তল লেন্স এখন 20cm ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ অৱতল লেন্স এখনৰ সংস্পৰ্শত ৰখা হৈছে। লেন্স প্ৰণালীটোৰ সমতুল্য ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য কিমান? সমতুল্য লেন্সখন উত্তল নে অৱতল? লেন্স দুখনৰ বেধ উপেক্ষা কৰা।

9.11 যৌগিক মাইক্ৰ'স্ক'প এটাৰ অভিলক্ষ্যৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 2.0cm আৰু অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 6.25cm; আৰু লেন্স দুখনৰ মাজৰ দূৰত্ব 15cm। মাইক্ৰ'স্ক'পটোৱে গঠন কৰা অন্তিম প্ৰতিবিম্বটো (a) স্পষ্ট দৃষ্টিৰ নিম্নতম দূৰত্বত (25cm) আৰু (b) অসীমত গঠন হ'বলৈ হ'লে লক্ষ্যবস্তুটো অভিলক্ষ্যৰ পৰা কিমান দূৰত্ব স্থাপন কৰিব লাগিব? দুয়ো ক্ষেত্ৰতে মাইক্ৰ'স্ক'পটোৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা কিমান?

9.12 স্বাভাৱিক নিকট বিন্দুৰ (25cm) দৃষ্টি থকা ব্যক্তি এগৰাকীয়ে মাইক্ৰ'স্ক'প এটাৰ অভিলক্ষ্যৰ পৰা 9.0mm নিলগত থোৱা লক্ষ্যবস্তু এটা স্পষ্টকৈ নিৰীক্ষণ কৰিবলৈ সক্ষম হয়। মাইক্ৰ'স্ক'পটোৰ অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য ক্ৰমে 8.0mm আৰু 2.5mm। লেন্স দুখনৰ মাজৰ দূৰত্ব কিমান? মাইক্ৰ'স্ক'পটোৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা গণনা কৰা।

9.13 সৰু টেলিস্ক'প এটাৰ অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য ক্ৰমে 144cm আৰু 6.0cm। টেলিস্ক'পটোৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা কিমান? অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ মাজৰ ব্যৱধান কিমান?

9.14 (a) মানমন্দিৰ এটাত থকা এটা বিশাল প্ৰতিসৰণ টেলিস্ক'পৰ অভিলক্ষ্যৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য হ'ল 15m। টেলিস্ক'পটোত যদি 1.0 Cm ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ অভিনেত্ৰ ব্যৱহাৰ কৰা হয় তেন্তে যন্ত্ৰটোৰ কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন কিমান হ'ব।

(b) এই টেলিস্ক'পটোৱে যদি চন্দ্ৰটো নিৰীক্ষণ কৰা হয় তেন্তে অভিলক্ষ্যই গঠন কৰা চন্দ্ৰৰ প্ৰতিবিম্বটোৰ ব্যাস কিমান হ'ব? চন্দ্ৰৰ ব্যাস হ'ল $\mathbf{3.48 \times 10^6\,m}$ আৰু চন্দ্ৰৰ কক্ষপথৰ ব্যাসাৰ্দ্ধ $\mathbf{3.8 \times 10^8\,m}$।

9.15 গোলাকাৰ দাপোণৰ সমীকৰণ ব্যৱহাৰ কৰি দেখুওৱা যে ঃ

(a) অৱতল দাপোণ এখনৰ পৰা f আৰু $2f$ দূৰত্বৰ মাজত থোৱা লক্ষ্যবস্তুৰ সৎ প্ৰতিবিম্ব এটা অসীম আৰু $2f$ দূৰত্বৰ মাজত গঠন হয়।

(b) উত্তল দাপোণ এখনৰ পৰা যিকোনো দূৰত্বত থোৱা লক্ষ্যবস্তুৰ প্ৰতিবিম্ব সদায় অসৎ হয়।

(c) উত্তল দাপোণ গঠন কৰা অসৎ প্ৰতিবিম্বটো সদায় দাপোণখনৰ ফ'কাছ আৰু মেৰুৰ মাজত গঠন হয়, আৰু প্ৰতিবিম্বৰ আকাৰ লক্ষ্যবস্তুতকৈ সৰু হয়।

(d) অৱতল দাপোণৰ মেৰু আৰু ফ'কাছৰ মাজত থকা লক্ষ্যবস্তুৰ প্ৰতিবিম্ব অসৎ আৰু পৰিবৰ্দ্ধিত হয়।

[মন কৰিবা ঃ এই অনুশীলনীৰে তুমি প্ৰতিবিম্বৰ সেই বৈশিষ্ট্যবোৰ গাণিতিকভাৱে সাব্যস্ত কৰিব পাৰিবা যিবোৰ সাধাৰণতে ৰশ্মি চিত্ৰ আঁকি প্ৰতিস্থা কৰা হয়।]

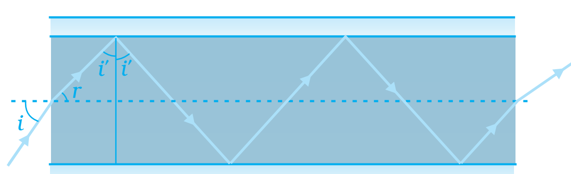
9.16 মেজৰ পৃষ্ঠত পুতি থোৱা সৰু গঁজাল এটা মেজৰ পৰা 50cm উলম্ব দূৰত্বৰ পৰা স্পষ্টকৈ দেখা যায়। যদি পৃষ্ঠৰ সমান্তৰালভাৱে গঁজালটোৰ ওপৰত 15cmবেধৰ স্বচ্ছ কাঁচৰ আয়তাকাৰ টুকুৰা এটা ধৰা হয় তেন্তে একেটা পৰ্য্যৱেক্ষণ বিন্দুৰ পৰা নিৰীক্ষণ কৰিলে গঁজালটো আপাতভাৱে কিমান ওপৰলৈ উঠি আহিব? কাঁচৰ প্ৰতিসৰাংক 1.5। প্ৰশ্নটোৰ উত্তৰ গঁজালৰ পৰা কাঁচৰ টুকুৰাটোৰ দূৰত্বৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰিব নেকি?

9.17 (a) (9.32) চিত্ৰত 'পোহৰৰ নলী' এডালৰ এক প্ৰস্থচ্ছেদ দেখুওৱা হৈছে। নলীডাল 1.68 প্ৰতিসৰাংকৰ কাঁচৰ আঁহেৰে প্ৰস্তুত। আঁহডালৰ বাহিৰ অংশ 1.44 প্ৰতিসৰাংকৰ এবিধ পদাৰ্থৰে আবৃত। চিত্ৰত দেখুওৱা দৰে যদি আপতিত ৰশ্মি এটা নলীৰ এমূৰত আপতিত হোৱাৰ পিচত তাৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটিবলগীয়া হয় তেন্তে আপতিত কোণৰ কি নিম্নতম আৰু উচ্চতম সীমাৰ ভিতৰত এনে প্ৰতিফলন ঘটিব পাৰে নিৰ্ণয় কৰা।

(b) নলীডাল বাহিৰ ফালেপদাৰ্থৰ আৱৰণ নাথাকিলে তোমাৰ উত্তৰ কি হ'লহেঁতেনে?

9.18 তলৰ প্ৰশ্নকেইটাৰ উত্তৰ দিয়া ঃ

(a) আমি জানো যে সমতল আৰু উত্তল দাপোণত লক্ষ্যবস্তুৰ অসৎ প্ৰতিবিম্ব গঠন হয়। এই দুই ধৰণৰ দাপোণে কেতিয়াবা সৎ প্ৰতিবিম্ব গঠন কৰে নেকি? ব্যাখ্যা কৰা।



9-32

(b) আমি সাধাৰণতে কওঁ যে অসৎ প্ৰতিবিম্ব পৰ্দাত পেলাব নোৱাৰি। সেয়ে হ'লেও আমি যেতিয়া অসৎ প্ৰতিবিম্ব এটা দেখো তাক আমি আমাৰ চকুৰ ৰেটিনাত (ৰেটিনাও এখন পৰ্দা) 'পেলাও'। এই দুটা মন্তব্যৰ মাজত বিৰোধ আছে নেকি?

(c) পানীৰ তলত থাকি ডুবাৰু এজনে পাৰত থিয় হৈ থকা মাছমৰীয়া এজনলৈ কোণীয়াকৈ চাই পঠিয়ালে। ডুবাৰুৰ বাবে মাছমৰীয়াৰ শৰীৰৰ উচ্চতা তেওঁৰ প্ৰকৃত উচ্চতাতকৈ কম নে বেছি যেন লাগিব?

(d) পানীপূৰ্ণ পাত্ৰ এটাৰ তলিখন উলম্ব দিশে নাচাই তীৰ্য্যক দিশত পৰ্যৱেক্ষণ কৰিলে তাৰ আপাত গভীৰতা উলম্ব দিশে কৰা পৰ্য্যৱেক্ষণৰ তুলনাত ভিন্ন যেন দেখা যাব নেকি? যদি তেনে হয়, এই আপাত গভীৰতা উলম্ব দিশৰ তুলনাত বেছি যেন লাগিব নে কম যেন লাগিব?

(e) সাধাৰণ কাঁচৰ তুলনাত হীৰাৰ প্ৰতিসৰাংক বহু বেছি। হীৰা কটা কাৰিকৰে হীৰাৰ এই বৈশিষ্ট্যটো তেওঁৰ কামৰ কৰবাত ব্যৱহাৰ কৰে নেকি?

9.19 কোঠা এটাৰ এখন বেৰত এটা সৰু বৈদ্যুতিক চাকি জ্বলি আছে। এখন বৃহৎ আকাৰৰ উত্তল লেন্স ব্যৱহাৰ কৰি চাকিটোৰ প্ৰতিবিম্ব 3cm আঁতৰত থকা বিপৰীত বেৰখনত স্পষ্টকৈ পেলাব লাগে। উত্তল লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য সৰ্বোচ্চ কিমান হ'ব পাৰে?

9.20 লক্ষ্যবস্তু এটাৰ পৰা 90cm আঁতৰত পৰ্দা এখন স্থাপন কৰা হ'ল। উত্তল লেন্স এখনৰ দুটা অৱস্থানৰ সহায়ত পৰ্দাত লক্ষ্যবস্তুটোৰ স্পষ্ট প্ৰতিবিম্ব পৰ্দাত পোৱা গ'ল। লেন্সৰ এই দুই অৱস্থানৰ মাজৰ ব্যৱধান 20cm। লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য নিৰ্ণয় কৰা।

9.21 (a) (9.10) অনুশীলনীত উল্লেখ কৰা লেন্স দুখনৰ মাজৰ ব্যৱধান যদি 8.0 cm হয় তেন্তে লেন্স প্ৰণালীটোৰ 'কাৰ্যকৰী ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য' নিৰ্ণয় কৰা। লেন্স দুখনৰ মুখ্য অক্ষ পৰস্পৰৰ সৈতে একে সৰলৰেখাত থাকে বুলি ধৰিবা। লেন্সযুগলৰ কোনটো প্ৰান্তত সমান্তৰাল ৰশ্মিপুঞ্জ এটা আপতিত হয় তাৰ ওপৰত তুমি পোৱা উত্তৰটো নিৰ্ভৰ কৰিব নেকি? কাৰ্যকৰী ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ ধাৰণাটো বাস্তৱ ক্ষেত্ৰত কিবা গুৰুত্ব আছে নেকি?

(b) ওপৰৰ (a) প্ৰশ্নটোত উল্লেখ কৰা লেন্স প্ৰণালীটোৰ উত্তল লেন্স থকা ফালটোৰ সন্মুখত 1.5 cm উচ্চতাৰ লক্ষ্যবস্তু এটা ৰখা হ'ল। লক্ষ্যবস্তু আৰু উত্তল লেন্সখনৰ মাজৰ ব্যৱধান 40 cm। লেন্স-প্ৰণালীটোৱে সৃষ্টি কৰা পৰিবৰ্দ্ধন আৰু লগতে প্ৰতিবিম্বৰ আকাৰ নিৰ্ণয় কৰা।

9.22 প্ৰিজম এটাৰ এখন পৃষ্ঠত পোহৰৰ ৰশ্মি এটা আপতিত হৈছে। প্ৰিজমটোৰ শীৰ্ষ কোণ 60^0 আৰু তাৰ পদাৰ্থৰ প্ৰতিসৰাংক 1.524। ৰশ্মিটো পৃষ্ঠখনত কি কোণত আপতিত হ'লে বিপৰীত পৃষ্ঠখনত ইয়াৰ আভ্যন্তৰীণ পূৰ্ণ প্ৰতিফলন ঘটিব?

9.23 ডাঠ কাগজ এটুকুৰাত $1mm^2$ কালিৰ কিছুমান বৰ্গ অঁকা হৈছে আৰু এই নক্সাটো বিবৰ্ধক কাঁচ(9cm ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ উত্তল লেন্স এখন) এখনেৰে পৰ্য্যৱেক্ষণ কৰা হৈছে। কাঁচখন চকুৰ নিচেই ওচৰত আৰু কাগজখনৰ পৰা 9cm দূৰত্ব ৰখা হৈছে।

(a) লেন্সখনে সৃষ্টি কৰা পৰিবৰ্দ্ধন কিমান? অসৎ প্ৰতিবিম্বত বৰ্গবোৰৰ প্ৰত্যেকৰে কালি কিমান হ'ব?

(b) লেন্সখনৰ কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন (পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা) কিমান?

(c) (a) প্ৰশ্নটোত লেন্সৰ পৰিবৰ্দ্ধন (b) প্ৰশ্নৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতাৰ সমান নেকি? ব্যাখ্যা কৰা।

9.24 (a) (9.23) অনুশীলনীত বৰ্গবোৰ আটাইতকৈ স্পষ্টকৈ আৰু সিহঁতক সৰ্বোচ্চ সম্ভৱপৰ পৰিবৰ্দ্ধনেৰে দেখিবলৈ হ'লে কাগজ টুকুৰাৰ পৰা লেন্সখন কিমান আঁতৰত থ'ব লাগিব?

(b) এই ক্ষেত্ৰত পৰিবৰ্দ্ধন কিমান?

(c) এই ক্ষেত্ৰত পৰিবৰ্দ্ধন আৰু পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা সমান নেকি? ব্যাখ্যা কৰা।

9.25 (9.24) অনুশীলনীত যদি একোটা বৰ্গৰ প্ৰতিবিম্বৰ $6.25mm^2$ ক্ষেত্ৰফল পাবলৈ কাগজ আৰু লেন্সৰ মাজৰ ব্যৱধান কিমান হ'ব লাগিব? বিবৰ্ধক কাঁচখন চকুৰ নিচেই ওচৰত ল'লে বৰ্গবোৰ স্পষ্টভাৱে দেখা যাব নেকি?

মন কৰিবা ঃ (9.23) আৰু (9.25) অনুশীলনী দুটাৰ দ্বাৰা তুমি পৰম আকাৰৰ পৰিবৰ্দ্ধন আৰু যন্ত্ৰ এটাৰ কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধনৰ (বা পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা) মাজৰ পাৰ্থক্যটো বুজাত তোমাৰ সুবিধা হ'ব।

9.26 তলৰ প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ দিয়া ঃ

(a) লক্ষ্যবস্তুই এটাই চকুত স্থাপন কৰা কোণটো আৰু বিৱৰ্ধক কাঁচে গঠন কৰা অসৎ প্ৰতিবিম্বই চকুত স্থাপন কৰা কোণটো পৰস্পৰ সমান। তেন্তে বিৱৰ্ধক কাঁচে কি অৰ্থত কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধনৰ সৃষ্টি কৰে?

(b) বিৱৰ্ধক কাঁচেৰে সূক্ষ্ম আকাৰৰ বস্তু নিৰীক্ষণ কৰোতে আমি সাধাৰণতে লেন্সখন চকুৰ নিচেই ওচৰত ধৰো। লেন্সৰ পৰা চকুটো দূৰলৈ আনিলে কৰিলে কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন সলনি হয় নেকি?

(c) সৰল মাইক্ৰ'স্ক'প এটাৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা লেন্সখনৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ ব্যস্তানুপাতিক। তেন্তে অধিকতকৈ অধিকতৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা পাবলৈ আমি অধিকতকৈ অধিকতৰ চুটি ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্যৰ উত্তল লেন্স ব্যৱহাৰ নকৰো কিয়?

(d)যৌগিক মাইক্ৰ'স্কপ এটাৰ অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰ উভয়ৰে ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য কিয় সৰু হ'ব লাগে?

(e) লক্ষ্যবস্তু এটা ভালদৰে দেখা পাবলৈ মাইক্ৰ'স্ক'প এটাৰ অভিনেত্ৰৰ পৰা কিছু আঁতৰলৈ চকুটো আনি বস্তুটো নিৰীক্ষণ কৰো, অভিনেত্ৰত ̄ একেবাৰে লগাই লৈ নহয়। কিয়? অভিনেত্ৰ আৰু চকুৰ মাজৰ সেই নূন্যতম ব্যৱধানটো কিমান হ'ব লাগে?

9.27 যৌগিক মাইক্ৰ'স্কপ এটাৰ সহায়ত $30x$ পৰিমাণৰ কৌণিক পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা পাব লাগে। যদি অভিলক্ষ্যৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 1.25 cm হয় আৰু অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য 5 cm হয় তেন্তে তুমি মাইক্ৰ'স্ক'পটো কিদৰে সাজিবা?

9.28 সৰু টেলিস্ক'প এটাৰ অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ ফ'কাছ দৈৰ্ঘ্য ক্ৰমে 140 cm আৰু 5.0cm।

(a) টেলিস্ক'পটো স্বাভাৱিক দৰ্শনৰ (normal adjustment) বাবে (স্বাভাৱিক দৰ্শনৰ অৰ্থ হ'ল প্ৰতিবিম্ব অসীমত) আৰু

(b) প্ৰতিবিম্বটো স্পষ্ট দৃষ্টিৰ নিম্নতম দূৰত্বত (25 cm) পাবলৈ হ'লে টেলিস্ক'পটোৰ পৰিবৰ্দ্ধন ক্ষমতা কিমান হ'ব লাগিব?

9.29 (a) [(9.28(a)] অনুশীলনীত বৰ্ণোৱা টেলিস্ক'পটোৰ বাবে অভিলক্ষ্য আৰু অভিনেত্ৰৰ মাজৰ ব্যৱধান কিমান হ'ব লাগিব?

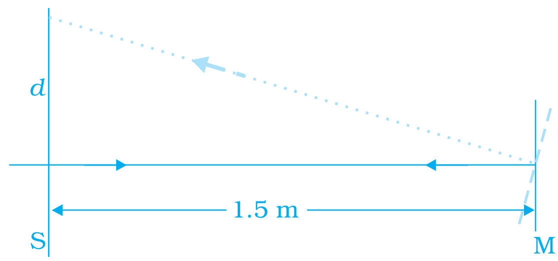
(b) যদি এই টেলিস্ক'পটোৰে 3km দূৰত অৱস্থিত 100cm উচ্চতাৰ স্তম্ভ এটা নিৰীক্ষণ কৰা হয় তেন্তে টেলিস্ক'পৰ অভিলক্ষ্য লেন্সে গঠন কৰা স্তম্ভটোৰ প্ৰতিবিম্বৰ উচ্চতা কিমান হ'ব?

(c) যদি স্তম্ভৰ অন্তিম প্ৰতিবিম্বটো চকুৰ পৰা 25cm দূৰত্বত গঠন হয় তেন্তে প্ৰতিবিম্বটোৰ উচ্চতা কিমান হ'ব?

9.30 (9.30) চিত্ৰত দেখুওৱাৰ দৰে কাছেগ্ৰেইন টেলিস্ক'প এটাত দুখন দাপোণ ব্যৱহাৰ কৰা হৈছে। দাপোণ দুখনৰ মাজৰ ব্যৱধান 20mm ।যদি ডাঙৰ দাপোণখন আৰু সৰু দাপোণখনৰ ভাঁজ ব্যাসাৰ্দ্ধ ক্ৰমে 220mmআৰু 140mm হয় তেন্তে অসীমত থকা লক্ষ্যবস্তু এটাৰ অন্তিম প্ৰতিবিম্বটো ক'ত গঠন হ'ব?

9.31 (9.33) চিত্ৰত দেখুওৱাৰ দৰে গেলভেন'মিটাৰ এটাৰ সৈতে সংলগ্ন সমতল দাপোণ এখনত পোহৰ লম্বভাৱে আপতিত হয় আৰু ৰশ্মিটোৱে পুনৰ অহা বাটে প্ৰতিফলিত হৈ উভতি যায়। গেল'ভেল মিটাৰটোৰে প্ৰৱাহিত বিদ্যুতৰ বাবে গেলভেন' মিটাৰৰ কুণ্ডলীটোৰ বিক্ষেপণ ঘটে। ইয়াৰ ফলত দাপোণত

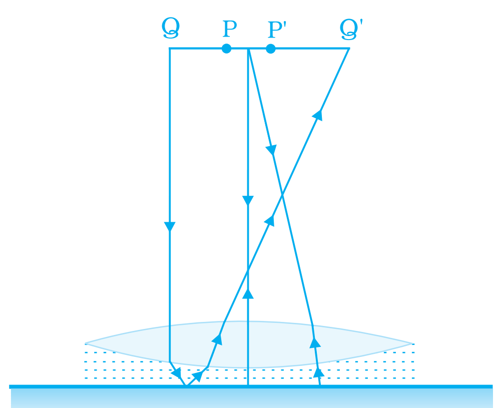
হোৱা বিক্ষেপণটো হ'ল 3.5^0 । দাপোণৰ পৰা 1.5m আঁতৰত থোৱা পৰ্দ্দা এখনত যদি প্ৰতিফলিত ৰশ্মিটো



চিত্ৰ 9-33

পৰে তেন্তে দাপোণৰ বিক্ষেপণৰ বাবে পৰ্দ্দাৰে ৰশ্মিটোৰ বিচ্যুতি কিমান হ'ব ?

9.32 সমতল দাপোণ এখনৰ ওপৰ পৃষ্ঠত এবিধ স্বচ্ছ তৰল ৰখা হৈছে; আৰু তৰলৰ ওপৰত 1.50 প্ৰতিসৰাংকৰ দ্বি-উত্তল লেন্স এখন স্থাপন কৰা হৈছে। চিত্ৰ (9.34)। বেজী এটাৰ জোঙা অক্ষটো লেন্সৰ মুখ্য অক্ষক চুই থকাকৈ ধৰা হৈছে। জোঙা অংশটোক উলম্ব দিশে অনা নিয়া কৰি এনে এটা স্থান পোৱা গ'ল য'ত বেজীৰ জোঙটোৰ এটা সৎ আৰু ওলোটা প্ৰতিবিম্ব জোঙটোৰ সৈতে একে স্থানতে মিলিত হয়। সেই অৱস্থাত লেন্সৰ পৰা বেজীৰ উচ্চতা 45.0Cm পোৱা গ'ল। এইবাৰ তৰলখিনি আঁতৰাই পৰীক্ষাটো পুনৰ কৰা হ'ল। এইবাৰ পোৱা উচ্চতাটো হ'ল 30.Cm। তৰলবিধৰ প্ৰতিসৰাংক কিমান ?



চিত্ৰ 9-34