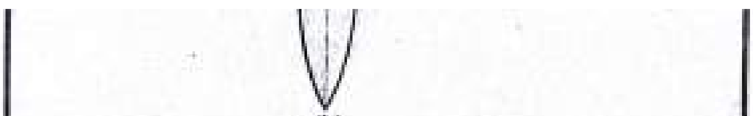


(b)

চিত্র 9.34 (b): উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্বের বাইরে রাখা একটি বস্তু

X'Y' হলো প্রতিবিম্ব।
প্রতিবিম্বের অবস্থান: ফোকাস দূরত্বের দ্বিগুণ দূরত্বের বাইরে।

অতিরিক্ত গাণিতিক প্রশ্নোত্তর

Type-1

(প্রতিসরণাঙ্ক)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $n = \frac{c}{v}$	n = প্রতিসরণাঙ্ক	একক নেই
	c = শূন্য স্থানে আলোর বেগ v = কোনো মাধ্যমে আলোর বেগ	মিটার/ সেকেন্ড (ms^{-1})

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য:
- শূন্যস্থানে আলোর বেগ, $c = 2.99\times10^8\ ms^{-1}$ অথবা $3\times10^8\ ms^{-1}$
- শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ সর্বোচ্চ।
- শূন্য মাধ্যম ব্যতীত অন্য যে কোন মাধ্যমে আলোর বেগ কমে যায়।
- একটি মাধ্যমে আলোর বেগ কতগুণ কমে যায় সেটাই হচ্ছে এই মাধ্যমটার প্রতিসরণাঙ্ক।
- শূন্য ও বায়ু মাধ্যম ব্যতীত অন্য যে কোন মাধ্যমে প্রতিসরণাঙ্কের (n) মান 1 থেকে বেশী।

⚠ Alert:
- n কোন একক নেই।
- ভিন্ন ভিন্ন মাধ্যমে আলোর বেগ সব সময় একই এককে নিতে হবে।

☑ Example:

প্রশ্ন-৬। পানিতে আলোর বেগ হচ্ছে 2.26×10^8 m/s। পানির প্রতিসরণাঙ্ক বের কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$n = \frac{c}{v}$

$= \frac{2.99\times10^8}{2.26\times10^8}$

$= 1.33$

এখানে,
শূন্যস্থানের আলোর বেগ, $c = 2.99\times10^8\ ms^{-1}$
পানিতে আলোর বেগ, $v = 2.26\times10^8\ ms^{-1}$
পানির প্রতিসরণাঙ্ক, n = ?

অতএব, **পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33 [Ans.]**

প্রশ্ন-৭। ফাইবার অপটিক ক্যাবলের কাঁচের অন্তর প্রতিসরণাঙ্ক 1.5। ফাইবারের ভেতর দিয়ে আলোর বেগ কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$n = \frac{c}{v}$

বা, $v = \frac{c}{n}$

বা, $v = \frac{3\times10^8}{1.5}$

$\therefore v = 2.00\times10^8\ ms^{-1}$

এখানে,
শূন্যস্থানে আলোর বেগ, $c = 3\times10^8\ ms^{-1}$
কাঁচের অন্তর প্রতিসরণাঙ্ক, n = 1.5
ফাইবারের ভেতর দিয়ে আলোর বেগ, v = ?

অতএব, **ফাইবারের ভেতর দিয়ে আলোর বেগ $2.00\times10^8 ms^{-1}$ [Ans.]**

প্রশ্ন-৮। ভিন্ন ভিন্ন মাধ্যমে আলোর প্রতিসরণাঙ্ক

শূন্য মাধ্যম	1
বাতাস	1.00029
পানি	1.33
সাধারণ কাঁচ	1.52
হীরা	2.42

টেবিলে দেখানো মাধ্যমগুলোতে আলোর বেগ বের করো।

সমাধান:

কোনো মাধ্যমে আলোর বেগ, $v = \frac{c}{n}$

শূন্য মাধ্যমে, $v = 3\times10^8/1.00 = 3\times10^8\ ms^{-1}$

বাতাসে, $v = 3\times10^8/1.00029 = 3\times10^8\ ms^{-1}$

পানিতে, $v = 3\times10^8/1.33 = 2.26\times10^8\ ms^{-1}$

সাধারণ কাঁচে, $v = 3\times10^8/1.52 = 2\times10^8\ ms^{-1}$

হীরাতে, $v = 3\times10^8/2.42 = 1.24\times10^8\ ms^{-1}$

✍ Practice Problem:

প্রশ্ন-৯। একটি অজানা মাধ্যমে আলোর বেগ **$2.76\times10^8\ ms^{-1}$** । মাধ্য প্রতিসরণাঙ্ক কত? [উত্তর : 1.0

প্রশ্ন-১০। ফাইবার অপটিক ক্যাবলের কাঁচের অন্তর প্রতিসরণাঙ্ক 1. কক্সবাজার থেকে খুলনায় আলোক সংকেত রূপে তথ্য পাঠাতে কত স লাগবে? (স্থান দুটির দূরত্ব **500 km**) **[উত্তর: 0.0025 সে**

Type-2

(আপেক্ষিক প্রতিসরণাঙ্ক)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
প্রথম মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক = n_1 দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক = n_2 দ্বিতীয় মাধ্যমের সাপেক্ষে প্রথম মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক = $\frac{n_1}{n_2}$ যার প্রতিসরণাঙ্ক বের করতে হবে সে উপরে → n_1 n_2 ← যার সাপেক্ষে সে নিচে	n = প্রতিসরণাঙ্ক	একক নে

☺ লক্ষ কর:
- পুরাতন সংস্করণের বইয়ে আপেক্ষিক প্রতিসরণাঙ্কের সূত্রটি অন্যভাবে দেয়া আছে। যেমন– a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক = $_an_b$
- নতুন সংস্করণের বইয়ে a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক = $\frac{n_b}{n_a}$
- **সুতরাং, কখনও যদি $_an_b$ দেওয়া থাকে তখন ভয় না পেয়ে $_an_b = \frac{n_b}{n_a}$ বসিয়ে দিয়ে অংক করা শুরু করবে।**

⚠ Alert: যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বের করতে চাইছ সেটিকে যার তুলনায় বের করতে চাইছ সেই প্রতিসরণাঙ্ক দিয়ে ভাগ দিতে হবে।

Example:

প্রশ্ন-১১ a ও b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.52 ও 1.44 হলে a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,
a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক $= \frac{n_b}{n_a}$
$= \frac{1.44}{1.52}$
$= 0.95$
$\therefore \frac{n_b}{n_a} = 0.95$

এখানে,
a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_a = 1.52$
b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_b = 1.44$
a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_b}{n_a} = ?$

সুতরাং a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক **0.95। [Ans.]**

প্রশ্ন-১২ বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.52 হলে কাচ সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক কত?

সমাধান:
ধরি, কাচ সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক $\frac{n_a}{n_g}$
আমরা জানি,
$\frac{n_a}{n_g} = \frac{1}{\frac{n_g}{n_a}}$
$= \frac{1}{1.52}$
$\therefore \frac{n_a}{n_g} = 0.6579$

দেওয়া আছে,
বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_g}{n_a} = 1.52$

সুতরাং কাচ সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক 0.6579। [Ans.]

প্রশ্ন-১৩ A ও B মাধ্যমে আলোর বেগ যথাক্রমে 2.04×10^8 ms^{-1} এবং 1.87×10^8 ms^{-1} হলে A মাধ্যমের সাপেক্ষে B মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বের কর।

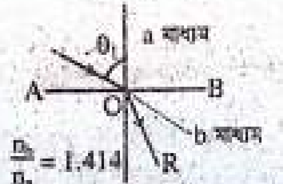
সমাধান:
আমরা জানি,
প্রতিসরণাঙ্ক, $n = \frac{c}{v}$
A মাধ্যমে আলোর বেগ v_A ও B মাধ্যমে আলোর বেগ v_B হলে।
A মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_A = \frac{c}{v_A}$
B মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_B = \frac{c}{v_B}$

আবার,
A মাধ্যমের সাপেক্ষে B মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_B}{n_A} = \frac{\frac{c}{v_B}}{\frac{c}{v_A}}$
$= \frac{v_A}{v_B}$
$= \frac{2.04 \times 10^8}{1.87 \times 10^8}$
$= 1.09$

এখানে,
A মাধ্যমে আলোর বেগ, $v_A = 2.04 \times 10^8$ ms^{-1}
B মাধ্যমে আলোর বেগ, $v_B = 1.87 \times 10^8$ ms^{-1}
A মাধ্যমের সাপেক্ষে B মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_B}{n_A} = ?$

অতএব, **A মাধ্যমের সাপেক্ষে B মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক 1.09 [Ans.]**

প্রশ্ন-১৪



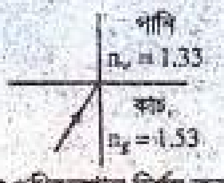
b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কত?

সমাধান:
আমরা জানি, $\frac{n_a}{n_b} = \frac{1}{\frac{n_b}{n_a}}$
$= \frac{1}{1.414}$
$= 0.707$

চিত্রের তথ্যের আলোকে আমরা পাই,
a মাধ্যম সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_b}{n_a} = 1.414$
b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_a}{n_b} = ?$

অতএব, **b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক 0.707 [Ans.]**

প্রশ্ন-১৫



পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,
পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক,
$\frac{n_g}{n_w} = \frac{1.53}{1.33}$
$= 1.15$

চিত্রের আলোকে আমরা পাই,
পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $n_w = 1.33$
কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_g = 1.53$
পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_g}{n_w} = ?$

অতএব, **পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.15। [Ans.]**

✎ Practice Problem:

প্রশ্ন-১৬ পানির সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক 0.75 হলে পানিতে আলোর বেগ কত? [উত্তর: 2.25×10^8 ms^{-1}]

প্রশ্ন-১৭ a ও b মাধ্যমে আলোর বেগ যথাক্রমে 3×10^8 ms^{-1} ও 2×10^8 ms^{-1} হলে b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কত? [উত্তর: 1.67]

প্রশ্ন-১৮ বেনজিনের আলোর বেগ 2×10^8 ms^{-1} হলে কেরোসিনের আলোর বেগ নির্ণয় কর। বেনজিনের সাপেক্ষে কেরোসিনের প্রতিসরণাঙ্ক 0.96। [উত্তর: 2.08×10^8 ms^{-1}]

প্রশ্ন-১৯ A মাধ্যম সাপেক্ষে B মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক 1.09। A মাধ্যমে আলোর বেগ 2.26×10^8 ms^{-1} হলে B মাধ্যমের আলোর বেগ কত? [উত্তর: 2.07×10^8 ms^{-1}]

প্রশ্ন-২০ বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33 বায়ুতে আলোর বেগ 3×10^8 ms^{-1} হলে পানিতে আলোর বেগ কত? [উত্তর: 2.26×10^8 ms^{-1}]

Type-3
(প্রতিসরণের সূত্র সংক্রান্ত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$	n_1 = প্রথম মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক n_2 = দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক	একক নেই
	θ_1 = আপতন কোণ	ডিগ্রি (°)
	θ_2 = প্রতিসরণ কোণ	

Alert: আলোকরশ্মি প্রথম মাধ্যম থেকে দ্বিতীয় মাধ্যমে গেলে প্রথম মাধ্যমের কোণটি আপতন কোণ এবং দ্বিতীয় মাধ্যমের কোণটি প্রতিসরণ কোণ হবে।

Example:

প্রশ্ন-২১। পানির সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান:
পানিকে প্রথম মাধ্যম (n_1) এবং বায়ুকে দ্বিতীয় মাধ্যম(n_2) ধরলে পানি সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক হবে $\frac{n_2}{n_1}$

আমরা জানি,

$n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$

বা, $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$

$= \frac{\sin30°}{\sin90°}$

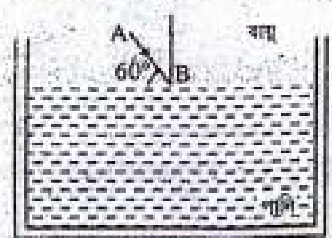
$= \frac{0.5}{1}$

$\therefore \frac{n_2}{n_1} = 0.5$

এখানে,
আপতন কোণ, $\theta_1 = 30°$
প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = 90°$

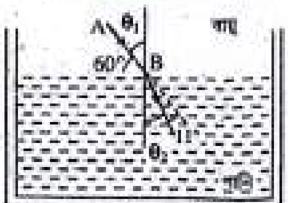
সুতরাং পানি সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক 0.5। [Ans.]

প্রশ্ন-২২।



AB আলোকরশ্মি পানিতে প্রবেশ করার পর 11° কোণে দিক পরিবর্তন করলে বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান:



বায়ুকে প্রথম মাধ্যম (n_1) এবং পানিকে দ্বিতীয় মাধ্যম (n_2) ধরলে বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক হবে $\frac{n_2}{n_1}$।

আমরা জানি,

$n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$

বা, $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$

$= \frac{\sin30°}{\sin19°}$

$\therefore \frac{n_2}{n_1} = 1.54$

এখানে,
আপতন কোণ, $\theta_1 = 90° - 60°$
$= 30°$
প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = (30° - 11°)$
$= 19°$
বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_2}{n_1} = ?$

অতএব, বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.54। [Ans.]

প্রশ্ন-২৩। বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33। বায়ু মাধ্যমে আপতন কোণ 30° হলে প্রতিসরণ কোণ নির্ণয় কর।

সমাধান:
বায়ুকে প্রথম মাধ্যম (n_1) এবং পানিকে দ্বিতীয় মাধ্যম (n_2) ধরলে বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক হবে $\frac{n_2}{n_1}$।

আমরা জানি,

$n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$

বা, $\frac{n_1}{n_2} \times \sin\theta_1 = \sin\theta_2$

বা, $\sin\theta_2 = \frac{\sin\theta_1}{\frac{n_2}{n_1}}$

বা, $\sin\theta_2 = \frac{\sin30°}{1.33}$

বা, $\sin\theta_2 = \frac{0.50}{1.33}$

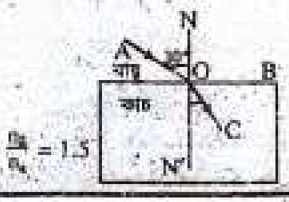
$\therefore \theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{0.50}{1.33}\right)$

$= 22.08°$

এখানে,
বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_2}{n_1} = 1.33$
বায়ু মাধ্যমে আপতন কোণ, $\theta_1 = 30°$
প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = ?$

অতএব, প্রতিসরণ কোণ 22.08°। [Ans.]

প্রশ্ন-২৪। চিত্রে ∠CON' এর মান কত?



সমাধান:
ধরি, ∠CON' এর মান θ_2
আমরা জানি,

$n_a\sin\theta_1 = n_g\sin\theta_2$

বা, $\sin\theta_2 = \frac{n_a}{n_g} \times \sin\theta_1$

বা, $\sin\theta_2 = \frac{\sin\theta_1}{\frac{n_g}{n_a}}$

বা, $\sin\theta_2 = \frac{\sin 30°}{1.5}$

বা, $\sin\theta_2 = \frac{0.5}{1.5}$

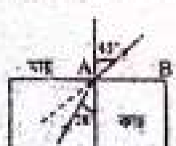
বা, $\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{0.5}{1.5}\right)$

$= 19.47°$ (প্রায়)।

এখানে,
$\frac{n_g}{n_a} = 1.5$
আপতন কোণ, $\theta_1 = 30°$
প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = ∠CON' = ?$

সুতরাং ∠CON' এর মান 19.47° (প্রায়)। [Ans.]

প্রশ্ন-২৫।



কাচ মাধ্যমে আলোর বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান:

ধরি, কাচ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক $= n_1$, বায়ু মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক $= n_2$ এবং কাচ মাধ্যমে আলোর বেগ $= v$।

আমরা জানি,

$n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$

বা, $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$

বা, $\frac{1}{n_1} = \frac{\sin28°}{\sin45°}$

বা, $n_1 = \frac{\sin45°}{\sin28°}$

বা, $\frac{c}{v} = \frac{\sin45°}{\sin28°}$

বা, $v = \frac{c \times \sin28°}{\sin45°}$

বা, $v = \frac{3 \times 10^8 \times \sin28°}{\sin45°}$

$\therefore v = 1.99 \times 10^8\ ms^{-1}$

এখানে,
আপতন কোণ, $\theta_1 = 28°$
প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = 45°$
বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক, $n_2 = 1$
বায়ুতে আলোর বেগ, $c = 3\times10^8\ ms^{-1}$
কাচ মাধ্যমে আলোর বেগ, $v = ?$

সুতরাং কাচ মাধ্যমে আলোর বেগ $\mathbf{1.99 \times 10^8\ ms^{-1}}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৬। a মাধ্যম থেকে একটি আলোকরশ্মি 45° কোণে আপতিত হয়ে b মাধ্যমে 30° কোণে প্রতিসরিত হয়। a মাধ্যমে আলোর বেগ $2.88 \times 10^8\ ms^{-1}$ হলে b মাধ্যমে আলোর বেগ কত?

সমাধান:

a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক n_1 এবং b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক n_2 হলে,
ধরি, b মাধ্যমে আলোর বেগ v_b।
আমরা জানি,

$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$

বা, $\frac{c}{v_a}\sin\theta_1 = \frac{c}{v_b}\sin\theta_2$

বা, $\frac{v_a}{v_b} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$

বা, $v_b = \frac{v_a \times \sin\theta_2}{\sin\theta_1}$

$= \frac{2.88 \times 10^8 \times \sin30°}{\sin 45°}$

$= \frac{2.88 \times 10^8 \times 0.5}{0.707}$

$= 2.03 \times 10^8\ ms^{-1}$

এখানে,
a মাধ্যমে আলোর বেগ, $v_a = 2.88\times10^8\ ms^{-1}$
আপতন কোণ, $\theta_1 = 45°$
প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = 30°$

সুতরাং b মাধ্যমে আলোর বেগ $\mathbf{2.03 \times 10^8\ ms^{-1}}$। **[Ans.]**

Practice Problem:

প্রশ্ন-২৭। বায়ুসাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.52 এবং বায়ু মাধ্যমে আপতন কোণ 40° হলে কাচে প্রতিসরণ কোণ কত? [উত্তর: 25°]

প্রশ্ন-২৮। বায়ু থেকে পানিতে আলোকরশ্মি প্রবেশের সময় 70° কোণে আপতিত হলে 45° কোণে প্রতিসরিত হয়। বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক কত? [উত্তর: 1.33]

Type-4

(সংকট কোণ ও পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$\sin\theta_c = \frac{n_1}{n_2}$ (সংকট কোণ যে মাধ্যমে (ঘন) হবে সে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক)	θ_c = সংকট কোণ	ডিগ্রী (°)
	n_1 = হালকা মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক	একক নেই
	n_2 = ঘন মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক	

⚠ Alert: সংকট কোণ সব সময় ঘন মাধ্যমে হবে।

Example:

প্রশ্ন-২৯। বায়ুর সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.5 এবং বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33 হলে পানির সাপেক্ষে কাচের ক্রান্তিকোণ কত?

সমাধান:

ধরি, বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক n_a, কাচের প্রতিসরণাঙ্ক n_g এবং পানির প্রতিসরণাঙ্ক n_w।

এখানে, বায়ুর সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_g}{n_a} = 1.5$.........(i)

আবার, বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_w}{n_a} = 1.33$ ....(ii)

(i) কে (ii) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,

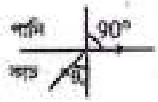
$\frac{\frac{n_g}{n_a}}{\frac{n_w}{n_a}} = \frac{1.5}{1.33}$

বা, $\frac{n_g}{n_a} \times \frac{n_a}{n_w} = \frac{1.5}{1.33}$

$\therefore \frac{n_g}{n_w} = 1.1278$

অতএব, পানির সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_g}{n_w} = 1.1278$

যেহেতু $n_g > n_w$ সেহেতু কাঁচ অপেক্ষাকৃত ঘন মাধ্যম। অর্থাৎ, সংকট কোণ কাঁচ মাধ্যমে হবে।



আমরা জানি,

$\sin\theta_c = \frac{n_w}{n_g}$

বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{\frac{n_g}{n_w}}$

বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{1.1278}$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.1278}\right)$

$\therefore \theta_c = 62.46°$

অতএব, পানির সাপেক্ষে কাচের ক্রান্তিকোণ **62.46°**। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩০। কাচ ও পানির প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.5 ও 1.33 হলে কাচ ও পানির মধ্যকার সংকট কোণ কত?

সমাধান:

যেহেতু $n_g > n_w$ সেহেতু কাঁচ অপেক্ষাকৃত ঘন মাধ্যম, অর্থাৎ সংকট কোণ কাঁচ মাধ্যমে হবে।

আমরা জানি,

$\sin\theta_c = \frac{n_w}{n_g}$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{n_w}{n_g}\right)$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1.33}{1.5}\right)$

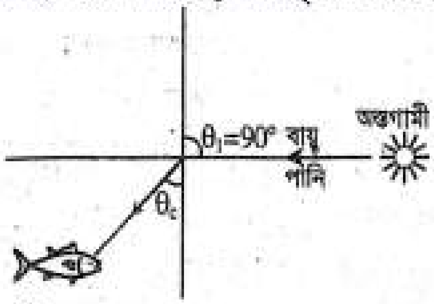
$\therefore \theta_c = 62.46°$ (প্রায়)

এখানে,
কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_g = 1.5$
পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $n_w = 1.33$
কাঁচ ও পানির মধ্যকার সংকট কোণ, $\theta_c = ?$

সুতরাং কাচ ও পানির মধ্যকার সংকট কোণ **62.46° (প্রায়)**। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩১ অস্তগামী সূর্য দেখার জন্য পানি হতে একটি মাছকে কোন দিকে দৃষ্টিপাত করতে হবে? [পানির প্রতিসরণাঙ্ক-1.33]

সমাধান:
সূর্য হতে আলোক রশ্মিটি মোটামুটি 90° কোণে পানির উপরিতলের উপর আপতিত হয়ে মাছের চোখে পড়লেই মাছ সূর্যকে দেখতে পারবে। ধরি, মাছকে উল্লম্ব রেখার সাথে θ_c কোণে দৃষ্টিপাত করতে হবে।



ধরি, বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক n_1

আমরা জানি,

$$\sin\theta_c = \frac{n_1}{n_w}$$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{n_1}{n_w}\right)$

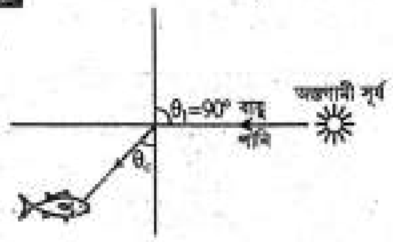
বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.33}\right)$

$\therefore \theta_c = 48.75°$

এখানে,
পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $n_w = 1.33$
বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক, $n_1 = 1$

অতএব, মাছকে উল্লম্ব রেখার সাথে **48.75° কোণে তাকাতে হবে। [Ans.]**

বিকল্প সমাধান:



আমরা জানি,

$$n_1\sin\theta_1 = n_w\sin\theta_c$$

বা, $\sin\theta_c = \frac{n_1}{n_w} \times \sin\theta_1$

বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{1.33} \times \sin 90°$

বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{1.33}$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.33}\right)$

$\theta_c = 48.75°$

এখানে,
পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $n_w = 1.33$
বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক, $n_1 = 1$
আপতন কোণ, $\theta_1 = 90°$
প্রতিসরণ কোণ, $\theta_c = ?$

অতএব, মাছকে উল্লম্ব রেখার সাথে 48.75° কোণে তাকাতে হবে। [Ans.]

প্রশ্ন-৩২ a মাধ্যম থেকে আলোকরশ্মি 60° আপতন কোণে b মাধ্যমে প্রতিসরিত হওয়ার সময় বিভেদতল ঘেঁষে যায়। b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কত?

সমাধান:

ধরি, a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক n_a এবং b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক n_b।

অতএব, b মাধ্যমের সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক হবে $= \frac{n_a}{n_b}$

আমরা জানি,

$$n_a\sin\theta_1 = n_b\sin\theta_2$$

বা, $\frac{n_a}{n_b} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$

বা, $\frac{n_a}{n_b} = \frac{\sin 90°}{\sin 60°}$

$\therefore \frac{n_a}{n_b} = 1.15$

এখানে,
আপতন কোণ, $\theta_1 = 60°$
প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = 90°$
b মাধ্যমের সাপেক্ষে
a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_a}{n_b} = ?$

অতএব, b মাধ্যমের সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, **1.15। [Ans.]**

প্রশ্ন-৩৩ কেরোসিন থেকে আলোকরশ্মি 36° কোণে আপতিত হয়ে বায়ুতে 40° কোণে প্রতিসরিত হয়। সংকট কোণ কত?

সমাধান:
ধরি, কেরোসিনের প্রতিসরণাঙ্ক n_k এবং বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক n_a।
আমরা জানি,

$$n_k \sin\theta_1 = n_a \sin\theta_2$$

বা, $\frac{n_k}{n_a} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$

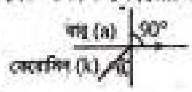
$= \frac{\sin 40°}{\sin 36°}$

$= \frac{0.6428}{0.5878}$

$= 1.0935$

এখানে,
কেরোসিনে আপতন কোণ, $\theta_1 = 36°$
বায়ুতে প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = 40°$
সংকট কোণ, $\theta_c = ?$

যেহেতু $n_k > n_a$ সেহেতু কেরোসিন ঘন মাধ্যম।
অর্থাৎ সংকট কোণ কেরোসিন মাধ্যমে হবে।



আবার,

$$\sin\theta_c = \frac{n_a}{n_k}$$

বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{\frac{n_k}{n_a}}$

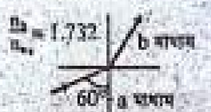
বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{1.0935}$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.0935}\right)$

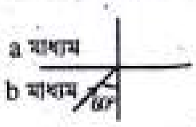
$\therefore \theta_c = 66.13°$

অতএব, **নির্ণেয় সংকট কোণ 66.13°। [Ans.]**

প্রশ্ন-৩৪ a ও b মধ্যমদ্বয়ের পারস্পরিক পরিবর্তন ঘটলেও যদি আপতিত রশ্মি একই অভিমুখে পতিত হয় তবে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে কী?



সমাধান:
a ও b মাধ্যমদ্বয়ের পারস্পরিক পরিবর্তন ঘটলে আলোকরশ্মি b মাধ্যমে 60° কোণে আপতিত হবে।



আমরা জানি,

$$n_b\sin\theta_1 = n_a\sin\theta_2$$

বা, $\sin\theta_2 = \frac{n_b}{n_a} \times \sin\theta_1$

বা, $\sin\theta_2 = 1.732 \times \sin 60°$

বা, $\sin\theta_2 = 1.5$

$\therefore \theta_2 = \sin^{-1}(1.5)$

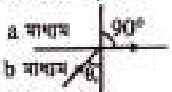
এখানে,
আপতন কোণ, $\theta_1 = 60°$
প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = ?$
a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের
প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_b}{n_a} = 1.732$

কিন্তু θ_2 এর কোনো বাস্তব মান পাওয়া সম্ভব নয়, যেহেতু $\sin\theta$ এর মান 1 অপেক্ষা বেশি হতে পারে না।

∴ প্রতিসরণ কোণ পাওয়া যাবে না অর্থাৎ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে। **[Ans.]**

বিকল্প নিয়ম:

a ও b মাধ্যমদ্বয়ের পারস্পরিক পরিবর্তন ঘটলে আলোক রশ্মি b মাধ্যমে আপতিত হয়ে a মাধ্যমে প্রতিসরিত হবে।



ধরি, a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের সংকট কোণ θ_c

আমরা জানি,

$\sin\theta_c = \frac{n_a}{n_b}$

বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{\frac{n_b}{n_a}}$

বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{1.732}$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.732}\right)$

$\theta_c = 35.27°$ **[Ans.]**

এখানে,
a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $\frac{n_b}{n_a} = 1.732$

যেহেতু আপতন (60°) কোণ, ক্রান্তি কোণ (35.27°) অপেক্ষা বড়, তাই পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে। [Ans.]

Practice Problem:

প্রশ্ন-৩৫। বায়ুর সাপেক্ষে কোনো মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ 30° হলে ঐ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কত? [উত্তর: 2]

প্রশ্ন-৩৬। বায়ুর সাপেক্ষে কোনো মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ 45° হলে ঐ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কত? [উত্তর: 1.41]

Type-5

(লেন্সের ক্ষমতা নির্ণয়)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$P = \frac{1}{f}$	P = লেন্সের ক্ষমতা	ডায়াপ্টার (D)
	f = ফোকাস দূরত্ব	মিটার (m)

⚠ Alert:

- লেন্সের ক্ষমতা ডায়াপ্টার (D) এবং ফোকাস দূরত্ব মিটার (m) এককে নিতে হবে।
- উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে ফোকাস দূরত্ব ও ক্ষমতা উভয়ই ধনাত্মক এবং অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে উভয়ই ঋণাত্মক হবে।

Example:

প্রশ্ন-৩৭। নাহিদের দাদুর ব্যবহৃত চশমার ক্ষমতা + 2.25D। ব্যবহৃত চশমার ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:

ধরি, চশমার ফোকাস দূরত্ব f

আমরা জানি,

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

বা, $f = \frac{1}{P}$

$= \frac{1}{2.25\text{ D}}$

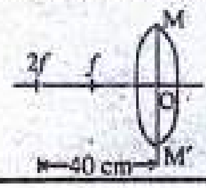
$= 0.44$ m

$= 44$ cm

এখানে,
চশমার ক্ষমতা, P = + 2.25 D

সুতরাং, দাদুর চশমার ফোকাস দূরত্ব 44 cm। [Ans.]

প্রশ্ন-৩৮। চিত্রের লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।



সমাধান:

ধরি, লেন্সটির ক্ষমতা P

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

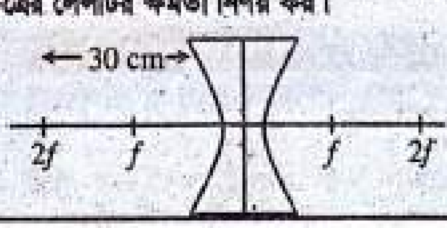
$= \frac{1}{0.2\text{ m}}$

$= +5$ D

এখানে,
লেন্সটির দ্বিগুণ ফোকাস দূরত্ব, $2f = 40$ cm
∴ ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{40}{2}$ cm
$= 20$ cm
$= 0.2$ m

সুতরাং, লেন্সটির ক্ষমতা + 5 D। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩৯। চিত্রের লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।



সমাধান:

ধরি, লেন্সটির ক্ষমতা P

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

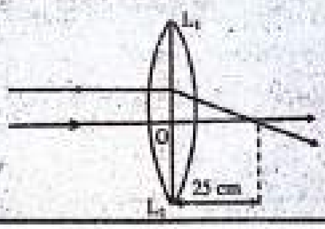
$= \frac{1}{-0.15\text{ m}}$

$= -6.67$ D

এখানে,
দ্বিগুণ ফোকাস দূরত্ব, $2f = 30$ cm
∴ ফোকাস দূরত্ব, $f = 15$ cm
অবতল লেন্স বলে ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক হবে,
অতএব, $f = -15$ cm
$= -0.15$ m

সুতরাং, লেন্সটির ক্ষমতা – 6.67 D। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪০। লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।



সমাধান:

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

$= \frac{1}{0.25\text{ m}}$

$= +4$ D

চিত্রানুযায়ী,
লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 25$ cm
$= 0.25$ m
লেন্সের ক্ষমতা, P = ?

∴ উত্তল লেন্সের ক্ষমতা + 4 D। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪১। একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্বের দ্বিগুণ দূরত্ব 30 cm দূরে বস্তুর একটি প্রতিবিম্ব গঠিত হল। লেন্সটির ক্ষমতা কত?

সমাধান:

বস্তুর প্রতিবিম্ব প্রধান ফোকাসের দ্বিগুণ দূরত্বে গঠিত হয়েছে।

এখানে, লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{2u}{2}$

$= \frac{30}{2}$ cm

$= 15$ cm

$= 0.15$ m

ধরি, লেন্সটির ক্ষমতা, P।

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

$= \frac{1}{0.15 \text{ m}}$

$\therefore P = 6.67 \text{ D}$

সুতরাং লেন্সটির ক্ষমতা 6.67 D। [Ans.]

Practice Problem:

প্রশ্ন-৪২। শাকিল একটি বস্তুর বিম্ব গঠন করার জন্য 20 cm ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স ব্যবহার করল। লেন্সটির ক্ষমতা কত? [উত্তর: 5D]

প্রশ্ন-৪৩। রঞ্জন চোখের সমস্যা নিয়ে ডাক্তারের কাছে গেলে ডাক্তার তাকে 5 cm ফোকাস দূরত্বে একটি অবতল লেন্সের চশমা ব্যবহার করতে বললেন। রঞ্জনের ব্যবহৃত চশমার ক্ষমতা কত? [উত্তর: – 20 D]

প্রশ্ন-৪৪। 50 cm ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট অবতল লেন্সের ক্ষমতা নির্ণয় কর। [উত্তর: – 2D]

Type-6

(লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব ও প্রতিবিম্বের দূরত্বের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়)

☺ অষ্টম অধ্যায়ে তোমরা দর্পণের ক্ষেত্রে এই সূত্রটি প্রয়োগ করে এসেছ। লেন্সের ক্ষেত্রেও একইভাবে এই সূত্রটি ব্যবহার করা যায়।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$	u = বস্তুর দূরত্ব v = প্রতিবিম্বের দূরত্ব f = ফোকাস দূরত্ব	মিটার (m)

⚠ Alert:
- v, u ও f একই এককে নিতে হবে।
- u ও v বাস্তব দূরত্ব নির্দেশ করলে এদের চিহ্ন ধনাত্মক আর অবাস্তব দূরত্ব নির্দেশ করলে এদের চিহ্ন ঋণাত্মক বিবেচনা করতে হবে।
- উত্তল লেন্স ও অবতল দর্পনে ফোকাস দূরত্ব f ধনাত্মক আর অবতল লেন্স ও উত্তল দর্পণে ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক।

Example:

প্রশ্ন-৪৫। একটি অবতল লেন্সের 50 cm সামনে বস্তু রাখলে 10 cm দূরে অবাস্তব বিম্ব গঠিত হয়। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{f} = \frac{1}{-10} + \frac{1}{50}$

বা, $\frac{1}{f} = \frac{-5+1}{50}$

বা, $\frac{1}{f} = \frac{-4}{50}$

$\therefore f = \frac{50}{-4}$

$= -12.5 \text{ cm}$

এখানে,
বস্তুর দূরত্ব, u = 50 cm
বিম্বের দূরত্ব, v = – 10 cm
ফোকাস দূরত্ব, f = ?

∴ লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব – 12.5 cm। [Ans.]

প্রশ্ন-৪৬। 20 cm ফোকাস দূরত্বের একটি অবতল লেন্সের সামনে 30 cm দূরে একটি বস্তু স্থাপন করা হলো। প্রতিবিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতি নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

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

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

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{-20} - \frac{1}{30}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{-3-2}{60}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{-5}{12}$

$\therefore v = -12 \text{ cm}$

এখানে,
ফোকাস দূরত্ব, f = – 20 cm
[অবতল লেন্স বলে ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক]
বস্তুর দূরত্ব, u = 30 cm
বিম্বের দূরত্ব, v = ?

∴ প্রতিবিম্বের দূরত্ব – 12 cm

যেহেতু প্রতিবিম্বের দূরত্ব ঋণাত্মক সেহেতু প্রতিবিম্ব অবাস্তব ও সোজা হবে। [Ans.]

প্রশ্ন-৪৭। একটি উত্তল লেন্সের 50 cm সামনে বস্তু রাখলে 200 cm পেছনে বিম্ব সৃষ্টি হয়। লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{f} = \frac{1}{200} + \frac{1}{50}$

বা, $\frac{1}{f} = \frac{1+4}{200}$ বা, $\frac{1}{f} = \frac{5}{200}$ বা, $\frac{1}{f} = \frac{1}{40}$

$\therefore f = 40 \text{ cm}$

এখানে,
বস্তুর দূরত্ব, u = 50 cm
বিম্বের দূরত্ব, v = 200 cm
ফোকাস দূরত্ব, f = ?

∴ লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 40 cm. [Ans.]

প্রশ্ন-৪৮। একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 12 cm। অসীম দূরত্বে অবস্থিত বস্তুর প্রতিবিম্ব কোথায় গঠিত হবে?

সমাধান:

আমরা জানি, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

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

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{12} - \frac{1}{\infty}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{12} - 0$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{12}$

$\therefore v = 12 \text{ cm}$

এখানে,
ফোকাস দূরত্ব, f = 12 cm
বস্তুর দূরত্ব, u = ∞
বিম্বের দূরত্ব, v = ?

∴ বস্তুর বিম্ব লেন্স থেকে 12 cm দূরে গঠিত হবে। [Ans.]

প্রশ্ন-৪৯। রিমার চশমার ক্ষমতা – 2.25 D। লেন্সে আপতিত রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে এসে প্রতিসরণের পর আলোক কেন্দ্র থেকে x সে.মি. দূরত্বে অপসারিত হয়। x-এর মান নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{x} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{-44.44}$

বা, $\frac{1}{x} + 0 = \frac{1}{-44.44}$

বা, $\frac{1}{x} = \frac{1}{-44.44}$

বা, x = – 44.44 cm

∴ x = – 44.44 cm

এখানে,
লেন্সের ক্ষমতা, P = – 2.25 D
লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{1}{P}$
$= \frac{1}{-2.25 \text{ D}}$
$= -0.4444 \text{ m}$
$\therefore f = -44.44 \text{ cm}$
বস্তুর দূরত্ব, u = ∞
বিম্বের দূরত্ব, v = x cm

∴ আলোকরশ্মি লেন্সে প্রতিসরণের পর লেন্সের আলোক কেন্দ্র থেকে 44.44 cm দূরত্বে অপসারিত হয়। [Ans.]

প্রশ্ন-৫০। শাকিল 20 cm ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স নিয়ে লেন্সটির বক্রতার কেন্দ্র হতে 30 cm দূরে প্রধান অক্ষের উপর বস্তু রেখে লেন্সের বিপরীত পাশে রক্ষিত পর্দায় প্রতিবিম্ব দেখতে পেল। বস্তুটিকে লেন্সের দিকে 15 cm সরালে বিম্ব দেখার জন্য শাকিলকে কী ব্যবস্থা নিতে হবে?

সমাধান:

প্রথম ক্ষেত্রে:

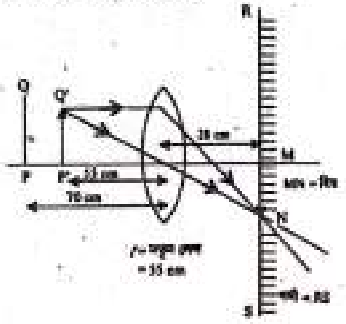
দেওয়া আছে,
ফোকাস দূরত্ব, $f = 20$ cm
$\therefore$ বক্রতার ব্যাসার্ধ $= 20 \text{ cm} \times 2 = 40$ cm
বক্রতার কেন্দ্র থেকে 30 cm দূরে লক্ষ্যবস্তু অবস্থিত।
$\therefore$ লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = (40 + 30)$ cm $= 70$cm
বিম্বের দূরত্ব, $v = ?$

আমরা জানি,
$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$
বা, $\frac{1}{v}=\frac{1}{f}-\frac{1}{u}$
$=\frac{1}{20}-\frac{1}{70}$
$=\frac{7-2}{140}$
$=\frac{5}{140}$
$=\frac{1}{28}$
বা, $v = 28$ cm

$\therefore$ **১ম ক্ষেত্রে পর্দার দূরত্ব = বিম্বের দূরত্ব = 28 cm**

২য় ক্ষেত্রে:

প্রশ্নানুসারে, বস্তুর দূরত্ব, $u' = (70 - 15)$ cm $= 55$ cm, বিম্বের দূরত্ব, $v' = 28$ cm। যদি লেন্সটি পরিবর্তন করি তাহলে বস্তুর দূরত্ব পরিবর্তন করেও আমরা পর্দায় বিম্ব পেতে পারি,
ধরি, f' = নতুন লেন্সের ফোকাস দূরত্ব



আমরা জানি,
$$\frac{1}{u'}+\frac{1}{v'}=\frac{1}{f'}$$
বা, $\frac{1}{f'}=\frac{1}{u'}+\frac{1}{v'}$
বা, $\frac{1}{f'}=\frac{1}{55}+\frac{1}{28}$
বা, $\frac{1}{f'}=\frac{28+55}{1540}$
বা, $\frac{1}{f'}=\frac{83}{1540}$
বা, $f'=\frac{1540}{83}$
$= 18.554$ cm

$\therefore$ বিম্বের অবস্থান দেখার জন্য শাকিলকে 18.554 cm ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। [Ans.]

প্রশ্ন-৫১। 40 cm বক্রতার ব্যাসার্ধের একটি উত্তল লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর আলোক কেন্দ্র থেকে 25 cm দূরে একটি লক্ষবস্তু রাখা হলো। লক্ষ্যবস্তুকে তার অবস্থান থেকে 10 cm সামনে এবং পিছনে সরালে প্রতিবিম্বের আকৃতি একই হবে কী?

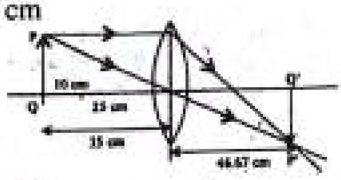
সমাধান:

দেওয়া আছে,
উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 20$ cm
বস্তুর দূরত্ব, $u = 25$ cm

বস্তু যখন 10 cm পিছনে:

$\therefore$ বস্তুর বর্তমান অবস্থান, $u_1 = (25 + 10)$ cm $= 35$ cm
বিম্বের অবস্থান, $v_1 = ?$

আমরা জানি,
$$\frac{1}{u_1}+\frac{1}{v_1}=\frac{1}{f}$$
বা, $\frac{1}{v_1}=\frac{1}{f}-\frac{1}{u_1}$
বা, $\frac{1}{v_1}=\frac{1}{20}-\frac{1}{35}$
বা, $\frac{1}{v_1}=\frac{7-4}{140}$
বা, $\frac{1}{v_1}=\frac{3}{140}$
বা, $v_1=\frac{140}{3}$
$\therefore v_1 = +46.67$ cm



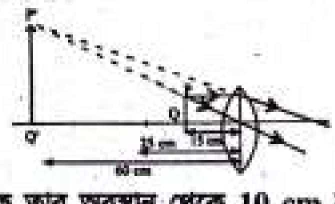
প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো।

বস্তু যখন 10 cm সামনে:

এক্ষেত্রে, বস্তুর বর্তমান অবস্থান, $u_2 = (25 - 10)$ cm $= 15$ cm
বিম্বের অবস্থান, $v_2 = ?$

আমরা জানি,
$$\frac{1}{v_2}+\frac{1}{u_2}=\frac{1}{f}$$
বা, $\frac{1}{v_2}=\frac{1}{f}-\frac{1}{u_2}$
বা, $\frac{1}{v_2}=\frac{1}{20}-\frac{1}{15}$
বা, $\frac{1}{v_2}=\frac{3-4}{60}$
বা, $\frac{1}{v_2}=\frac{-1}{60}$
বা, $v_2 = -60$
$\therefore v_2 = -60$ cm

প্রকৃতি: অবাস্তব ও সোজা।



অতএব, লক্ষ্যবস্তুকে তার অবস্থান থেকে 10 cm সামনে এবং পিছনে সরানো হলে গঠিত প্রতিবিম্বের প্রকৃতি একই হবে না। [Ans.]

Type-7

(বিবর্ধন নির্ণয়)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $m = \frac{l'}{l}$	m = বিবর্ধন	একক নেই
	l = লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য l' = প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য	মিটার (m)

⚠ Alert:
- বিবর্ধনের কোনো একক হবে না।
- বিম্বের দৈর্ঘ্য ও বস্তুর দৈর্ঘ্য m একক নিতে হবে।

Example:

প্রশ্ন-৫২। একটি লেন্সে 10 cm দৈর্ঘ্যে একটি বস্তুর 30 cm দৈর্ঘ্যের প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। বস্তুটির বিবর্ধন কত?

সমাধান: আমরা জানি,

$m = \frac{l'}{l} = \frac{30\ cm}{10\ cm} = 3$

∴ বস্তুটির বিবর্ধন 3। [Ans.]

এখানে,
বস্তুর দৈর্ঘ্য, $l = 10$ cm
বিম্বের দৈর্ঘ্য, $l' = 20$ cm
বিবর্ধন, m = ?

প্রশ্ন-৫৩। 0.05 m দীর্ঘ একটি বস্তু একটি উত্তল লেন্সের সামনে অবস্থিত এবং লেন্সের অপর পার্শ্বে 1 m দূরে একটি পর্দার উপর 0.25m দীর্ঘ একটি প্রতিবিম্ব পাওয়া গেল। বিম্বের বিবর্ধন নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,

বিবর্ধন, $m = \frac{l'}{l}$

$= \frac{0.25\ m}{0.05\ m}$

$= 5$

এখানে,
বস্তুর দৈর্ঘ্য, $l = 0.05$ m
বিম্বের দৈর্ঘ্য, $l' = 0.25$ m

অতএব, বিম্বের বিবর্ধন 5 [Ans.]

Type-8

(লেন্সের বিবর্ধন সংক্রান্ত আরো কিছু গাণিতিক সমস্যা)

☺ নতুন সংস্করণের বইয়ে এই সূত্রগুলো বাদ দেয়া হয়েছে। তোমরা আগ্রহী হলে করে রাখতে পার।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $m = -\frac{v}{u}$ • $\lvert m\rvert = \left\lvert -\frac{v}{u}\right\rvert = \frac{v}{u}$	m = বিবর্ধন	একক নেই
	l = লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য	মিটার (m)
	l' = প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য	
	u = লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব	
	v = লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব	

⚠ Alert:
- বিবর্ধন হলো দুটি সমজাতীয় রাশির অনুপাত। তাই বিবর্ধনের কোনো একক হবে না।
- বিম্বের দৈর্ঘ্য, বস্তুর দৈর্ঘ্য, বিম্বের দূরত্ব ও বস্তুর দূরত্ব m এককে নিতে হবে।
- বিম্ব বাস্তব ও উল্টো হলে m ঋণাত্মক হবে।
- বিম্ব অবাস্তব ও সোজা হলে m ধনাত্মক হবে।

☑ Example:

প্রশ্ন-৫৪। কোনো লেন্সের 20 cm সামনে লক্ষ্যবস্তু রাখলে লেন্স হতে 40 cm দূরে অবাস্তব বিম্ব গঠিত হয়। বিবর্ধন কত?

সমাধান: আমরা জানি,

$m = -\frac{v}{u}$

$= -\frac{-40\ cm}{20\ cm}$

$= 2$

∴ বিবর্ধন 2। [Ans.]

এখানে,
বস্তুর দূরত্ব, u = 20 cm
বিম্বের দূরত্ব, v = −40 cm
বিবর্ধন, m = ?

প্রশ্ন-৫৫। একটি উত্তল লেন্স থেকে 24 cm দূরে অবস্থিত একটি বস্তুর বাস্তব বিম্ব লক্ষ্যবস্তুর দ্বিগুণ। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

বা, $\left(\frac{1}{24} + \frac{1}{48}\right) = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{16} = \frac{1}{f}$

∴ $f = 16$ cm

এখানে,
বস্তুর দূরত্ব, u = 24 cm
বিবর্ধন, m = −2
[বিম্বটি বাস্তব উল্টো তাই বিবর্ধন ঋণাত্মক]
বা, $-\frac{v}{u} = -2$
বা, $\frac{v}{u} = 2$
বা, v = 2u = (2 × 24) cm = 48 cm
ফোকাস দূরত্ব, f = ?

∴ লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, 16 cm। [Ans.]

প্রশ্ন-৫৬। 20 cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট একটি উত্তল লেন্স থেকে 10 cm দূরে একটি বস্তু স্থাপন করা হলে। বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও বিবর্ধন নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,

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

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

বা, $\frac{1}{v} = \left(\frac{1}{0.2} - \frac{1}{0.1}\right)$

বা, $\frac{1}{v} = -5$

বা, v = −0.2 m
= −20 cm

এখানে,
ফোকাস দূরত্ব, f = 20 cm
= 0.2 m
বস্তুর আকার, u = 10 cm
= 0.1 cm
বিম্বের দূরত্ব, v = ?
বিবর্ধন, m = ?

প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর যে পাশে সে পাশে 20 cm দূরে এবং প্রতিবিম্ব অবাস্তব সোজা।

∴ বিবর্ধন, $\lvert m\rvert = \left\lvert -\frac{v}{u}\right\rvert$

$= \left\lvert -\frac{-20}{10}\right\rvert$

$= \lvert 2\rvert$

$= 2$

নির্ণেয় বিবর্ধন 2। [Ans.]

প্রশ্ন-৫৭। একটি লেন্সের সম্মুখে 5 cm দূরে 5 cm উচ্চ বস্তু রাখলে 2 cm উচ্চ অবাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব ও প্রকৃতি নির্ণয় কর।

সমাধান:
এখানে, অবাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়।

তাই বিবর্ধন, $m = \frac{v}{u}$ .... (১)

আমরা জানি, $\lvert m\rvert = \frac{l'}{l}$

∴ $m = \frac{2}{5}$

এখানে,
বস্তুর আকার, u = 5 cm
বস্তুর দৈর্ঘ্য, $l = 5$ cm
বিম্বের দৈর্ঘ্য, $l' = 2$ cm
ফোকাস দূরত্ব, f = ?

(১) নং সমীকরণে m এর মান বসিয়ে পাই, $\frac{2}{5} = -\frac{v}{u}$

∴ $v = \frac{-2u}{5}$

আমরা জানি, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$

বা, $\frac{5}{-2u}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$

বা, $\frac{5}{-2\times5}+\frac{1}{5}=\frac{1}{f}$ [u এর মান বসিয়ে]

বা, $\frac{1}{-2}+\frac{1}{5}=\frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{f}=\frac{-5+2}{10}$

বা, $\frac{1}{f}=\frac{-3}{10}$

$\therefore f=-3.33$ cm

এখানে,
বস্তুর আকার, u = 5 cm
ফোকাস দূরত্ব, f = ?

লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব – 3.33 cm এবং লেন্সটির অবতল। [Ans.]

প্রশ্ন-৫৮। 6 cm লম্বা একটি বস্তুকে একটি লেন্সের সামনে রাখা হলো। লেন্সের পিছনে 1m দূরে স্থাপিত একটি পর্দায় 3 cm লম্বা প্রতিবিম্বের সৃষ্টি হলো। লেন্সের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধানঃ আমরা জানি,

$|m|=\frac{l'}{l}$

বা, $\left|-\frac{v}{u}\right|=\frac{l'}{l}$

বা, $\frac{v}{u}=\frac{l'}{l}$

বা, $\frac{v}{u}=\frac{0.03\text{ m}}{0.06\text{ m}}$

বা, $\frac{v}{u}=\frac{1}{2}$

বা, $v=\frac{1}{2}\times u$

বা, $v=\frac{1}{2}\times 1$

$\therefore v=\frac{1}{2}$ m

এখানে,
বস্তুর দৈর্ঘ্য, l = 6 cm = 0.06 m
বস্তুর দূরত্ব, u = 1 m
বিম্বের দৈর্ঘ্য, l′ = 3 cm = 0.03 m
ক্ষমতা, P = ?

আবার,

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

বা, $P=\left(\frac{1}{v}+\frac{1}{u}\right)$

$=\frac{1}{2}+1$

$=\frac{3}{2}$

$\therefore P=+1.5$ D

∴ লেন্সের ক্ষমতা +1.5 D[Ans.]

প্রশ্ন-৫৯। 6 cm লম্বা একটি বস্তুকে 16 cm ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স হতে 12 cm দূরে স্থাপন করা হলো। বিম্বের আকার বের কর।

সমাধানঃ
ধরি, প্রতিবিম্বের আকার y
আমরা জানি,

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

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

বা, $\frac{1}{v}=\frac{1}{16}-\frac{1}{12}$

এখানে,
উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, f = 16 cm
বস্তুর দূরত্ব, u = 12 cm
বস্তুর আকার, x = 6 cm

বা, $\frac{1}{v}=\frac{3-4}{48}$

বা, $\frac{1}{v}=-\frac{1}{48}$

$\therefore v=-48$ cm

আবার, $m=-\frac{v}{u}$

বা, $\frac{y}{x}=-\frac{v}{u}$

বা, $\frac{y}{6\text{ cm}}=-\left(\frac{-48\text{ cm}}{12\text{ cm}}\right)$

বা, $\frac{y}{6}$ [illegible]

∴ y [illegible] cm = 24 cm

সুতরাং প্র[illegible]বিম্বের আকার 24 cm। [Ans.]

প্রশ্ন-৬০। 30 cm ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স হতে 15 cm দূরে 3 cm লম্বা একটি বস্তু স্থাপন করা হলো। গঠিত বিম্বের আকার নির্ণয় কর।

সমাধানঃ
ধরি, বিম্বের আকার l'
আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{v}=\frac{1}{30}-\frac{1}{15}$

বা, $\frac{1}{v}=\frac{1-2}{30}$

বা, $\frac{1}{v}=\frac{-1}{30}$

$\therefore v=-30$ cm

এখানে,
ফোকাস দূরত্ব, f = 30 cm
লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, u = 15 cm
লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, l = 3 cm

আমরা জানি,

বিবর্ধন, $m=-\frac{v}{u}$

$=-\frac{-30\text{ cm}}{15\text{ cm}}$

$=2$

এখন বিম্বের আকার, $l'=|m|\times l$

$=|2|\times l$

$=2\times3$ cm

$=6$ cm

অতএব, গঠিত বিম্বের আকার 6 cm। [Ans.]

প্রশ্ন-৬১। একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 10 cm। লেন্সের ডান পাশে লেন্স হতে 15 cm দূরে 2 cm লম্বা একটি বস্তু খাড়াভাবে স্থাপন করা হলো। প্রতিবিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকৃতি নির্ণয় কর।

সমাধানঃ
আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{v}+\frac{1}{15}=\frac{1}{10}$

বা, $\frac{1}{v}=\frac{1}{10}-\frac{1}{15}$

বা, $\frac{1}{v}=\frac{1}{30}$

$\therefore v=30$ cm

এখানে, বস্তুর দূরত্ব, u = 15 cm
ফোকাস দূরত্ব, f = 10 cm
বস্তুর আকৃতি, x = 2 cm

সুতরাং প্রতিবিম্বের দূরত্ব 30 cm।