20

ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ ଓ ପ୍ରତିସରଣ

ଟିପ୍ପଣୀ

ଆଲୋକ ଦ୍ୱାରା ଆମେ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ଦେଖି ପାରୁ ଏବଂ ଏହାଯୋଗୁଁ ଆମର ପରିପାର୍ଶ୍ୱ ପରିବେଶ ସହ ଦୃଷ୍ଟିଗତ ସଂପର୍କ ସ୍ଥାପନ ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ଆଲୋକ ମାଧ୍ୟମରେ ଫୁଲ, ବୃକ୍ଷ, ପକ୍ଷୀ, ପ୍ରାଣୀ ତଥା ଜୀବନର ବିଭିନ୍ନ ରୂପ ପ୍ରକୃତିର ମନୋରମ ଅଭିବ୍ୟକ୍ତିଗୁଡ଼ିକର ସୁନ୍ଦର ସୁଖଦ ଅନୁଭୂତି କରି ପାରିବାକୁ ଆମେ ସକ୍ଷମ ହେଉ । କଳ୍ପନା କରି ପାରୁଛ କି ଦେଖି ନ ପାରିଲେ ଆମେ କଥାରୁ ବଞ୍ଚିତ ହୁଅନ୍ତେ ? ହୀରାର ଚମକ ଏବଂ ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁର ଛଟାକୁ କ'ଣ ଦେଖି ପାରନ୍ତ ? ତୁମେ କେବେ ଭାବୁଛ କି ଆଲୋକ ଦ୍ୱାରା ଆମେ କିପରି ଦେଖିପାରୁ ? ଏହା ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ତାରକାମାନଙ୍କାରୁ ପୃଥିବୀକୁ କିପରି ଆସେ ଏବଂ ଏହା କେଉଁଥିରେ ଗଠିତ ହୋଇଛି ? ଆଦିମ କାଳରେ ଏହି ପ୍ରକାର ପ୍ରଶ୍ନ ମନୁଷ୍ୟର ମନକୁ ବହୁ ପୁରାକାଳରୁ ଆନ୍ଦୋଳିତ କରିଛି । ଏହି ପ୍ରକାର ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଦେଲା ଭଳି ପରିଘଟଣାଗୁଡ଼ିକ (Phenomenon) ବିଷୟରେ ତୁମେ ଏଠି ଜାଣିବ ।

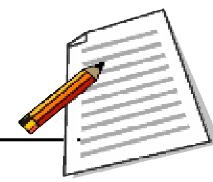
କାନ୍ଥରେ ଏକ ଛୋଟ ରନ୍ଧ୍ର ଦେଇ କୋଠରୀ ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ଆଲୋକକୁ ଦେଖ । ଏଥିରେ ଧୂଳିକଣା ଗୁଡ଼ିକ ଗତିକରୁଥିବାର ଦେଖିବ । ଆଲୋକ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଗତି କରୁଥିବାର ଏକ ସରଳ ପ୍ରମାଣ ଏଥିରୁ ମିଳେ । ସରଳରେଖାର ଆଗରେ ଏକ ତୀର ଚିହ୍ନ ଦେଇ ଆଲୋକ ସଂଚରଣର ଦିଗ ଦର୍ଶାଯାଏ ଏବଂ ଏହି ରେଖାକୁ ରଶ୍ମି (ray) କହନ୍ତି; ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକର ସମାହାରକୁ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛ (beam)କୁହାଯାଏ । ଆଲୋକକୁ ରଶ୍ମି ଭାବରେ ପ୍ରୟୋଗ ଜ୍ୟାମିତିକ ଆଲୋକ ବିଜ୍ଞାନର ଅନ୍ତର୍ଗତ କରାଯାଇଛି । ଅଧ୍ୟାୟ 22 ରେ ତୁମେ ଜାଣିବ ଯେ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ପରି ଆଚରଣ କରେ । ଅଳ୍ପ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ତରଙ୍ଗକୁ ପ୍ରାୟତଃ ରଶ୍ମି ରୂପେ ବିବେଚନା କରାଯାଏ ।

କୌଣସି ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଦର୍ପଣ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଲେ ଏହାର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଏହାକୁ ପ୍ରତିଫଳନ କୁହାଯାଏ । କିନ୍ତୁ ଆଲୋକର କୌଣସି ରଶ୍ମି ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ପୃଷ୍ଠର ପରିସୀମା ଉପରେ ଆପତିତ ହେଲେ, ଏହାର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ, ଏହାକୁ ପ୍ରତିସରଣ କହନ୍ତି । ତୁମ ଏହି ଅଧ୍ୟାୟର ଦର୍ପଣରୁ ପ୍ରତିଫଳନ ଏବଂ ଲେନ୍ସରୁ ପ୍ରତସରଣ ସଂପର୍କରେ ଜାଣିବ । ତୁମେ ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଆର୍ନ୍ତ-ପ୍ରତିଫଳନ ସଂପର୍କରେ ଜାଣିବ । ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ମୋଟର ଯାନ, ଏକ ସ୍ୱାସ୍ଥ୍ୟ ସେବାଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ଗମନାଗମନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିସ୍ତୃତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରିଘଟଣାଗୁଡ଼ିକ ବହୁଳ ଉପଯୋଗ ହୋଇଥାଏ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପଢ଼ି ସାରିବା ପରେ ତୁମେ,

- *ବକ୍ର ପୃଷ୍ଠତଳ ଉପରେ ପ୍ରତିଫଳନର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ଏବଂ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ଫୋକସ ଦୂରତା ଓ ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ବନ୍ଧ ସ୍ଥାପନ କରି ପାରିବ;*
- *ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠଗୁଡ଼ିକ ନିମିତ୍ତ ଚିହ୍ନ ପ୍ରଥାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରି ପାରିବେ;*



- *ଏକ ଦର୍ପଣ ଏବଂ ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ଏକ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପ୍ରତିସରଣୀୟ ପୃଷ୍ଠତଳ ପାଇଁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା, ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା ଏବଂ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ବନ୍ଧ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ କରି ପାରିବେ;*
- *ପ୍ରତିଫଳନରେ ନିୟମଗୁଡ଼ିକ ଉଲ୍ଲେଖ କରି ପାରିବ;*
- *ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରିଣ ପ୍ରତିଫଳନକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ଏବଂ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗକୁ ବୁଝାଇ ପାରିବ; ଏବଂ*
- *ସମ୍ମିଳିତ ଲେନ୍ସ ସଂଯୋଜନର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ପାଇଁ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ କରିପାରିବେ ।*

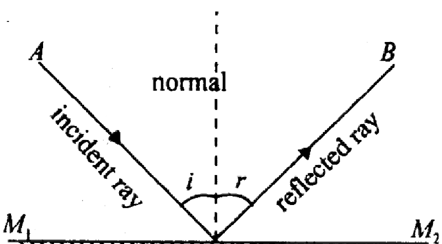
20.1 ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠରୁ ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳିତ

(Reflection of light from spherical surfaces) :

ପୂର୍ବ ଶ୍ରେଣୀଗୁଡ଼ିକରେ ସମତଳ ପୃଷ୍ଠରେ ପ୍ରତିଫଳକର ନିୟମ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିଛ । ଏଠାରେ ନିୟମଗୁଡ଼ିକର ପୁନରାବୃତ୍ତି କରିବା –

ପ୍ରଥମ ନିୟମ – ଆପତିତ ରଶ୍ମି, ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମି ଏବଂ ଆପତନ ବିନ୍ଦୁରେ ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ଅଙ୍କିତ ଅଭିଲମ୍ବ ଏକ ସମତଳରେ ଅବସ୍ଥାନ କରନ୍ତି ।

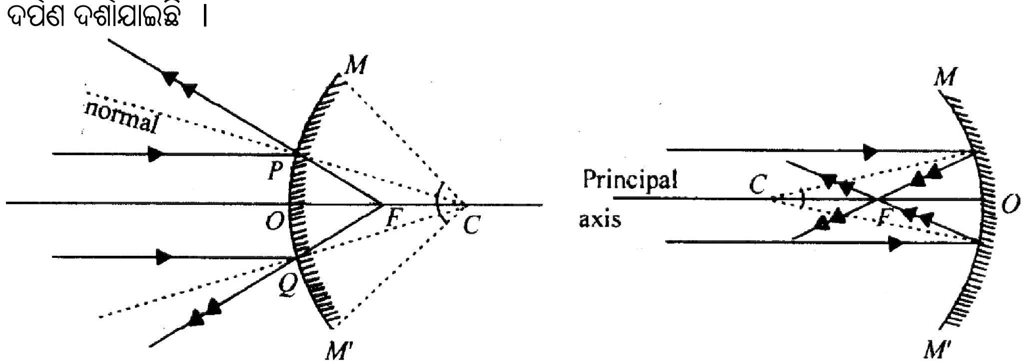
ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ – ଆପତନ କୋଣ ଓ ପ୍ରତିଫଳନ କୋଣ ପରସ୍ପର ସହିତ ସମାନ ।



ଚିତ୍ର 20.1

Ði = Ðr

ଏଗୁଡ଼ିକ ଚିତ୍ର 20.1 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଯଦିଓ ଏହି ନିୟମ ପ୍ରଥମେ ସମତଳ ପୃଷ୍ଠ ପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଥିଲା, ଏହା ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ପାଇଁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ । କାରଣ ଏକ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଅନେକ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଛୋଟ ଛୋଟ ସମତଳ ଦର୍ପଣର ଗୁଡ଼ିକର ସମଷ୍ଟି । ଗୋଟିଏ ଚିକ୍କଣ ଚାମଚ (ଷ୍ଟିଲ୍) ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ଏକ ଜଣାଶୁଣା ଉଦାହରଣ ଅଟେ । ଏଥିରେ କେବେ ତୁମେ ନିଜର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିଛ କି ? ଚିତ୍ର 20.2(a) ଏବଂ 20.2(b) ରେ ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରକାରର ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 20.2 ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ (a) ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ଏବଂ (b) ଅବତଳ ଦର୍ପଣ

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ବାହାର ଆଡ଼କୁ ଏବଂ ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଭିତର ଆଡ଼କୁ ବକ୍ର ହୋଇଥାଏ । ଏଠାରେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର କେତେକ ପଦର (terms) ସଂଜ୍ଞା ଦେବା ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଯେଉଁ ଗୋଲକର ଅଂଶ ହୋଇଥାଏ, ସେହି ଗୋଲକର କେନ୍ଦ୍ରକୁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର **ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର (C)** କୁହାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ବକ୍ର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠର ମଧ୍ୟ ବିନ୍ଦୁ O କୁ **ପୋଲ୍** କୁହାଯାଏ । C ଏବଂ O ମଧ୍ୟଦେଇ ଯାଇଥିବା ସରଳରେଖାକୁ **ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ** କୁହାଯାଏ । ଦର୍ପଣର ବୃତ୍ତାକାର ବର୍ହିସୀମ (ଅଥବା ପରିସୀମା)କୁ **ଦ୍ୱାରକ** ଏବଂ C ଉପରେ ଦ୍ୱାରକ କରୁଥିବା କୋଣ $\angle MCM'$ କୁ **କୋଣୀୟ ଦ୍ୱାରକ** କୁହାଯାଏ । ଦ୍ୱାରକ, ଦର୍ପଣର ଆକାରର ମାପକ ଅଟେ ।

ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ଆଲୋକଗୁଚ୍ଛ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଲେ ପ୍ରତିଫଳନ ପରେ ସେମାନେ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ମିଳିତ ହୁଅନ୍ତି କିମ୍ବା ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅପସାରିତ ହେଲା ପରି ଜଣାଯାଏ । ଏହି ବିନ୍ଦୁକୁ ଦର୍ପଣର **ମୁଖ୍ୟ ଫୋକସ** କୁହାଯାଏ । ପୋଲ୍ ଏବଂ ମୁଖ୍ୟ ଫୋକସ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ଦର୍ପଣର **ଫୋକସ୍ ଦୂରତା** କୁହାଯାଏ । ଫୋକସ୍ ମଧ୍ୟରେ ଯାଉଥିବା ଏବଂ ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଏକ ସମତଳକୁ **ଫୋକସ୍ ସମତଳ** କୁହାଯାଏ ।

ଏଠାରେ କେବଳ କମ୍ ଦ୍ୱାରକ ବିଶିଷ୍ଟ ଦର୍ପଣ ଏବଂ ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ରଶ୍ମି ଅର୍ଥାତ୍ ଅକ୍ଷୀୟ ରଶ୍ମିକୁ ବିଚାରକୁ ନେବା । (ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷରୁ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ରଶ୍ମିକୁ **ଉପାକ୍ଷୀୟ** ବା **ବର୍ହିରଶ୍ମି** କୁହାଯାଏ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 20.1

1. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର ଦିଅ ।

   (a) କେଉଁ ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅଧିକତମ - ସମତଳ, ଅବତଳ ଓ ଉତ୍ତଳ ?

   (b) ଜଳରେ ନିମଜ୍ଜିତ ହେଲେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ ଦୂରତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ କି ?

   (c) ଗୋଟିଏ ସମତଳ କିମ୍ବା ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ଗଠିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି କ'ଣ ?

   (d) ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର କାହିଁକି କେବଳ ଗୋଟିଏ ଫୋକସ୍ ପଏଣ୍ଟ ଥାଏ ?

   ....

2. ସମାନ ବକ୍ରତା-କେନ୍ଦ୍ର ଥିବା 5cm, 7cm ତଥା 10cm ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଅବତଳ ଦର୍ପଣଗୁଡ଼ିକର ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ହିସାବ କର । ଏହାର ସାଧାରଣ ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର କରି ଏକ ରଶ୍ମି ଅଙ୍କନ କର ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦର୍ପତ ପାଇଁ ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମି ମଧ୍ୟ ଅଙ୍କନ କର ।

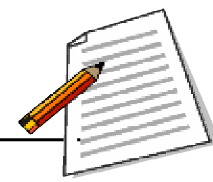
   ....

3. ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ 30cm । ଏହି ଦର୍ପଣର ଫୋକସ ଦୂରତା କେତେ ହେବ - ଯଦି (i) ଏହାର ଭିତରପୃଷ୍ଠରେ ରୌପ୍ୟଲେପ ଦିଆଯାଏ ? (ii) ଏହାର ବାହ୍ୟପୃଷ୍ଠ ରୌପ୍ୟଲେପ ଦିଆଯାଏ ?

   ....

4. ଡ଼ିସ - ଆଣ୍ଟେନାଗୁଡ଼ିକ କାହିଁକି ବକ୍ର ହୋଇଥାଏ ?

   ....



ଟିପ୍ପଣୀ

20.1.2 ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ପାଇଁ ରଶ୍ମି ଚିତ୍ର

ଚିତ୍ର 20.2 (a) ତଥା 20.2(b) ପୁନଶ୍ଚ ଦେଖ ।

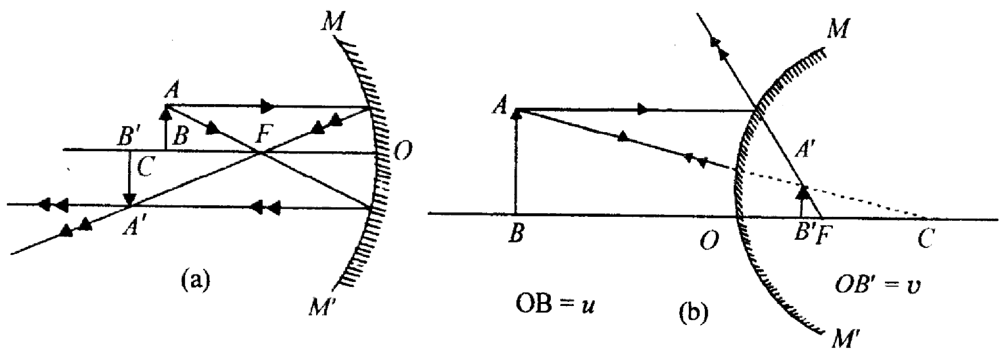
ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ :

- *ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ରରୁ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଯେଉଁ ପଥଦେଇ ଆସିଥିଲା, ସେହି ପଥ ଦେଇ ଫେରିଯାଏ;*
- *ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକରଶ୍ମି ପ୍ରତିଫଳନ ପରେ ଫୋକସ୍ ଦେଇଯାଏ;* ଏବଂ
- *F ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ ।*

କୌଣସି ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ଜାଣିବା ପାଇଁ, ଏହି ତିନୋଟି ରଶ୍ମିରୁ ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ରଶ୍ମି ନିଆଗଲେ ହେବ । ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ହେବ - ବାସ୍ତବ ଏବଂ ଆଭାସୀ ।

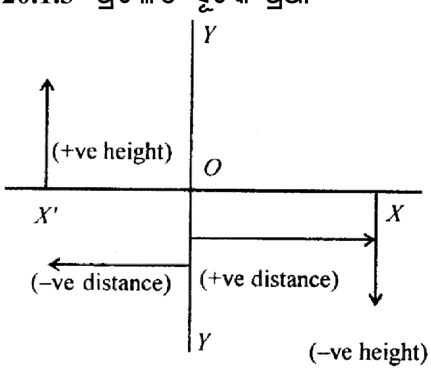
ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରକୁ ଛେଦ କଲେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର **ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ** ଗଠିତ ହୁଏ । ଏ ପ୍ରତିବିମ୍ବଗୁଡ଼ିକ ଓଲଟା ଏବଂ ପରଦାରେ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ରକ୍ଷେପିତ କରି ହେବ, ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ବସ୍ତୁ ଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । [ଚିତ୍ର 20.3(a)]

ଦର୍ପଣଠାରୁ ଅପସାରିତ ହେଲା ଭଳି ପ୍ରତୀୟମାନ ହେଉଥିବା ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ଏକ ବସ୍ତୁର **ଆଭାସୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ** ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବଗୁଡ଼ିକ ସବୁବେଳେ ସିଧା ଓ ଆଭାସୀ ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକୁ କେବେହେଲେ ପରଦା ଉପରେ ପ୍ରକ୍ଷେପିତ କରାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ଏମାନେ ଦର୍ପଣ ପଛରେ ହୁଅନ୍ତି ।



20.3 (a) ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ଏବଂ (b) ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ।

20.1.3 ପ୍ରଚଳିତ ସୂଚକ ପ୍ରଥା



20.4 ପ୍ରଚଳିତ ସୂଚକ ପ୍ରଥା

କାର୍ଟେସିଆନ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଉପରେ ଆଧାରିତ ପ୍ରଚଳିତ ସଂକେତ ପ୍ରଥାକୁ ଆମେ ଅନୁସରଣ କରିବା । ଏହି ପ୍ରଥା ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ସମୟରେ, ନିମ୍ନଲିଖିତ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକୁ ମନେ ରଖିବା ଉଚିତ ।

1. ସମସ୍ତ ଦୂରତା ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍ (O) ଠାରୁ ମାପ କରାଯାଏ । ବସ୍ତୁ ସର୍ବଦା ବାମକୁ ରଖାଯାଏ ଯେପରିକି ଆପତିତ ରଶ୍ମି ସବୁବେଳେ ବାମରୁ ଦକ୍ଷିଣକୁ ଗତି କରୁଛି ବୋଲି ନିଆଯାଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

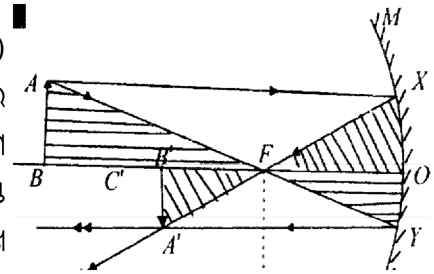
2. 'O' ର ବାମପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ଦୂରତାକୁ ନେଗେଟିଭ୍ ଏବଂ 'O' ର ଦକ୍ଷିଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ପଜିଟିଭ୍ ଧରାଯାଏ ।

3. ପ୍ରଧାନ ଅକ୍ଷ ଉପର ଆଡ଼କୁ ଓ ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବରେ ଯେଉଁ ଦୂରତା ମପାଯାଏ, ତାହାକୁ ପଜିଟିଭ ନିଆଯାଏ, ଏବଂ ନିମ୍ନମୁଖୀ ଦୂରତାକୁ ନେଗେଟିଭ ନିଆଯାଏ ।

ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା-ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏବଂ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ନେଗେଟିଭ ଏବଂ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା-ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏବଂ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ପଜିଟିଭ ଅଟେ ।

20.2 ଦର୍ପଣ ସୂତ୍ରର ନିଗମନ

ଆମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଏକ ବର୍ତ୍ତୁଳ ଦର୍ପଣ ନିମିତ୍ତ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା (u) ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଦୂରତା (v) ଏବଂ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା (f) ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା । ସରଳ ଜ୍ୟାମିତିକ ପ୍ରୟୋଗ ସାହାଯ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ମିଳିବ ଯାହା ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟଜନକ ଭାବରେ ସମସ୍ତ ପରିସ୍ଥିତିରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇପାରିବ । ଚିତ୍ର 20.5 କୁ ଦେଖ ଏଠାରେ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ଏକ ବସ୍ତୁ AB ରଖାଯାଇଛି । ଏହି ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ $A'B'$ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର 20.5 : ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ : ଦର୍ପଣ ସୂତ୍ର

ବସ୍ତୁ AB ର A ବିନ୍ଦୁରୁ ନିର୍ଗତ ଦୁଇଟି ରଶ୍ମି ହେଉଛି AX ଓ AY । M ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ । XA' ଏବଂ YA' ହେଉଛି ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମି ଅଟେ ।

ପ୍ରଚଳିତ ସଂକେତ ପ୍ରଥାକୁ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଲେଖିହେବ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା, .

ଫୋକସ୍ ଦୂରତା, $OB = -u$
ଫୋକସ୍ ଦୂରତା, $OF = -f$
ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା, $OB' = -v$
ଏବଂ ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ $OC = -2f$

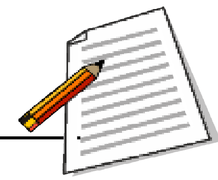
D ABF ଏବଂ D FOY କୁ ବିଚାର କଲେ, ଦେଖିବ ଯେ ଏଗୁଡ଼ିକ ସର୍ବସମ ଅଟନ୍ତି ।

ତେଣୁ ଲେଖି ହେବ, $\dfrac{AB}{OY} = \dfrac{FB}{OF}$ (20.1)

ସେହିଭଳି D XOF ଏବଂ D $B'A'F$ ରୁ ପାଇବା $\dfrac{XO}{A'B'} = \dfrac{OF}{FB'}$ (20.2)

କିନ୍ତୁ $AB = XO$, କାରଣ AX ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର । ଆଉ ମଧ୍ୟ $A'B' = OY$ । ସମୀକରଣ (20.1) ଏବଂ (20.2) ଦ୍ୱୟର ବାମ ପାର୍ଶ୍ୱ ସମାନ, ତେଣୁ ଦିକ୍ଷଣ ପାର୍ଶ୍ୱ ମଧ୍ୟ ସମାନ ହେବ । ତେଣୁ ଆମେ ପାଇବା

$$\frac{FB}{OF} = \frac{OF}{FB'} \quad \text{.......... (20.3)}$$



u ଏବଂ f ର ମାନ ସମୀକରଣ (20.3) ରେ ସ୍ଥାପନ କଲେ ।

$$\frac{-u-(-f)}{-f} = \frac{-f}{-\upsilon-(-f)}$$

$$\frac{-u+f}{-f} = \frac{-f}{-\upsilon+f)}$$

ବଜ୍ର ଗୁଣନ କଲେ ହେବ, $uu\ -uf-uf+f^2=f^2$ ଏବଂ $uu\ = uf+\ uf$

$uu\ f$ ଦ୍ୱାରା ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଭାଗ କଲେ, ଫୋକସ୍ ଦୂରତା, ବସ୍ତୁର ଦୂରତା ଓ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଦୂରତା ମଧ୍ୟରେ ଏକ ସମ୍ପର୍କ ହେବ,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\upsilon} + \frac{1}{u} \qquad \text{.............} \ (20.4)$$

ଏହାପରେ ଆମେ ଆଉ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପଦ ବର୍ଦ୍ଧନ ଜାଣିବା । ଏହା ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ଏବଂ ବସ୍ତୁର ଆକାର ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତକୁ ସୂଚାଏ :

$m =$ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର / ବସ୍ତୁର ଆକାର $= \dfrac{h_2}{h_1}$

କିନ୍ତୁ $\dfrac{A'B'}{AB} = \dfrac{-\upsilon}{-u}$

$$m = -\frac{h_2}{h_1} = \frac{\upsilon}{u}$$

ଯେହେତୁ ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଓଲଟା, ତେଣୁ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା $m = \dfrac{A'B'}{AB} = -\dfrac{\upsilon}{u}$

ଗାଣିତିକ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପର୍ଯ୍ୟାୟଗୁଡ଼ିକ ମନେରଖିବାକୁ ହେବ :

1. ଯେ କୌଣସି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ପାଇଁ ଦର୍ପଣ ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହାର କର : $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{\upsilon} + \dfrac{1}{u}$

2. ଦତ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ଗାଣିତିକ ମାନଗୁଡ଼ିକୁ ଉଚିତ ଚିହ୍ନ ସହ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କର ।

3. ଯେଉଁ ରାଶିର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେବ, ସେଥିରେ କୌଣସି ଚିହ୍ନ ଦିଅ ନାହିଁ । ଏହା ଉପଯୁକ୍ତ ଚିହ୍ନ ସହ ମିଳିବ ।

4. ମନେରଖ ଯେ ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ପାଇଁ ରୈଖିକ ବର୍ଦ୍ଧନ ନେଗେଟିଭ ଏବଂ ଆଭାସୀ ପ୍ରତିମିମ୍ବ ପାଇଁ ଏହା ରୈଖିକ ପଜିଟିଭ ଅଟେ ।

5. ସାଂଖ୍ୟିକ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପୂର୍ବରୁ ଏକ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରିବା ଉଚିତ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 20.2

1. ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ଠିଆ ହୋଇ ଦେଖିଲେ ଯେ, ତାଙ୍କର ମୁଣ୍ଡ ଛୋଟ ଏବଂ ପିଚ୍ଛା (hip) ବଡ଼ ଦେଖାଯାଉଛି । ତାହାହେଲେ ଏହି ଦର୍ପଣ କେଉଁ ପ୍ରକାରର ଅଟେ ?

....

2. ଦାଢ଼ି କାଟିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଦର୍ପଣ କାହିଁକି ଅବତଳ ଏବଂ ପଶ୍ଚାତଭାଗର ଦୃଶ୍ୟ ଦେଖିବାପାଇଁ କାହିଁକି ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ? ନିଜର ଉତ୍ତର ସପକ୍ଷରେ ରଶ୍ମି ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

....

3. 25cm ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ଥିବା ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଗଲେ, ଏହାର ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ମଧ୍ୟ ବଦଳିଯାଏ । ବସ୍ତୁର ଦୂରତା $-x$ ରୁ $+x$ କୁ ବଦଳୁଥିଲେ, ପ୍ରତିବିମ୍ବ-ଦୂରତା ଓ ବସ୍ତୁ ଦୂରତା ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କର । ଯାହାର ପ୍ରତିବିମ୍ବ କେତେବେଳେ ବାସ୍ତବ ହେବ ? ଆଭାସୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ କେଉଁଠି ହେବ ? ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ?

....

4. କେଉଁ ଅବସ୍ଥାରେ ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ସ୍ଥାପିତ ଏକ ବସ୍ତୁର ବର୍ଦ୍ଧିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ହୁଏ, ଦୁଇଟି ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।

....

5. 2.6cm ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ 16cm ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣର 24cm ଦୂରରେ ଅଛି, ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର : (i) ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ଏବଂ (ii) ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ଏବଂ ପ୍ରକୃତି ।

....

6. ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣଠାରୁ 15cm ଦୂରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା ଠାରୁ ଚାରିଗୁଣ (4 ଗୁଣ) ଉଚ୍ଚତାର ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ହୁଏ । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ଏବଂ ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

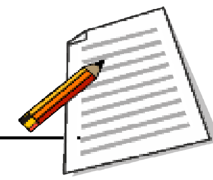
....

7. 20cm ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ଏକ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର, ବସ୍ତୁର ଆକାର ଅଧା ଅଟେ । ବସ୍ତୁ ଓ ଏହାର ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

....

8. ଏକ ବାନର 10cm ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ପଲିସ୍ ହୋଇଥିବା ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ବଲ୍‌ବକୁ ଦେଖୁଛି । ଯଦି ପୃଷ୍ଠରୁ ତାର ଚକ୍ଷୁ 20cm ଦୂରତାରେ ଥାଏ, ତେବେ ତା'ର ଚକ୍ଷୁର ପ୍ରତିବିମ୍ବ କେଉଁଠାରେ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ?

....



ଟିପ୍ପଣୀ

20.3. ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ

ଆଲୋକ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମ (ବାୟୁ)ରୁ ଘନ ମାଧ୍ୟମ (ଜଳ, କାଚ)କୁ ତୀର୍ଯ୍ୟକ ଭାବରେ ପ୍ରବେଶ କଲେ ସଂଚରଣର ଦିଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । **ଦୁଇଟି ବିସମ ମାଧ୍ୟମର ସୀମାରେ ଆଲୋକର ଏଭଳି ବଙ୍କେଇ ଯିବାକୁ ପ୍ରତିସରଣ କୁହାଯାଏ ।** ଆଲୋକର ଏକ ରଶ୍ମିର ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ପ୍ରତିସରଣ ହେଲେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଦୁଇଟି ନିୟମକୁ ମାନିଥାଏ:

ପ୍ରଥମ ନିୟମ : ଆପତିତ ରଶ୍ମି, ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମି ଓ ଆପତନ ବିନ୍ଦୁ ଠାରେ ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ଅଙ୍କିତ ଅଭିଲମ୍ବ ଗୋଟିଏ ସମତଳରେ ଅବସ୍ଥାନ କରନ୍ତି ।

ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ : ଦୁଇଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମାଧ୍ୟମ ପାଇଁ ଆପତନକୋଣର ସାଇନ୍ ଓ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣର ସାଇନ୍‌ର ଅନୁପାତ ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ।ଆଲୋକ ବିରଳ ମାଧ୍ୟମରୁ ଘନ ମାଧ୍ୟମକୁ ସଂଚରିତ ହେଲା ବେଳେ ଏହା ଆପତନ କୋଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।ଅଧିକନ୍ତୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବର୍ଣ୍ଣର ଆଲୋକ ପାଇଁ ଏହି ଅନୁପାତ କେବଳ ଦୁଇ ମାଧ୍ୟମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ।

ଏହି ନିୟମକୁ (ହଲାଣ୍ଡ)ର ବୈଜ୍ଞାନିକ ୱେଲେବ୍ରୋର୍ଡ୍ ଭ୍ୟାନ ରୋଇଜେନ୍ ସ୍ନେଲ ପ୍ରତିପାଦନ କରିଥିଲେ ଏବଂ ତାଙ୍କ ସମ୍ମାନରେ ଏହି ନିୟମକୁ **"ସ୍ନେଲ ନିୟମ"** କୁହାଯାଏ ।ସ୍ନେଲଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \mu_{12}$$

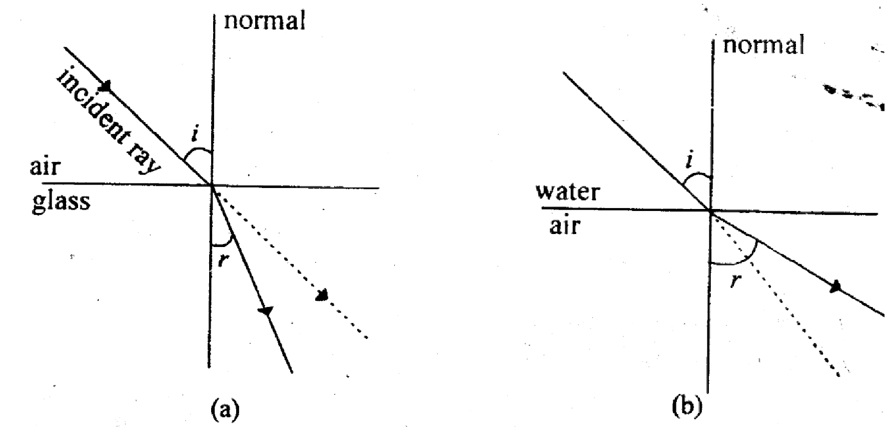
ଏଠାରେ m_{12} ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଏବଂ ଏହା ପ୍ରଥମ ମାଧ୍ୟମ ପ୍ରତି ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମର ***ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ*** କୁହାଯାଏ । ଦୁଇ ମାଧ୍ୟମର ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ତାହା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ, ଏହା କେତେ ବଙ୍କାଇବ । ପ୍ରଥମ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକର ବେଗ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକର ବେଗର ଅନୁପାତ ଦ୍ୱାରା ମଧ୍ୟ ଏହାକୁ ବ୍ୟକ୍ତ କରାଯାଇ ପାରେ ।ଯଥା : $m_{12} = \frac{c_1}{c_2}$

କେତେକ ସାଧାରଣ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ସାରଣୀ 20.1 ରେ ଦିଆଯାଇଛି । ମନେରଖ, ଏହି ମାନଗୁଡ଼ିକ ବାୟୁ କିମ୍ବା ଶୂନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମ ତୁଳନାରେ ଦିଆଯାଇଛି ।ଯେଉଁମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଅଧିକ ତାହାକୁ ଆଲୋକୀୟ ଘନ ମାଧ୍ୟମ ଏବଂ ଯାହାର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ କମ୍ ତାହାକୁ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମ କୁହାଯାଏ ।ତେଣୁ ବାୟୁ ତୁଳନାରେ ଜଳ ଘନ କିନ୍ତୁ କାଚ ତୁଳନାରେ ଲଘୁ ।ସେହିପରି କ୍ରାଉନ୍ ଗ୍ଲାସ୍ ସାଧାରଣ କାଚ ଠାରୁ ଘନ, କିନ୍ତୁ ଫ୍ଲିଣ୍ଟ୍ ଗ୍ଲାସ ଠାରୁ ଲଘୁ ଅଟେ ।

ସାରଣୀ 20.1
କେତେକ ସାଧାରଣ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ

ମାଧ୍ୟମ	m
ଶୂନ୍ୟ/ବାୟୁ	1
ଜଳ	1.33
ସାଧାରଣ କାଚ	1.50
କ୍ରାଉନ୍ ଗ୍ଲାସ୍	1.52
ଘନ ଫ୍ଲିଣ୍ଟ କାଚ	1.65
ହୀରା	2.42

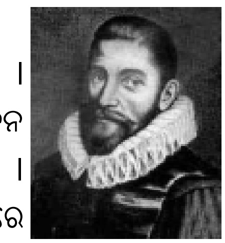
ଯଦି ବାୟୁରୁ କାଚ ପରି ବାୟୁ ତୁଳନାରେ ଆଲୋକୀୟ ଘନ ମାଧ୍ୟମକୁ ପ୍ରତିସରଣ ବିଚାର କରିବା ତୁଳନାରେ ଲଘୁ ।[ଚିତ୍ର 20.6 (a)] ସେତେବେଳେ Ð*i* ତୁଳନାରେ Ð*r* କମ୍ ହେବ ।ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଯଦି ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଜଳରୁ ବାୟୁକୁ ଯାଉଥାଏ, ତାହାହେଲେ Ð*r*, ଅଧିକ ହେବ Ð*i* ଠାରୁ କମ୍ ହେବ ଚିତ୍ର [20.6 (b)] । ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମି ଅଭିଲମ୍ବ ଆଡ଼କୁ ବାୟୁ-କାଚ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ବଙ୍କାଇ ଆସେ ଏବଂ ଜଳ-ବାୟୁ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ଅଭିଲମ୍ବ ଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 20.6(a) ବାୟୁ - କାଚ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ପ୍ରତିସରଣ (b) ଜଳ - ବାୟୁ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ପ୍ରତିସରଣ

ୱେଲବୋର୍ଡ଼ ଭ୍ୟାନ ରୋଇଜେନ ସ୍ନେଲ

(1550 - 1626)



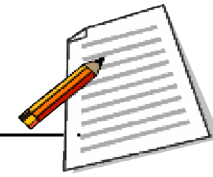
ୱେଲବୋର୍ଡ଼ ସ୍ନେଲ 1580 ମସିହାରେ ଲିଡ଼େନ୍ (Lieden) ଠାରେ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ଖୁବ୍ କମ୍ ବୟସରେ ସେ ଗଣିତ ଶାସ୍ତ୍ର ଅଧ୍ୟୟନ ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲେ । ସେ ଲିଡ଼େନ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ପ୍ରବେଶ କରିଥିଲେ ଏବଂ ପ୍ରଥମରୁ ଆଇନବିଦ୍ୟା ଅଧ୍ୟୟନ କରିଥିଲେ । ମାତ୍ର ଶୀଘ୍ର ତାଙ୍କର ଧ୍ୟାନ ଗଣିତ ଶାସ୍ତ୍ର ପ୍ରତି ବଢ଼ାଇଥିଲେ ଏବଂ 20 ବର୍ଷ ବୟସରେ ସେହି ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଅଧ୍ୟାପନା କାର୍ଯ୍ୟ ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲେ । 1613 ମସିହାରେ ସେ ଗଣିତ ପ୍ରଫେସର ଭାବେ ପିତାଙ୍କର ଉତ୍ତରାଧିକାରୀ ହେଲେ ।

ସେ ଗଣିତରେ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥିଲେ । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ହେଉଛି ବହୁ ଭୁଜ ଦ୍ୱାରା p ର ପ୍ରାୟ ସଠିକ୍ ମୂଲ୍ୟ କଳନା । 96 ଭୁଜ ବିଶିଷ୍ଟ ବହୁଭୁଜ ପ୍ରୟୋଗ ପଦ୍ଧତିରେ p ର ମାନ ସପ୍ତମ ସଥାନାଙ୍କ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସଠିକ ଥିଲା ଅଥଚ ପୁରୁଣା ପଦ୍ଧତିରେ ଏହା ମାତ୍ର ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ଥାନାଙ୍କ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସଠିକ ଥିଲା । ସ୍ନେଲ ମଧ୍ୟ ଧୂମକେତୁ ଉପରେ ତାଙ୍କର କାର୍ଯ୍ୟ ସମେତ କେତେକ ପୁସ୍ତକ ମଧ୍ୟ ପ୍ରକାଶିତ କରିଥିଲେ । କିନ୍ତୁ ବିଜ୍ଞାନରେ ତାଙ୍କର ସବୁଠୁ ବଡ଼ ଯୋଗଦାନ ହେଉଛି ପ୍ରତିସରଣ ନିୟମର ଆବିଷ୍କାର । ଅବଶ୍ୟ ସେ ପ୍ରତିସରଣ ସଂପର୍କରେ ତାଙ୍କ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ପ୍ରକାଶ କରି ନ ଥିଲେ । ତାଙ୍କର ମୃତ୍ୟୁର 77 ବର୍ଷ ପରେ 1703 ମସିହାରେ ହାଇଜେନ୍ ତାଙ୍କର ଫଳକୁ "ଡାଇଅପ୍‌ଟିକସ୍"ରେ ପ୍ରକାଶ କରିବାରୁ ଏହା ଜଣାଗଲା ।

20.3.1 ଆଲୋକର ଉତ୍କ୍ରମଣିୟତା (Reversibility of Light)

ଚିତ୍ର 20.6(b) କୁ ପୁନଶ୍ଚ ଦେଖ । ଏଠାରେ ଉତକ୍ରମଣିୟତାର ନିୟମ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି ଯେହେତୁ, ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ନିଜ ପଥରେ ଫେରି ଆସୁଛି । ଆଲୋକ ବାୟୁରୁ ଘନମାଧ୍ୟମକୁ ଗତି କରିବ, ସବୁବେଳେ ଆବଶ୍ୟକ ନ ହୋଇପାରେ । ବାସ୍ତବରେ ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମର ଯେ କୌଣସି ପ୍ରକାରରେ ସଂଯୋଗ ହୋଇପାରେ । ମନେକର ଜଳ - କାଚ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଆପତିତ ହୋଇଛି । ତେବେ, ସ୍ନେଲ ନିୟମକୁ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ,

$$\frac{\sin i_w}{\sin r_g} = \mu_{wg}$$



ବର୍ତ୍ତମାନ ବାୟୁ - କାଚ ଏବଂ ବାୟୁ - ଜଳ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠ ବିଚାର ସ୍ନେଲଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ, ଲେଖିହେବ -

$$\frac{\sin i_a}{\sin i_g} = \mu_{ag} \quad \text{ଏବଂ} \quad \frac{\sin i_a}{\sin i_w} = \mu_{aw}$$

ଏହି ଦୁଇ ପରିଣାମକୁ ଏକତ୍ର କରି ପାଇବା, $\mu_{ag} \sin i_g = \mu_{aw} \sin i_w$ (20.7)

ଏହାକୁ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାରରେ ଲେଖିଲେ, $\frac{\sin i_w}{\sin i_g} = \frac{\mu_{ag}}{\mu_{aw}}$ (20.8)

ସମୀକରଣ (20.6) ଏବଂ (20.8) କୁ ତୁଳନା କଲେ ପାଇବା, $\mu_{wg} = \frac{\mu_{ag}}{\mu_{aw}}$ (20.9)

ଏହି ପରିଣାମରୁ ଜଣାଯାଇଛି ଯେ, ଆଲୋକ ଜଳରୁ କାଚକୁ ଗତିକଲେ ଜଳ ତୁଳନାରେ କାଚର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କକୁ ବାୟୁ ତୁଳନାରେ କାଚ ଓ ଜଳର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ସାହାଯ୍ୟରେ ବ୍ୟକ୍ତ କରି ହେବ ।

ଉଦାହରଣ 20.1 : ଏକ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଜଳ-କାଚର ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି 30^0 କୋଣକରି ଆପତିତ ହୋଇଛି । ପ୍ରତିସରଣ କୋଣ ହିସାବ କର । ଦିଆଯାଇଛି ଯେ, $\mu_{ag} = 1.5$ $\mu_{aw} = 1.3$

ସମାଧାନ : ସମୀକରଣ (20.8) ରୁ ଜାଣିଛେ

$$\frac{\sin i_w}{\sin i_g} = \frac{\mu_{ag}}{\mu_{aw}}$$

$$\frac{\sin 30^0}{\sin i_g} = \frac{1.5}{1.3} \quad \text{କିମ୍ବା} \sin i_g = \left(\frac{1.5}{1.3}\right) \times \frac{1}{2} = 0.4446$$

କିମ୍ବା $i_g = 25^0 41'$

ଉଦାହରଣ 20.2 : ଯଦି ବାୟୁ ତୁଳନାରେ ଜଳର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ 4/3 ହୁଏ, ତେବେ ଜଳରେ ଆଲୋକର ବେଗ ହିସାବ କର । ଶୂନ୍ୟରେ ଆଲୋକର ବେଗ = $3 \times 10^8 ms^{-1}$

ସମାଧାନ : ଆମେ ଜାଣିଛନ୍ତି, $\mu = \frac{c}{\upsilon}$ କିମ୍ବା $\upsilon = \frac{c}{\mu} = \frac{(3 \times 10^8 ms^{-1})}{4/3}$

$$= \frac{3 \times 10^8 \times 3}{4} = 2.25 \times 10^8 ms^{-1}$$

ଉଦାହରଣ 20.3 : ଜଳ ଓ କାଚର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଯଥାକ୍ରମେ 1.52 ଏବଂ 1.33 । ଜଳ ତୁଳନାରେ କାଚର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ : $\mu_{wg} = \frac{\mu_{ag}}{\mu_{aw}} = \frac{1.52}{1.33} = 1.14$

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 20.3

1. କାଚ ସ୍ଲାବ ଉପରେ ଏକ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛ ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବରେ ଆପତିତ ହେଲେ, ପାର୍ଶ୍ୱବିସ୍ଥାପନ କେତେ ହେବ ?

   ....

2. Ði < Ði_c ଏବଂ Ði > Ði_c , ଥାଇ କୌଣସି ଅର୍ଦ୍ଧବୃତ୍ତାକାର କାଚ ସ୍ଲାବର କେନ୍ଦ୍ର ଦିଗରେ ଆପତିତ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ପଥ ଅନୁରେଖନ କର ।

   ....

3. ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ଚନ୍ଦ୍ର ଦିଗ୍‌ବଳୟ ନିକଟର ଥିବା ବେଳେ କିପରି ଓ କାହିଁକି ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଯୋଗୁଁ ସେମାନଙ୍କର ଆକୃତିରେ ଆପାତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ?

   ....

4. ତାରାଗୁଡ଼ିକ କାହିଁକି ଦପ୍ ଦପ୍ ହୁଅନ୍ତି ?

   ....

5. ଖାଲିପାତ୍ର ତୁଳନାରେ ଜଳଭରା ପାତ୍ର କାହିଁକି କମ୍ ଗଭୀର ଜଣାପଡ଼େ ? ଏହା ପାଇଁ ଏକ ପରିଷ୍କାର ରଶ୍ମି ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

   ....

6. ଜଳପୃଷ୍ଠ ଉପରେ 52^0 କୋଣ କରି ଆପତିତ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ପ୍ରତିସରଣ କୋଣ ହିସାବ କର, m = 4/3 ନିଅ ।

   ....

20.4 ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 20.1

ଏକ ଦଣ୍ଡ ନିଅ, ଏହା ଉପରେ ସାଇକେଲ୍ ଗ୍ରୀଜ୍ ଲେପନ କର ଏବଂ ଏହାକୁ ଜଳରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଅ । କିମ୍ବା ହୋମିଓପାଥି ଔଷଧ ରଖିବା ଶିଶି ଭଳି ଏକ ସରୁ କାଚ ଶିଶି ନିଅ । ଏହାକୁ ଜଳରେ ବୁଡ଼ାଅ, ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ଦଣ୍ଡ କିମ୍ବା ଶିଶି ପ୍ରାୟ ରୌପ୍ୟପରି ଉଜ୍ଜଳ ଦେଖାଯିବ । ଏହାର କାରଣ କ'ଣ ଜାଣିଛ ? ଏହି ବିଚିତ୍ର ପ୍ରଭାବ ଏକ ବିଶେଷ ପ୍ରକାରର ପ୍ରତିସରଣର କାରଣରୁ ହୁଏ । ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ, ଏକ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଆଲୋକୀୟ ଘନମାଧ୍ୟମରୁ ଆଲୋକୀୟ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମକୁ ଅର୍ଥାତ୍ କାଚରୁ ବାୟୁକୁ କିମ୍ବା ଜଳରୁ ବାୟୁକୁ ଗତି କଲାବେଳେ ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମି ଅଭିଲମ୍ବ ଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଏ । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଆପତନ କୋଣ ତୁଳନାରେ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣ ଅଧିକ । ଆପତନ କୋଣର ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମିର କ'ଣ ହେବ ? ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମିର ବଙ୍କେଇବା ମଧ୍ୟ ବଢ଼ିଯାଏ । କିନ୍ତୁ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମାନ 90^0 ହୋଇପାରେ । **ଘନମାଧ୍ୟମରେ ଯେଉଁ ଆପତନ କୋଣ ପାଇଁ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମରେ (ଏହି ଉଦାହରଣରେ ବାୟୁ) ପ୍ରତିସୃତକୋଣ 90^0 ହୁଏ ତାହାକୁ ସଂକଟ କୋଣ i_c କୁହାଯାଏ** । ସେତେବେଳେ ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମି ଦୁଇ ମାଧ୍ୟମର ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ରହିବ । ଆପତନ କୋଣ ସଂକଟ କୋଣ ଠାରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ଆପତିତ ରଶ୍ମି ସେହି ମାଧ୍ୟମକୁ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ଫେରିଆସିବ । ଏହା ଚିତ୍ର 20.7(c) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏପରି ପ୍ରତିଫଳନକୁ **ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ** କୁହାଯାଏ ।

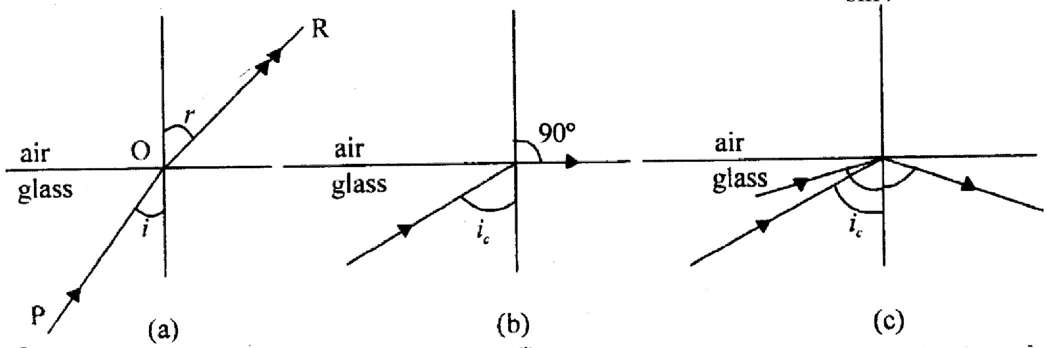
ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ହେବା ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଦୁଇଟି ସର୍ତ୍ତ ପୂରଣ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ଅଟେ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

- ଆଲୋକୀୟ ଘନମାଧ୍ୟମରୁ ଆଲୋକୀ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମକୁ ଆଲୋକ ଗତି କରୁଥିବ ।
- ଘନ ମାଧ୍ୟମରେ ଆପତନ କୋଣ ଦୁଇ ମାଧ୍ୟମ ନିମିତ୍ତ ସଂକଟ କୋଣ ଠାରୁ ଅଧିକ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।

କାର୍ଯ୍ୟ 20.1 ରେ କାଚ ନଳୀ ରୌପ୍ୟପରି ଦେଖାଯିବ, କାରଣ ଏହାର ପୃଷ୍ଠରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ହୋଇଥାଏ ।

ସ୍ନେଲଙ୍କ ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କରି ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ସଂଜ୍ଞାରେ ସଂକଟ କୋଣ ନିମିତ୍ତ ଏକ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ନିଗମନ କରିହେବ । କାଚ-ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ପ୍ରତିସରଣ ପାଇଁ ଲେଖି ପାରିବା : $\frac{\sin i}{\sin r} = \mu_{ga}$



ଚିତ୍ର 20.7 : (a) $i < i_c$ (b) $i = i_c$ (c) $i > i_c$ ପାଇଁ କାଚରୁ ବାୟୁକୁ ଗତି କରୁଥିବା ବେଳେ ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ ।

$r = 90^0$ ପାଇଁ $i = i_c$ ଆମେ ପାଇବା

$$\frac{\sin i_c}{\sin 90^0} = \mu_{ga} \quad \text{କିମ୍ବା} \quad \sin i_c = \mu_{ga}$$

ତେଣୁ $\mu_{ag} = \frac{1}{\mu_{ga}} = \frac{1}{\sin i_c}$

ସାରଣୀର 20.2 ରେ କେତେ ପଦାର୍ଥର ସଂକଟ କୋଣ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଉଦାହରଣ 20.4 : କାଚର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ 1.52 । କାଚ - ବାୟୁ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠର ସଂକଟ କୋଣକୁ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ : ଆମେ ଜାଣିଛୁ, $\mu = 1 / \sin i_c$

$$\sin i_c = 1/\mu = \frac{1}{1.52}$$

$$\therefore \quad i_c = 42^0$$

ସ୍ୱଚ୍ଛ ପଦାର୍ଥ ଅଧିକ ଚକ୍‌ଚକ୍ ଦେଖାଯିବାର କାରଣ ହେଉଛି ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ । ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ ବୁଝାଇ ପାରିବ କି ହୀରା କାହିଁକି ଏତେ ଚକ୍ ଚକ୍ କରୁଥାଏ ? କାରଣ ଏହାର ସଂକଟ କୋଣ ବହୁତ୍ କମ୍ ଅଟେ ଏବଂ ସ୍ଫଟିକରେ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ଅଧିକାଂଶ ଆଲୋକ ପଦାକୁ ବାହାରିବା ପୂର୍ବରୁ ବହୁବାର ପ୍ରତିଫଳନ କରିଥାଏ ।

ସାରଣୀ 20.2 : କେତେକ ପଦାର୍ଥର ସଂକଟ କୋଣ

ପଦାର୍ଥ	μ	ସଂକଟ କୋଣ
ଜଳ	1.33	48.75^0
କ୍ରାଉନ ଗ୍ଲାସ	1.52	$41^0 14^1$
ହୀରା	2.42	24.41^0
ଘନଫିଣ୍ଟ କାଚ	1.65	$37^0 31^1$

ଟିପ୍ପଣୀ

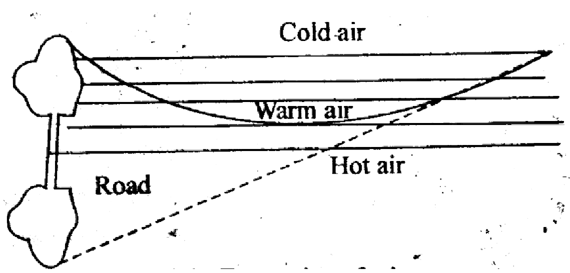
ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଯେତେ ମସୃଣ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ସାଧାରଣ ପ୍ରତିଫଳନରେ ଆପତିତ ରଶ୍ମି ତୁଳନାରେ ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମି ସର୍ବଦା କ୍ଷୀଣ ହୋଇଥାଏ । ଏହାର କାରଣ ହେଉଛି କିଛି ପରିମାଣର ଆଲୋକ ସର୍ବଦା ସଂଚରିତ କିମ୍ବା ଅବଶୋଷିତ ହୋଇଯାଏ । କିନ୍ତୁ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନରେ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ଶତପ୍ରତିଶତ (100%) ଆଲୋକ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇଥାଏ ।

20.4.1 ପ୍ରତିସରଣ ଏବଂ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନର ପ୍ରୟୋଗ

ବାସ୍ତବ ଜୀବନରେ ଏହି ପରିଘଟଣାର ଅନେକ ଉଦାହରଣ ଅଛି । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେତୋଟି ଏଠାରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

(a) ମରୀଚିକା : ମରୀଚିକା ଏକ ଆଲୋକୀୟ ଭ୍ରମ ଅଟେ ଯାହାକି ମରୁଭୂମିରେ କିମ୍ବା ଅତ୍ୟଧିକ ଖରାରେ ପିଚୁ ରାସ୍ତାରେ ଦେଖାଯାଏ । ତୁମେ ଦେଖିଥିବ ଯେ, ଜଳର ଭ୍ରମ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଯେଉଁଠି ବାସ୍ତବରେ ଜଳ ନ ଥାଏ ।

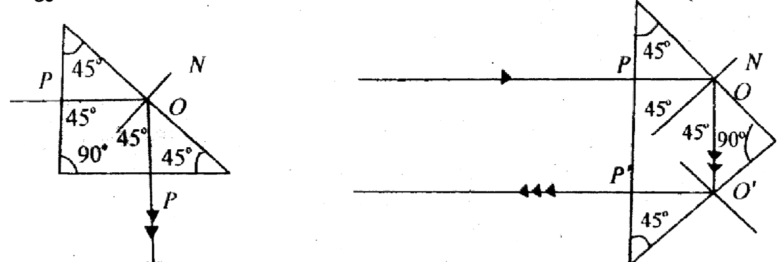
ଅତ୍ୟଧିକ ତାପରେ ରାସ୍ତା ଅଧିକ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୁଏ ଏବଂ ଏହା ସହ ସଂଲଗ୍ନ ବାୟୁ ମଧ୍ୟ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୁଏ । ଭୂସଂଲଗ୍ନ ବାୟୁମଣ୍ଡଳସ୍ତରର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଉପରର ଥଣ୍ଡା ସ୍ତରଠାରୁ କମ୍ ହୁଏ । ଯେହେତୁ ମାଧ୍ୟମରେ ହଠାତ୍ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉ ନାହିଁ, (ଚିତ୍ର 20.9) ତେଣୁ ଦୂରରୁ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ, ମନେକର ଗୋଟିଏ ଗଛରୁ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକ, ଏହି ସ୍ତରମାନଙ୍କ ଦେଇ ଆସୁଥିବା ବେଳେ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ବାଙ୍କି ଯାଏ । ଦୁଇଟି ସନ୍ନିକଟ ସ୍ତର ନିମିତ୍ତ ସଂକଟ କୋଣରୁ ଅଧିକ କୋଣରେ ଆପତିତ ହେଲେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ହୋଇଥାଏ । ଏଥିଯୋଗୁଁ ବୃକ୍ଷର ଓଲଟା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖାଯାଏ ଏବଂ ଏହା ଜଳକୁଣ୍ଡରୁ ପ୍ରତିଫଳନର ଭ୍ରମ ସୃଷ୍ଟି କରେ ।



ଚିତ୍ର 20.8 : ମରିଚୀକାର ଗଠନ ।

ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିଫଳିତ ପ୍ରିଜ୍‌ମ : (Totally Reflecting Prism)

ସମକୋଣୀ ସମଦ୍ୱିବାହୁ ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଭୂମି ପ୍ରିଜିମ୍ କିମ୍ବା 90^0, 45^0 ଏବଂ 45^0 କୋଣ ଥିବା ଏକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିଫଳିତ ପ୍ରିଜମ୍ ଏକ ଉତ୍ତମ ଉପାୟ । ଚିତ୍ର 20.9(a) ଦେଖ । ପ୍ରିଜମ୍‌ର ସମମିତତା ଦୃଷ୍ଟିରୁ ପ୍ରିଜମ୍‌ର A ବିନ୍ଦୁରେ 45^0 କୋଣ କରି ଆଲୋକ ଆପତିତ ହୁଏ ଯାହାକି କାଚର ସଂକଟ କୋଣ 42^0 ଠାରୁ ଅଧିକ ଅଟେ । ଫଳରେ ଆଲୋକର ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ହୁଏ ଏବଂ ଏହା 90^0 କୋଣ କରି ବିଚ୍ୟୁତ ହୁଏ ।

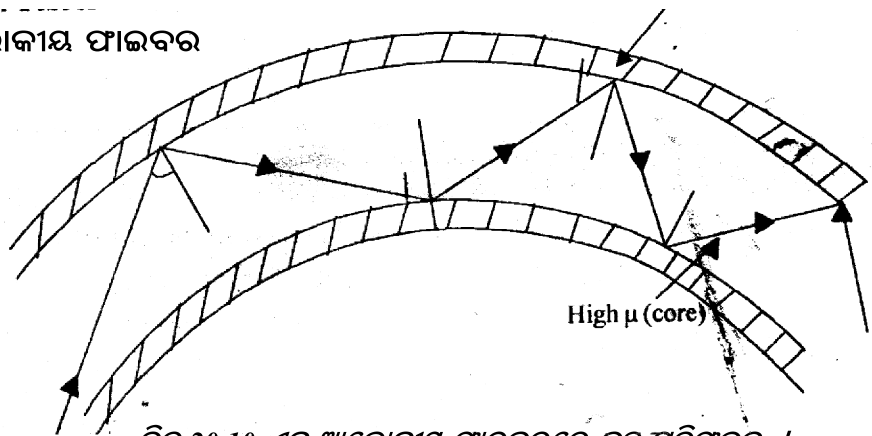


ଚିତ୍ର 20.3 ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିଫଳିତ ପ୍ରିଜ୍‌ମ (Totally Reflecting Prism)

ଟିପ୍ପଣୀ

ପ୍ରିଜମ୍ର ଅନ୍ୟ ଏକ ପୃଷ୍ଠ ଆପତିତ ରଶ୍ମି ନିମିତ୍ତ ନେଲେ, ଚିତ୍ର 20.9(b) ରୁ ଦେଖାଯିବ ଯେ, O ଏବଂ O′ ରେ ଦୁଇଥର ଅନୁକ୍ରମିକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ 180^0 ବିଚଳନ ହୁଏ ।

ଆଲୋକୀୟ ଫାଇବର



ଚିତ୍ର 20.10 ଏକ ଆଲୋକୀୟ ଫାଇବରରେ ବହୁ ପ୍ରତିଫଳନ ।

ଏକ "ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁ" କାଚ କିମ୍ବା କ୍ୱାର୍ଜରେ ନିର୍ମିତ କେଶଭଳି ଏକ ସରୁ ସଂରଚନା ଅଟେ । ଏହାର ଆଭ୍ୟନ୍ତର କ୍ରୋଡ଼ ଉପରେ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ କମ୍ ଥିବା ଏକ ସାମଗ୍ରୀର ପତଳା ଆସ୍ତରଣ (ଏହାକୁ **କ୍ଲାଡ଼ିଂ** କୁହାଯାଏ) ଦିଆଯାଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, କ୍ରୋଡ଼ର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ପ୍ରାୟ 1.7 ଏବଂ ଆସ୍ତରଣର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ 1.5 ହୁଏ । ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ନିଶ୍ଚିତ । ଯଦି ତୁମେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନର ସର୍ତ୍ତଗୁଡ଼ିକୁ ମନେ ପକାଇବ, ଏହାକୁ ସହଜରେ ବୁଝିପାରିବ ।

ତନ୍ତୁର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତରେ ଆଲୋକ ଅଳ୍ପ କୋଣରେ ଆପତିତ ହେଲେ, ତନ୍ତୁରେ ଅନେକ ଥର ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ହୋଇଥାଏ (ଚିତ୍ର 20.10) । ପରିଶେଷରେ ଆଲୋକ ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ତୀବ୍ରତା ହାନୀ ନ ହୋଇ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ । ତନ୍ତୁ ମୋଡ଼ ହେଲେ ମଧ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁ ଗୁଡ଼ିକର ବହୁଳ ବ୍ୟବହାର ହେଉଛି ।

ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ ନମନୀୟ ହାଲୁକା ପାଇପ ସାହାଯ୍ୟରେ ଶରୀରର ଅଗମ୍ୟ ଭାଗକୁ ଯଥା : ପାକସ୍ଥଳୀ ତଥା ମୂତ୍ରାଶୟ ଆଦିର ଲାପ୍ରୋସ୍କୋପି ପରୀକ୍ଷଣ କରାଯାଇଥାଏ । ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁର ଚିକିତ୍ସା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅନ୍ୟ ପ୍ରୟୋଗ ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ନ୍ୟୁରୋସର୍ଜରୀ ତଥା ଶ୍ୱସନଳୀର ଅଧ୍ୟୟନ ।

ଚିକିତ୍ସା କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରୟୋଗ ବ୍ୟତୀତ, ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁମାନ ଆଜିର ଯୋଗାଯୋଗ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବୈପ୍ଳବିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିଛି । ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ନ ହୋଇ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନକୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ତନ୍ତୁ 10,000 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବାର୍ତ୍ତା ବହନ କରିପାରେ । ସେଥିପାଇଁ ଲକ୍ଷଲକ୍ଷ ବ୍ୟକ୍ତି ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁ ନେଟ୍ୱାର୍କ ମାଧ୍ୟମରେ ମହାଦେଶ ସାରା ଏକ ସଙ୍ଗରେ କଥାବାର୍ତ୍ତା କରି ପାରୁଛନ୍ତି ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 20.4

1. କୌଣସି ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମରୁ ଘନ ମାଧ୍ୟମକୁ ଗତି କଲେ, କାହିଁକି ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ହୁଏ ନାହିଁ ?

....

ଟିପ୍ପଣୀ

2. କାଚର ସଂକଟ କୋଣ 42^0 । ଯଦି ଖଣ୍ଡକାଚ ପେଣ୍ଡୁ ଜଳରେ ବୁଡ଼ାଯାଏ ତେବେ ଏହାର ମାନର କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ କି ? ତୁମ ଉତ୍ତର ସପକ୍ଷରେ କାରଣ ଦର୍ଶାଅ ।

....

3. ରଶ୍ମି ରେଖାଚିତ୍ର ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଅ - (i) ସମତଳ ଦର୍ପଣ (ii) ପୂର୍ଣ୍ଣ ପତିଫଳକ ପ୍ରିଜ୍‌ମର ପ୍ରୟୋଗ କରି ଆଲୋକ ରଶ୍ମି କିଭଳି 90^0 କୋଣ କରି ନିର୍ଗତ ହେଉ ଅଛି ? ଦ୍ୱିତୀୟ ଉଦାହରଣରେ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା କାହିଁକି ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।

....

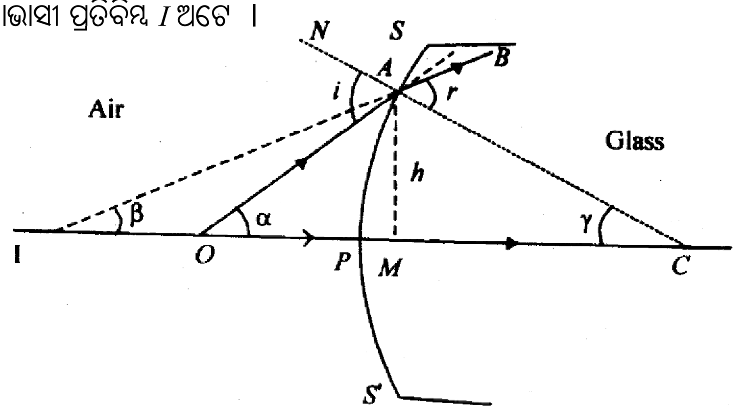
4. ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ 25 cm ଗଭୀରତାର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଅଛି । ଉପର ଦେଖିଲେ ଏହାର ଆଭାସୀ ଗଭୀରତା କେତେ ହେବ, ତରଳର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ 125 ଅଟେ ? ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂକଟ କୋଣ କେତେ ହେବ ?

....

20.5. ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠରେ ପ୍ରତିସରଣ

ଆମେ କାଚଗୋଲି, ଜଳବୁନ୍ଦା, କାଚ ଶିଶି ଭଳି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠଗୁଡ଼ିକର ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିବିମ୍ବ କିପରି ଗଠିତ ହୋଇଛି, ତାହାକୁ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା । ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପ୍ରତିସରିତ ପୃଷ୍ଠରୁ ଦୂରତା ମାପିବାକୁ ଆମେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ପାଇଁ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ସମାନ ସଂକେତ ପ୍ରଥା ବ୍ୟବହାର କରିବା । ଚିତ୍ର 20.11 କୁ ଦେଖ ।

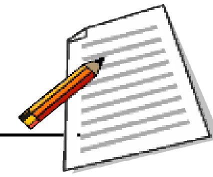
SPS' ହେଉଛି ବାୟୁ ଏବଂ କାଚ, ମାଧ୍ୟମ ଦ୍ୱୟଙ୍କୁ ପୃଥକ୍ କରୁଥିବା ଏକ ଉତ୍ତଳ ପ୍ରତିସରିତ ପୃଷ୍ଠ । C ଏହାର ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର । SPS' ଉପରେ P ବିନ୍ଦୁ ପ୍ରାୟ ସମବିନ୍ୟାସ ସ୍ଥିତିରେ ଅଛି । ତୁମେ ଏହାକୁ ପୋଲ୍ କହିପାର । ତେବେ CP ହେଉଛି ପ୍ରଧାନ ଅକ୍ଷ । O ଏକ ବିନ୍ଦୁ ବସ୍ତୁ ଅଟେ । OA ଏକ ଆପତିତ ରଶ୍ମି ଏବଂ AB ପ୍ରତିସରିତ ରଶ୍ମି ଅଟେ । ଅନ୍ୟ ଏକ ରଶ୍ମି OP ଏହାର ପୃଷ୍ଠରେ ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବରେ ଆପତିତ ହେଉଛି ଏବଂ ପ୍ରତିସରଣ ପରେ ଅବିଚଳିତ ରହିଥାଏ । PC ଏବଂ AB, I ରୁ ଆସୁଥିବା ଭଳି ପ୍ରତୀୟମାନ ହୁଏ । ତେଣୁ 'O' ର ଆଭାସୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ I ଅଟେ ।



ଚିତ୍ର 20.11 ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ପ୍ରତିସରଣ

ଆପତନ କୋଣ $ÐOAN = i$ ଏବଂ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣ $ÐCAB= r$ ହେଉ । ଉପଯୁକ୍ତସଂକେତ ପ୍ରଥା ବ୍ୟବହାର କରି ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା

$$PO = -u, \quad PI = -v, \quad PC = +R$$



ଟିପ୍ପଣୀ

OA, IO ଓ CA ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଧାନ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସୃଷ୍ଟ କୋଣଗୁଡ଼ିକ ଯଥାକ୍ରମେ., a, b, ଓ r ହେଉ । A ରୁ ପ୍ରଧାନ ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ଅଙ୍କିତ ଅଭିଲମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା h ଅଟେ ।

D OCA ଓ D ICA ରୁ ପାଇବା

i = a $+ r$ (i ହେଉଛି ବହିଃସ୍ଥ କୋଣ) (20.10)

. ଏବଂ r = a $+ r$ (r ହେଉଛି ବହିଃସ୍ଥ କୋଣ) (20.11)

ସ୍ନେଲଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \mathrm{m}$$

ଏଠାରେ m ହେଉଛି ବାୟୁ ତୁଳନାରେ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ, ଛୋଟ ଦ୍ୱାରକ ଥିବା ପୃଷ୍ଠ ପାଇଁ, P, A ର ପାଖାପାଖି ଏବଂ ତେଣୁ i ଓ r ଅତି ଛୋଟ ($\sin i \simeq i, \sin r \simeq r$) । ସେହି ଅନୁସାରେ ଉପରିସ୍ଥ ସମୀକରଣ ହେବ,

$$i = \mathrm{m}r \qquad (20.12)$$

ସମୀକରଣ (20.10) ଓ (20.11) ର ମୂଲ୍ୟକୁ ସମୀକରଣ (20.12) ରେ ସ୍ଥାପନ କଲେ, ପାଇବା -

$$\mathrm{a} + r = \mathrm{m}(\mathrm{b} + \mathrm{g})$$

କିମ୍ବା $\mathrm{a} - \mathrm{mb} = \mathrm{g}\ (\mathrm{m} - 1)$ (20.13)

a, b ଏବଂ g ଅତ୍ୟନ୍ତ ଛୋଟ ହୋଇଥିବାରୁ $\tan \mathrm{a} \simeq \mathrm{a}$ ଏବଂ $\tan \mathrm{b} \simeq \mathrm{b}$ ଏବଂ $\tan \mathrm{g} \simeq \mathrm{g}$

ଚିତ୍ର 20.11 ରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ବିଚାର କରି, ତେଣୁ ଲେଖିପାରିବା

$$\mathrm{a} = \tan \mathrm{a} = \frac{AM}{MO} = \frac{AP}{PO} = \frac{h}{-u}$$ (ଯଦି M,ର ଅତିନିକଟରେ P ଥାଏ)

ଏବଂ $\mathrm{b} = \tan \mathrm{b} = \frac{\mathrm{AM}}{\mathrm{MI}} = \frac{\mathrm{AM}}{\mathrm{PI}} = \frac{\mathrm{h}}{-\upsilon}$

ଓ $\tan \mathrm{g} \simeq \mathrm{g} = \frac{AM}{MC} = \frac{AM}{PC} = \frac{h}{R}$

a, b ଓ r ର ମାନ ସମୀକରଣ (20.13) ରେ ସ୍ଥାପନ କଲେ ମିଳିବ,

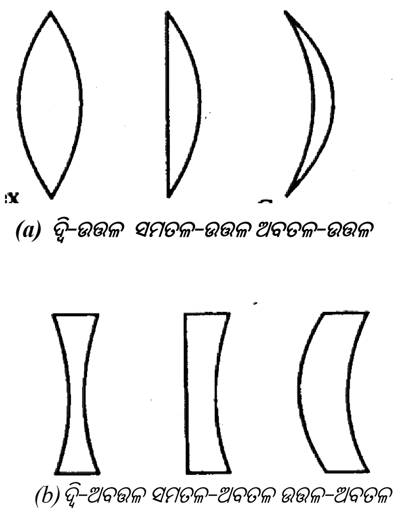
$$\frac{h}{-u} - \frac{\mu h}{\upsilon} = (\mathrm{m} - 1)\ \frac{h}{R}$$

କିମ୍ବା $\frac{\mu}{\upsilon} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R}$ (20.14)

ଏହି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ସମ୍ବନ୍ଧ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା ଏବଂ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଦୂରତା ସହ ପ୍ରତିସରିତ ପୃଷ୍ଠର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଓ ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ବନ୍ଧ ଦର୍ଶାଉଛି ।

20.5.1 ଲେନ୍ସ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିଫଳନ

ଲେନ୍ସ ଦୁଇଟି ପୃଷ୍ଠଥିବା ଏକ ପତଳା ସ୍ୱଚ୍ଛ ପଦାର୍ଥ (ସାଧାରଣତଃ କାଚ) ଯାହାର ଗୋଟିଏ କିମ୍ବା ଉଭୟ ପୃଷ୍ଠ ବକ୍ର ଅଟେ (ଅଧିକାଂଶ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର) । ପୂର୍ବ ଶ୍ରେଣୀମାନଙ୍କର ତୁମେ ପଢ଼ିଛ ଯେ, ଲେନସ ମୁଖ୍ୟତଃ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର - ଉତ୍ତଳ ଓ ଅବତଳ ଲେନ୍ସ । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚିତ୍ର 20.12 ରେ ଦର୍ଶାଯିବା ଭଳି ପୁନଶ୍ଚ ତିନିଭାଗରେ ଉପବିଭାଜିତ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ତୁମେ ଦେଖିବ ସମତଳ-ଉତ୍ତଳ ଲେନସ ଏବଂ ସମତଳ-ଅବତଳ ଲେନ୍ସ



ଚିତ୍ର 20.12 ଲେନ୍ସର ପ୍ରକାରଭେଦ

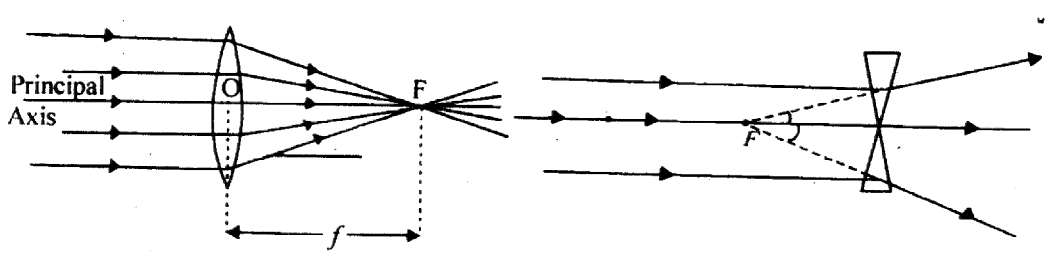
ମୌଳିକ ପାରିଭାଷିକ ଶବ୍ଦାବଳୀ

ପତଳା ଲେନ୍ସ : ଯଦି ଲେନସର ମୋଟେଇ ଏହାର ବକ୍ରପୃଷ୍ଠର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ତୁଳନାରେ ନଗଣ୍ୟ ହୁଏ । ତେବେ ଲେନ୍ସକୁ ପତଳା ଲେନସ କୁହାଯାଏ । ଏଠାରେ କେବଳ ପତଳା ଲେନସ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରାଯିବ ।

ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ : ଲେନସର ଦୁଇ ପୃଷ୍ଠର ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ଦ୍ୱୟକୁ ଯୋଗ କରୁଥିବା ରେଖାକୁ ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ କୁହାଯାଏ ।

ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର : ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷରେ ଅବସ୍ଥିତ ଲେନସର କେନ୍ଦ୍ରବିନ୍ଦୁକୁ ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର କୁହାଯାଏ । ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର ଦେଇ ଯାଉଥିବା ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ କେବେ ହେଲେ ବିଚଳିତ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ ।

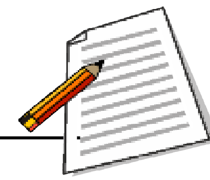
ମୁଖ୍ୟ ଫୋକସ ଏପରି ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଯେଉଁଠାରେ ଉପର ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ଏବଂ ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଅଭିସରିତ ହୁଏ କିମ୍ବା ଅପସାରିତ ହେଲା ଭଳି ପ୍ରତୀୟମାନ ହୋଇଥାଏ । ଏହାକୁ F ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନାଯାଏ । (ଚିତ୍ର 20.13) ଲେନସ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଉଭୟ ଦିଗରେ ଗତି କରିପାରେ । ତେଣୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲେନସର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ଫୋକସ୍ ଥାଏ । ଏପରି ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ଫୋକସ୍ ଥାଏ ।



ଚିତ୍ର 20.13 (a) ଉତ୍ତଳ ଏବଂ (b) ଅବତଳ ଲେନସଗୁଡ଼ିକର ଫୋକସ୍

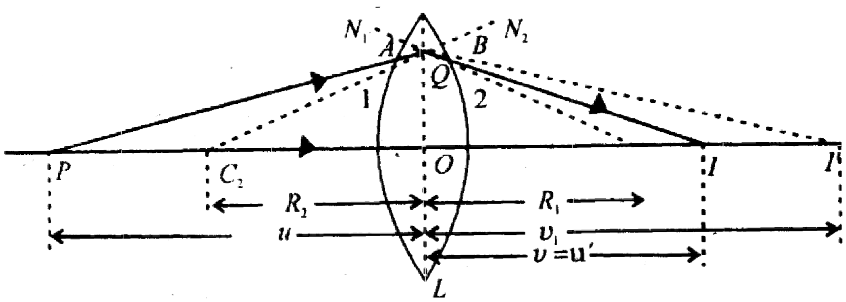
ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର ଓ ମୁଖ୍ୟ ଫୋକସ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ଫୋକସ ଦୂରତା କୁହାଯାଏ । ଚିତ୍ର 20.13 ରେ OF ହେଉଛି ଫୋକସ ଦୂରତା (f) । ପ୍ରଚଳିତ ସଂକେତ ପ୍ରଥାନୁସାରେ OF ପଜିଟିଭ୍ ଏବଂ ଅବତଳ ଲେନ୍ସ ପାଇଁ OF ନେଗେଟିଭ୍ ଅଟେ ।

ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ଅଭିଲମ୍ବ ଏବଂ ଫୋକସ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଯାଇଥିବା ସମତଳକୁ ଫୋକସ ସମତଳ କୁହାଯାଏ ।



20.5.2 ଲେନସ ନିର୍ମାତାଙ୍କ ସୂତ୍ର ଏବଂ ବର୍ଦ୍ଧନ

ତୁମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଅନୁମାନ କରୁଥିବ ଯେ, ଫୋକସ ଦୂରତା ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏବଂ ଲେନ୍ସ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ସହ ସଂପର୍କିତ । ମନେକର ଏକ ପତଳା ଉତ୍ତଳ ଲେନସ . ନିର୍ମିତ ଏକ ଆଲୋକୀୟ ବେଞ୍ଚ ଉପରେ ରଖାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର (20.14) । ମନେକର ବାୟୁ ତୁଳନାରେ ଲେନସ ନିର୍ମିତ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ m ହେଉ ଏବଂ ଏହାର ଦୁଇ ପୃଷ୍ଠର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଯଥାକ୍ରମେ R_1 ଓ R_2 ହେଉ । ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ଉପରେ P ଠାରେ ଏକ ବିନ୍ଦୁ ବସ୍ତୁ ଅଛି । ବକ୍ର ପୃଷ୍ଠତଳ 1 ଓ 2 ର ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ରଦ୍ୱୟ ଯଥାକ୍ରମେ C_1 ଓ C_2 ହେଉ ।



ଚିତ୍ର 20.14 : ଏକ ପତଳା ଦ୍ୱି-ଉତ୍ତଳ ଲେନସ ଦ୍ୱାରା ବିନ୍ଦୁ ବସ୍ତୁର ସ୍ପଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବ

P ରୁ ଏକ ରଶ୍ମି ପୃଷ୍ଠ -1 ରେ A ବିନ୍ଦୁରେ ଆପତିତ ହେଉଛି । ପୃଷ୍ଠ -1 ପ୍ରତି A ବିନ୍ଦୁରେ ଅଭିଲମ୍ବ C_1N_1 ଅଟେ । ରଶ୍ମି PA ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମ (ବାୟୁ)ରୁ ଘନମାଧ୍ୟମ (କାଚ)କୁ ଯାଉଥିବାରୁ ଅଭିଲମ୍ବ ଆଡ଼କୁ ବଙ୍କାଇ AB ଦିଗରେ ଗତି କରିବ । ପୃଷ୍ଠ -2 ନ ଥିଲେ AB ରଶ୍ମି ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ C_2C_1କୁ I' ବିନ୍ଦୁରେ ମିଶିଥାନ୍ତା । ଏଇଭଳି P ଠାରୁ ଆଉ ଏକ ରଶ୍ମି ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର O ହୋଇ I' ବିନ୍ଦୁ ଦେଇ ଯାଏ । ତେଣୁ I' ବସ୍ତୁ P ର ଆଭାସୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଅଟେ ।

ଯେହେତୁ ବ୍ୟବହୃତ ଲେନ୍ସ ପତଳା ଅଟେ, ସେଥିପାଇଁ A ଓ B ବିନ୍ଦୁ Q ର ଅତି ନିକଟରେ ଥିବା ମନେ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏହି ପ୍ରକାର C_2A କୁ C_1Q ସହ ସମାନ ଏବଂ C_1B କୁ C_1Q ସହ ସମାନ ଧରାଯାଏ ।

ବସ୍ତୁର ଦୂରତା $OP = u$ ଏବଂ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା $OI' = u_1$ (ମନେକର) । ସମୀକରଣ (20.14) ପ୍ରୟୋଗ କରି ଲେଖି ହେବ ।

$$\frac{\mu}{\upsilon_1} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R_1} \qquad (20.15)$$

ଲେନ୍ସର ପୃଷ୍ଠ -2 ର ଉପସ୍ଥିତି ହେତୁ AB ରଶ୍ମି ପୃଷ୍ଠର B ଠାରେ ଆପତିତ ହେବ । B ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ C_2N_2 ଏହାପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଅଟେ । ଯେହେତୁ ରଶ୍ମି AB ଘନ ମାଧ୍ୟମ (କାଚ)ରୁ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମ (ବାୟୁ)କୁ ଗତି କରୁଛି ତେଣୁ ଏହା ଅଭିଲମ୍ବ C_2N_2 ଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଇ BI ଦିଗରେ ଯିବ ଏବଂ P ରୁ ନିର୍ଗତ ଆଉ ଏକ ରଶ୍ମି ସହ I ବିନ୍ଦୁରେ ମିଳିତ ହେବ । ତେଣୁ I ଲେନସ ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁ P ର ପ୍ରତିବିମ୍ବ I ଅଟେ । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା $OI=Vu$ ଅଟେ ।

ବିନ୍ଦୁ ବସ୍ତୁ O କୁ ବିଚାର କଲେ ଏହାର ଆଭାସୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ I' (ପୃଷ୍ଠ 1 କାରଣରୁ) ଏବଂ ଅନ୍ତିମ ପ୍ରତିବିମ୍ବ I ଅଟେ । I' ଲେନସର ପୃଷ୍ଠ -2 ପାଇଁ ଆଭାସୀ ବସ୍ତୁ ଅଟେ ଏବଂ I ଅନ୍ତିମ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଅଟେ । ତେଣୁ ଆଭାସୀ ବସ୍ତୁ I' ଏବଂ ଅନ୍ତିମ ପ୍ରତିବିମ୍ବ I ପାଇଁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା $OI' = u' = u_1$ ଏବଂ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା OI = υ ହେବ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ସମୀକରଣ (20.12) କୁ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଏବଂ ରଶ୍ମି AB କାଚରୁ ବାୟୁକୁ ଗତି କରୁଛି । ଆମେ ପାଇବା :

$$\frac{(1/\mu)}{\upsilon} + \frac{1}{\upsilon_1} = \frac{(1/\mu) - 1}{R_2}$$

କିମ୍ବା $$\frac{1}{\mu\upsilon} - \frac{1}{\upsilon_1} = \frac{1-\mu}{\mu R_2}$$

ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ m ଦ୍ୱାରା ଗୁଣନ କଲେ ପାଇବା,

$$\frac{1}{\upsilon} - \frac{\mu}{\upsilon_1} = \frac{\mu - 1}{R_2} \qquad (20.16)$$

ସମୀକରଣ (20.15) ଏବଂ ସମୀକରଣ (20.16) କୁ ଯୋଗ କଲେ ପାଇବା,

$$\frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{u} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad (20.17)$$

ଯଦି u = ¥ ଅର୍ଥାତ୍ ବସ୍ତୁ ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ ଅଛି, ଆସୁଥିବା ରଶ୍ମି ଗୁଡ଼ିକ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ଆସିବେ ଏବଂ ପ୍ରତିସରଣ ପରେ ଫୋକସ୍‌ରେ ଅଭିସରିତ ହେବେ । ତେବେ ସମୀକରଣ (20.17) ହେବ, $(u = f)$

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad (20.18)$$

ଏହାକୁ ଲେନ୍‌ସ ନିର୍ମାତାଙ୍କ ସୂତ୍ର କୁହାଯାଏ ।

ସମୀକରଣ (20.17) ଏବଂ (20.18) ରୁ ଆମେ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିବା

l *ଏକ ଲେନସର ଫୋକସ ଦୂରତା, ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠଗୁଡ଼ିକର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଅଧିକ ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଥିବା ଲେନସର ଫୋକସ ଦୂରତା ଅଧିକ ହେବ ।*

l *ଯଦି ଲେନସ ନିର୍ମିତ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଅଧିକ ହୋଇଥିବ, ତେବେ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା କମ୍ ହେବ ।*

ଯଦି ଲେନ୍‌ସକୁ ଜଳ କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ତେବେ mର ମାନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ଏବଂ ତୁମେ ନିଜେ କଳନା କରିପାରବ ଯେ ଫୋକସ ଦୂରତାରେ ବୃଦ୍ଧି ହେବ । ଯଦି ମାଧ୍ୟମର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଲେନ୍‌ସ ନିର୍ମିତ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତାଠାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ ଯଥା କାର୍ବନ ଡାଇସଲଫାଇଡ୍ ତେବେ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଅପସରୀ ମଧ୍ୟ ଯାଇ ପାରନ୍ତି ।

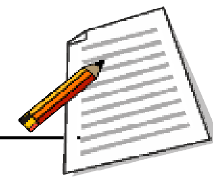
20.6 ଲେନସ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ

ଲେନସ ଦ୍ୱାର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ନିମିତ୍ତ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକର ନିମ୍ନଲିଖିତ ଧର୍ମମାନ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ।

l ଲେନ୍‌ସର ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର ଦେଇ ଯାଉଥିବା ଏକ ରଶ୍ମି ଅବିଚଳିତ ରହିଥାଏ ।

l ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ଏକ ଆପତିତ ରଶ୍ମି ପ୍ରତିସରଣ ପରେ ମୁଖ୍ୟ ଫୋକସ ଦେଇ ଗତି କରେ ।

F ଓ F' ହୋଇ ଯାଇଥିବା ରଶ୍ମି ପ୍ରତିସରଣ ପରେ ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ଯାଇଥାଏ ।



ରଶ୍ମି ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ ବେଳେ ଏହି ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଦୁଇଟି ରଶ୍ମିକୁ ବଛା ଯାଇଥାଏ । ଲେନସ

ଲେନ୍ସ ସୂତ୍ର $\frac{1}{f} = \frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{u}$ ରୁ ଜଣା ଯାଉଛି ଯେ, ପ୍ରତିବିମ୍ବାର ଦୂରତା (v) ନିର୍ଭର କରେ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା (u) ଏବଂ ଲେନ୍ସର ଫୋକସ ଦୂରତା (f) ଉପରେ ଗଠିତ ।

ଲେନସ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା ଏବଂ ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତାର ଅନୁପାତ ହେଉଛି ଏକ ଲେନ୍ସର ବର୍ଦ୍ଧନ କ୍ଷମତାର ସଂଜ୍ଞା ଏବଂ ଏହାକୁ *m* ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟକ୍ତ କରାଯାଏ ।

$$m = \frac{I}{O} = \frac{\upsilon}{u}$$

ଏଠାରେ I ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା ଏବଂ O ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ 20.5 : ଏକ ଦ୍ୱି-ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧଗୁଡ଼ିକ ଯଥାକ୍ରମେ 15 cm ଏବଂ 30 cm । ଏହାର ଫୋକସ ଦୂରତା ହିସାବ କର । 1.65 ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କର ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ାଇଲେ ଏହାର ଫୋକସ ଦୂରତା ମଧ୍ୟ ହିସାବ କର । କାଚ ପାଇଁ m ର ମାନ 1.5 ଅଟେ ।

ସମାଧାନ : ସମୀକରଣ 20.18 ଅନୁସାରେ $\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

ଏଠାରେ $R_1 = +15$ cm ଏବଂ $R_1 = -30$ cm ଦତ୍ତ ମାନଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କଲେ, ପାଇବା

$$\frac{1}{f} = (1.5 - 1)\left(\frac{1}{15} - \frac{1}{-30}\right)$$

$$f = 20 \text{ cm}$$

ଲେନସକୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ାଇଲେ m ର ସ୍ଥାନରେ m_{lg} ସ୍ଥାପନ କର :

. ତେଣୁ $\frac{1}{f_1} = (\mu_{ig} - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

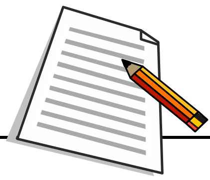
$$= \left(\frac{10}{11} - 1\right)\left(\frac{1}{15} - \frac{1}{-30}\right) = \frac{1}{110}$$

$$f = -110 \text{ cm}$$

ଯେହେତୁ f ନେଗେଟିଭ, ବାସ୍ତବରେ ଲେନ୍ସ ଏକ ଅବତଳ ଲେନସ ଭଳି ଆଚରଣ କରିବ ।

20.7 ଲେନସର ପାୱାର

ଲେନସର ଏକ ବ୍ୟାବହାରିକ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଛି ଦୃଷ୍ଟିଦୋଷକୁ ସୁଧାରିବାରେ । ଏପରି ହୋଇପାରେ ଯେ, ତୁମେ ନିଜେ ଚଷମା ବ୍ୟବହାର କରୁଛୁ କିମ୍ବା ନିଜର ସହପାଠୀମାନେ, ମାତା-ପିତା କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ ଲୋକମାନେ ଚଷମା ପିନ୍ଧିଥିବାର ଦେଖିଥିବ । କିନ୍ତୁ ସେମାନଙ୍କର ଲେନସ ପାୱାର କେତେ ପଚାରିଲେ ସେମାନେ କେବଳ ଏକ ନେଗେଟିଭ କିମ୍ବା ପଜିଟିଭ ସଂଖ୍ୟା ବତାଇ ଥାଆନ୍ତି । ଏହି ସଂଖ୍ୟା କ'ଣ ସୂଚାଏ ? ଏହି ସଂଖ୍ୟା



ଟିପ୍ପଣୀ

ହେଉଛି ଲେନସର ପାୱାର ଡାୟୋପ୍ଟର ମାପରେ । ମିଟର ମାପରେ ଫୋକସ୍ ଦୂରତାର ବ୍ୟୁତ୍କ୍ରମ ହେଉଛି ଲେନ୍ସର ପାୱାରର ସଂଜ୍ଞା ।

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

ଲେନସ ପାୱାରର S1 ପଦ୍ଧତିର ଏକକ ହେଉଛି m^{-1}

ଡାୟୋପ୍ଟର ହେଉଛି ଚକ୍ଷୁ ଡାକ୍ତରମାନେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ଏକ ବ୍ୟବସାୟିକ ଏକକ ମାତ୍ର । ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସର ପାୱାର ପିଜିଟିଭ ଏବଂ ଅବତଳ ଲେନସର ପାୱାର ନେଗେଟିଭ ଅଟେ । ଲକ୍ଷ୍ୟ କର, ଅଧିକ ପାୱାରର ଲେନ୍ସ ଅର୍ଥ ଫୋକସ ଦୂରତା କମ୍ ଅଟେ । ଲେନସ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରୁଥିବା ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କ ସୂତ୍ରକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଆମେ ଲେନସର ପାୱାର ଏବଂ ବକ୍ରତା - ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ସଂବନ୍ଧ ଦେଇପାରିବା :

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \text{ କିମ୍ବା } P = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

ଉଦାହରଣ 20.6 :

+2.75 ଡାୟୋପ୍ଟର ପାୱାର ମିଳିବା ପାଇଁ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ସମାନ ଥିବା କାଚରେ ତିଆରି ଗୋଟିଏ ଦ୍ୱି-ଉତ୍ତଳ ଲେନସର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ : $P = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

$P = +2.75$ ଡାଇଆପ୍ଟର

$\mu = 1.54$ ଏବଂ $R_1 = R_2$

ଏବଂ $R_2 = -R$

ଲେନ୍ସ ମେକରଙ୍କ ସୂତ୍ରରେ ମାନ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କଲେ

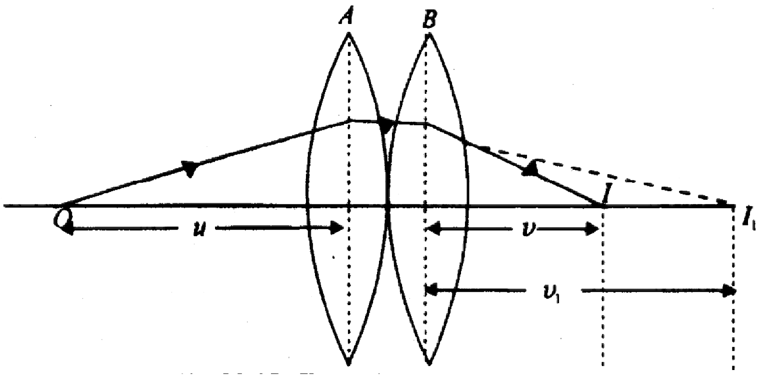
$$2.75 = (0.54)\ \frac{2}{R}$$

$$\Rightarrow R = \frac{0.54 \times 2}{2.75}$$

$$= 0.39m = 39\ cm$$

20.8 ଲେନସଗୁଡ଼ିକର ସଂଯୋଜନ

ଚିତ୍ର 20.15 କୁ ଦେଖ । f_1 ଓ f_2 ଏବଂ ଯଥାକ୍ରମେ ଫୋକସ ଦୂରତାର ଦୁଇଟି ପତଳା ଉତ୍ତଳ ଲେନସ ପରସ୍ପର ସହ ସଂଯୁକ୍ତକରି ରଖାଯାଇଛି । ଲେନସ ମାନଙ୍କର ସାଧାରଣ ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷରେ ହେଉଛି ଏକ ବିନ୍ଦୁ ବସ୍ତୁ ।



ଚିତ୍ର 20.15 ପରସ୍ପରକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରୁଥିବା ଦୁଇଟି ପତଳା ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସ

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର, ଲେନ୍ସ A ଯୋଗୁଁ ବସ୍ତୁ O ର ପ୍ରତିବିମ୍ବ I_1ରେ ଗଠିତ ହୁଏ । ଏହା ଲେନ୍ସ B ପାଇଁ **ଆଭାସୀ ବସ୍ତୁ** ରୂପେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ ଅନ୍ତିମ ପ୍ରତିବିମ୍ବ I ରେ ଗଠିତ ହୁଏ । ଯଦି ଲେନ୍ସ A ପାଇଁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା u_1 ଏବଂ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଦୂରତା u_1 ହୁଏ, ତେବେ ଲେନସ ସୂତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ କରି ଲେଖି ପାରିବା

$$\frac{1}{υ_1} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} \qquad (20.19)$$

ଯଦି ଲେନସ B ପାଇଁ ଅନ୍ତିମ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଦୂରତା u ହୁଏ, ତାହାଲେ

$$\frac{1}{υ} - \frac{1}{υ_1} = \frac{1}{f_2} \qquad (20.20)$$

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଯେ, ଉପରୋକ୍ତ ବ୍ୟଞ୍ଜକକୁ ଲେଖିବା ପାଇଁ ପତଳା ଲେନସ B ପାଇଁ u_1 କୁ ବସ୍ତୁ ଦୂରତା ନେଇଛୁ । ସମୀକରଣ 20.19 ଏବଂ 20.20 କୁ ମିଶ୍ରଣ କଲେ,

$$\frac{1}{υ} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \qquad (20.21)$$

ଯଦି ଲେନସ ସଂଯୋଜନର ପରିବର୍ତ୍ତେ F ଫୋକସ ଦୂରତାର ଗୋଟିଏ ଲେନସ ବ୍ୟବହାର କଲେ O ର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସେହି ଅବସ୍ଥିତି I ରେ ଗଠିତ ହେବ, ତେବେ ଏହି ଲେନ୍ସକୁ ଲେନ୍ସ ଦ୍ୱୟର ସହ ସମତୁଲ୍ୟ କହିପାରିବା । ଏହି ସଂଯୋଜନକୁ **ସମତୁଲ୍ୟ ଲେନ୍ସ** ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

ସମତୁଲ୍ୟ ଲେନ୍ସ ପାଇଁ ଲେଖି ପାରିବା :

$$\frac{1}{υ} - \frac{1}{u} = \frac{1}{F} \qquad (20.22)$$

ଟିପ୍ପଣୀ

ଏଠାରେ $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$ (20.23)

ଯଦି P ସମତୁଲ୍ୟ ଲେନସର ପାଓ୍ୱାର ହୁଏ ଏବଂ P_1 ଓ P_2 ଯଥାକ୍ରମେ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଲେନସଗୁଡ଼ିର ପାଓ୍ୱାର୍ ହୁଏ, ତେବେ

$$P = P_1 + P_2 \qquad (20.24)$$

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ସଂଯୋଜନରେ ଥିବା ଦୁଇଟି ପତଳା ଲେନସ ପାଇଁ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ହେଶଇଥିବା ସମୀକରଣ 20.23 ଓ 20.24 ମାନ ସଂଯୋଜନରେ ଥିବା ଯେକୌଣସି ପ୍ରକାରର ଦୁଇଟି ପତଳା ଲେନସ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ । ଏହି ପତଳା ଲେନସ ଦୁହେଁ ଉତ୍ତଳ କିମ୍ବା ଅବତଳ କିମ୍ବା ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତଳ ଓ ଅନ୍ୟଟି ଅବତଳ ହୋଇପାରେ)

ଉଦାହରଣ 20.7 : 20 cm ଓ 40 cm ଫୋକସ ଦୂରତାର ଦୁଇଟି ପତଳା ଉତ୍ତଳ ଲେନସ ପରସ୍ପର ସହ ଲାଗି କରି ଅଛି । ସମତୁଲ୍ୟ ଲେନସର ଫୋକସ ଦୂରତା ଏବଂ ପାଓ୍ୱାର କଳନା କର ।

ସମାଧାନ : ସଂଯୋଜନ ନିମିତ୍ତ ଫୋକସ ଦୂରତାର ସୂତ୍ର ହେଲା

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

ଅର୍ଥାତ୍ $\frac{1}{F} = \frac{1}{20} + \frac{1}{40} = \frac{3}{40}$

କିମ୍ବା $F = \frac{40}{3} = 13.3 \text{ cm} = 0.133 \text{ cm}$

ସମତୁଲ୍ୟ ଲେନସର ପାଓ୍ୱାର, $P = \frac{1}{F} = \frac{1}{0.133}$ + 7.5 ଡାଇଆପ୍ଟର

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 20.5

1. ଲେନସର ଫୋକସ ଦୂରତା କେଉଁ କେଉଁ କାରକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ?

....

2. ଭିନ୍ନ ବକ୍ରମତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଲେନସ ବ୍ୟାବହାରିକ ଏହାର ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଅବସ୍ଥିତ ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ କରାଯାଇଛି । ଯଦି ବସ୍ତୁ ଆଡ଼କୁ ଥିବା ଲେନ୍ସ ପୃଷ୍ଠକୁ ଓଲଟାଇ ଦିଆଯାଏ ତାହେଲେ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ କି ?

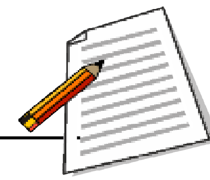
....

3. ଗୋଟିଏ ସମ-ଦ୍ୱି ଉତ୍ତଳ ଲେନସ ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ ତାହାର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ 1.5 ପ୍ରମାଣ କର ଯେ, ଫୋକସ ଦୂରତା, ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ସହ ସମାନ ।

....

4. ପାଣି ଭିତରେ ଏକ ବାୟୁ ଫୋଟକା କେଉଁ ପ୍ରକାରର ଲେନସ ଗଠନ କରେ ?

....



5. ଗୋଟିଏ ଲେନସକୁ ସ୍ୱଚ୍ଛ ତରଳରେ ବୁଡ଼ାଇଲେ ତାହା ଅଦୃଶ୍ୟ ହେଲା । କେଉଁ ସର୍ତ୍ତରେ ଏହା ହୋଇଥାଏ ?

....

6. ଲେନସର ଉଭୟ ପୃଷ୍ଠର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ +20cm ଏବଂ –25cm $(\mu = 1.5)$ ହେଲେ, ଫୋକସ ଦୂରତା ଏବଂ ଲେନସ ପାୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

....

7. ଦୁଇଟି ଲେନ୍‌ସକୁ ପରସ୍ପର ସହ ଲଗାଇ ରଖିଲେ ତାହାର ପାୱାର ଶୂନ ହେବା ସମ୍ଭବ କି ?

....

8. 40cm ଫୋକସ ଦୂରତାର ଏକ ଉତ୍ତଳ ଲେନସକୁ 20 cm ଫୋକସ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଅବତଳ ଲେନସ ସହ ଲଗାଇ ରଖାଯାଇଛି । ଏହି ସଂଯୋଜନର ଫୋକସ ଦୂରତା ଏବଂ ପାୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

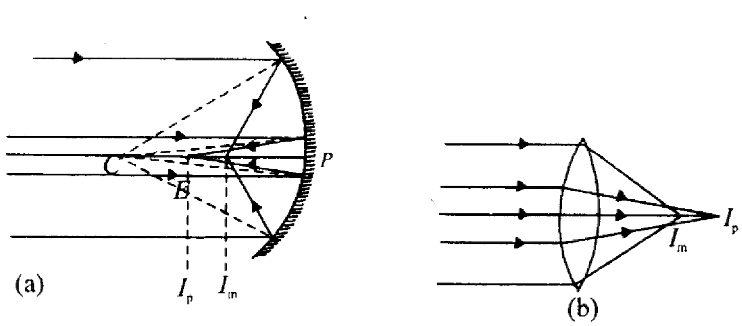
....

ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନରେ ତ୍ରୁଟି

ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଦର୍ପଣ ଓ ଲେନସ ଗୁଡ଼ିକ ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି । ଏହା ଦେଖାଯାଇଛି ଯେ ସେଗୁଡ଼ିକ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁ ବସ୍ତୁର ବିନ୍ଦୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି ନାହିଁ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଆଡ଼କୁ ଏକ ଲେନସ ଦେଖାଇ ଏବଂ କାଜ ଉପରେ ତା'ର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିଲେ ଏହା ଦେଖିପାରିବ । ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଠିକ୍ ଭାବରେ ବୃତ୍ତାକାର ନୁହେଁ । ଦର୍ପଣ ଗୁଡ଼ିକରୁ ମଧ୍ୟ ତ୍ରୁଟିଶୂନ୍ୟ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମିଳେ ନାହିଁ । ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନରେ ତ୍ରୁଟିକୁ **ବିପଥନ** କୁହାଯାଏ । (i) ଲେନ୍‌ସ କିମ୍ବା ଦର୍ପଣର ଗୁଣବତ୍ତା ଏବଂ (ii) ବ୍ୟବହୃତ ଆଲୋକର ପ୍ରକାର ଉପରେ ବିପଥନ ନିର୍ଭର କରେ ।

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ବିପଥନ

ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନରେ ଏହା ଏକବର୍ଣ୍ଣୀ ତ୍ରୁଟି ଅଟେ । ପ୍ରତିସରିତ କିମ୍ବା ପ୍ରତିଫଳିତ ପୃଷ୍ଠଗୁଡ଼ିକର ବର୍ତ୍ତୁଳାକରତା ଏବଂ ଦ୍ୱାରକ ହେତୁ ଏହା ହୋଇଥାଏ । ଉପାକ୍ଷୀୟ ରଶ୍ମି ତଥା ଉପାନ୍ତର ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଯଥାକ୍ରମେ I_p ଏବଂ I_m ଉପରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ କରିଥାଏ । ଚିତ୍ର 20.16



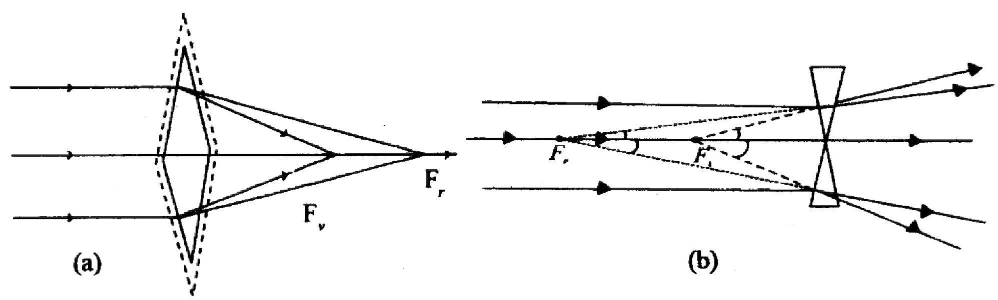
ଚିତ୍ର 20.16 ଉପାକ୍ଷୀୟ ତଥା ଉପାନ୍ତ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗୁଡ଼ିକ ଯଥାକ୍ରମେ I_p ଓ I_m ରେ (a) ଦର୍ପଣ ଏବଂ (b) ଲେନସ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ବିପଥନ

ଦର୍ପଣ ଏବଂ ଲେନସ ଗୁଡ଼ିକର ଦୁଇ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ କେବଳ ଉପାକ୍ଷୀୟ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକୁ ଆପତିତ କରି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ବିପଥନକୁ କମ୍ କରାଯାଇ ପାରିବ । ଏହାକୁ ରୋକ (stop) ପ୍ରୟୋଗ କରି କରାଯାଇଥାଏ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଉପାନ୍ତୀୟ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକୁ ବାଦ ଦେବାକୁ କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ଭାଗକୁ ଢାଙ୍କି ଦିଆଯାଏ । ଫଳରେ କେବଳ ଉପାନ୍ତୀୟ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼କ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି । ଅବଶ୍ୟ ରୋକ୍‌ର ବ୍ୟବହାର ଯୋଗୁଁ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ହ୍ରାସ ପାଏ ।

ଦୀର୍ଘବୃତ୍ତୀୟ କିମ୍ବା ପରବଳୟକ ଦର୍ପଣ ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରୟୋଗ ଅଧିକ ଗ୍ରହଣୀୟ । ଲେନସଗୁଡ଼ିକର ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ବିପଥନ ହ୍ରାସ କରିବାକୁ ବ୍ୟବହୃତ ଅନ୍ୟ ବିଧିଗୁଡ଼ିକ ହେଲା : ସମତଳ-ଉତ୍ତଳ ଲେନସର ପ୍ରୟୋଗ କିମ୍ବା ଉତ୍ତଳ ତଥା ଅବତଳ ଲେନସର ସମୁଚିତ ସଂଯୋଜନର ଉପଯୋଗ

ଲେନସଗୁଡ଼ିକରେ ବର୍ଣ୍ଣ ବିପଥନ

ଗୋଟିକର ଭୂମି ଉପରେ ଅନ୍ୟଟିର ଭୂମି ରହି ଥିବା ଦୁଇଟି ଅଳ୍ପକୋଣୀୟ ପ୍ରିଜମ୍ ଏକ ଉତ୍ତଳ ଲେନସ୍‌ର ସମତୁଲ୍ୟ ନିଆଯାଇପାରେ । ସେପରି ଦୁଇଟି ପ୍ରିଜମ୍ ଶୀର୍ଷକୁ ଶୀର୍ଷ ସହିତ ଯୋଡ଼ି ହେଲେ ଏହା ଅବତଳ ଲେନସର ସମତୁଲ୍ୟ ନିଆଯାଇପାରେ । ଲେନସ ଉପରେ ବହୁବର୍ଣ୍ଣୀୟ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛ ଆପତିତ ହେଲେ ତାହା ବିକ୍ଷେପିତ ହୁଏ । ସମାନ୍ତର ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛ ବିଭିନ୍ନ ରଙ୍ଗୀନ ଫୋକସରେ ଫୋକସିତ ହୁଏ । ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଲେନସ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଏହି ତ୍ରୁଟିକୁ ବର୍ଣ୍ଣ ବିପଥନ କୁହାଯାଏ । ବହୁବର୍ଣ୍ଣୀ ଆପତିତ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛର ବିକ୍ଷେପଣ ଫଳରେ ଏହା ଘଟିଥାଏ (ଚିତ୍ର 20.17) । ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ହୁଏ ଯେ ଲାଲ ରଙ୍ଗଲେନସ ଠାରୁ ଦୂରରେ କିନ୍ତୁ ନୀଳ ରଙ୍ଗ ଲେନସ ନିକଟରେ ଫୋକସିତ ହୁଏ । (ଅବତଳ ଲେନସରେ ଲାଲ ଏବଂ ନୀଳ ରଙ୍ଗ ଏହି ଭଳି ଫୋକସିତ ହୁଏ, କିନ୍ତୁ ଏହାର ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ହୁଏ)



ଚିତ୍ର 20.17 ବର୍ଣ୍ଣ ବିପଥନ

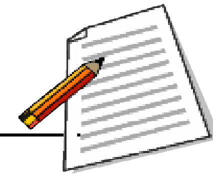
ଏହି ତ୍ରୁଟିକୁ ଦୂର କରିବା ପାଇଁ ଆମେ ଉପଯୁକ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଉପଯୁକ୍ତ ଫୋକସ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅଭିସାରୀ ଲେନସ ସହିତ ଉପଯୁକ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଉପଯୁକ୍ତ ଫୋକସ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅପସାରୀ ଲେନସ ସହ ସଂଯୋଗ କରୁ । ଏହି ପ୍ରକାରର ଲେନସ ସଂଯୋଜନକୁ ଅବର୍ଣ୍ଣକ ଲେନସଯୁଗ୍ମ କୁହାଯାଏ ।

ଅବତଳ ଲେନସର ଫୋକସ ଦୂରତା ଅବର୍ଣ୍ଣକତା ନିମିତ୍ତ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସୂତ୍ରରୁ ମିଳେ

$$\frac{\omega_1}{f_1} + \frac{\omega_1}{f_2} = 0$$

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

1 ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମି ପ୍ରତିଫଳନ ପରେ ବାସ୍ତବରେ ପରସ୍ପରକୁ ଛେଦ କଲେ, ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ. ଏହାକୁ ପରଦାରେ ପ୍ରକ୍ଷେପିତ କରାଯାଇପାରିବ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

- ଫୋକସ ଦୂରତା, ବକ୍ରତା ବ୍ୟସାର୍ଦ୍ଧର ଅର୍ଦ୍ଧେକ ଅଟେ

$$f = \frac{R}{2}$$

- ବସ୍ତୁର ଦୂରତା ଓ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଦୂରତା ସହିତ ବର୍ଦ୍ଧନର ସଂପର୍କ ହେଉଛି :

$$m = \frac{\upsilon}{u}$$

- ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରୁ ଅନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମକୁ ଗତି କଲେ ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ ଯୋଗୁଁ ଆଲୋକର ବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଏହି କାରଣରୁ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଅଭିଲମ୍ବ ଆଡ଼କୁ ବାଙ୍କେ କିମ୍ବା ଅଭିଲମ୍ବଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଏ ।

- ଦୁଇ ମାଧ୍ୟମର ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠ ଆଲୋକର ବଙ୍କାଇବା ମାତ୍ରାକୁ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ m ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରେ ।

- ସ୍ନେଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ ନିମ୍ନ ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ –

$$\frac{\sin i}{\sin r} = m_{12}$$

ଏଠାରେ i ହେଉଛି ମାଧ୍ୟମ 1 ରେ ଆପତନ କୋଣ ଏବଂ r ହେଉଛି ମାଧ୍ୟମ 2 ରେ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣ

- ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ପ୍ରତିସରଣର ଏକ ବିଶେଷ ଉଦାହରଣ ଅଟେ ଯେଉଁଠି ଘନ ମାଧ୍ୟମରୁ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମକୁ ଆଲୋକ ଗତି କରୁଥିବା ବେଳେ, ସଂକଟ କୋଣଠାରୁ ଅଧିକ କୋଣ କରି ଆପତିତ ହେଲେ,

$$m = \frac{1}{\sin i_c}$$

- ଦୁଇଟି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠଗୁଡ଼ିକ କିମ୍ବା ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠ ଏବଂ ଏକ ସମତଳ ପୃଷ୍ଠ ଦ୍ୱାରା ପରିବଦ୍ଧ ଏକ ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମକୁ ଲେନସ କୁହାଯାଏ ।

- ଲେନସ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଏହାର ଫୋକସ ଦୂରତା ଏବଂ ଏହାର ବସ୍ତୁଠାରୁ ଦୂରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

- ଉତ୍ତଳ ଲେନସକୁ ଅଭିସାରୀ ଏବଂ ଅବତଳ ଲେନସକୁ ଅପସାରୀ କୁହାଯାଏ ।

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

$$m = \frac{\upsilon}{u}$$

ଏବଂ $\frac{1}{f} = \frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{u}$

ଟିପ୍ପଣୀ

ହେଉଛି ଫୋକସ ଦୂରତା (f), ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ (m), ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧମାନ (R_1,R_2) ବସ୍ତୁର ଦୂରତା (u) ଏବଂ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା Q ମଧ୍ୟରେ ସରଳ ସଂବନ୍ଧ ।

- ଲେନସର ପାୱାର ବ୍ୟକ୍ତ କରୁଛି ଯେ, ଏହା କେତେ ଅପସାରୀ କିମ୍ବା ଅଭିସାରୀ ଅଟେ ।

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

- ପାୱାରକୁ ଡାୟୋପ୍ଟର (ଅଥବା S1 ଏକକରେ m^{-1} ଦ୍ୱାରା) ବ୍ୟକ୍ତ କରାଯାଏ ।
- f_1 ଏବଂ f_2 ଫୋକସ ଦୂରତାର ଦୁଇଟି ଲେନସକୁ ପରସ୍ପର ସହ ଲଗାଇ ରଖିଲେ ସମତୁଲ୍ୟ ଲେନସର ଫେକସ ଦୂରତାକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରିବେହ ।

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ଅବତଳ ଏବଂ ଉତ୍ତଳ ଲେନସର ଉପଯୋଗିତାର ଏକ ତାଲିକା କର ।

2. ବସ୍ତୁ (i) ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ (ii) $2f$ ରେ (iii) f ଉପରେ ବସ୍ତୁ ଥିଲେ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ତଥା ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ଗଠିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି ତଥା ସ୍ଥିତି କିପରି ହେବ ?

3. ଏହି କାରଣଗୁଡ଼ିକ ଲେଖ / ଉଲ୍ଲେଖ କର ଯାହା ଉପରେ କୌଣସି ଆପତିତ ରଶ୍ମିର ପାର୍ଶ୍ୱ ବିସ୍ଥାପନ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଏହା ଆୟତାକାର କାଚର ସ୍ଲାବରେ ଗତି କରେ ପ୍ରତିସରିତ ହୁଏ ? ଯଦି ଆପତନ କୋଣ ଅଧିକ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ପାର୍ଶ୍ୱ ବିସ୍ଥାପନ କାହିଁକି ଅଧିକ ହୁଏ ? ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ଦର୍ଶାଅ ।

4. ଆଲୋକର ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ହେବା ପାଇଁ ସର୍ତ୍ତଗୁଡ଼ିକ ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

5. କିପରି +1.5 ଡାୟୋପ୍ଟର –1.5 ଡାୟୋପ୍ଟରଠାରୁ ଭିନ୍ନ ? ଡାୟୋପ୍ଟରର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ।

6. ପ୍ରତିସରଣ ହେତୁ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା କାହିଁକି ହ୍ରାସ ହୁଏ ?

7. କାନ୍ଥଠାରୁ 4m ଦୂରରେ ଗୋଟିଏ ଲ୍ୟାମ୍ପ ଅଛି । ଲ୍ୟାମ୍ପର ପାଞ୍ଚଗୁଣା ବର୍ଦ୍ଧିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ କାନ୍ଥରେ ସୃଷ୍ଟି କରିବାକୁ କାନ୍ଥଠାରୁ କେତେ ଦୂରରେ ଦର୍ପଣକୁ ରଖାଯିବା ଉଚିତ୍ ? ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ଫୋକସ ଦୂରତା କଳନା କର ।

8. ଜଣେ ଦନ୍ତ ଚିକିତ୍ସକଙ୍କ ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ 30cm ଅଟେ । ଏହାକୁ ଦାନ୍ତମୂଳର କେତେ ଦୂରରେ ରଖିଲେ ପାଞ୍ଚଗୁଣ ବର୍ଦ୍ଧିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମିଳିବ ?

9. ଲେନ୍ସଠାରୁ 45 cm ଦୂରରେ ସ୍ଥିତ ଏକ ସୂଚୀର ଲେନସର ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ 90 cm ଦୂରରେ ଥିବା ପରଦା ଉପରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ ଏହି ଲେନସ କି ପ୍ରକାରର ଅଟେ ଏବଂ ଏହାର ଫୋକସ ଦୂରତା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କର । ଯଦି ସୂଚୀର ଆକାର 5 cm ହୁଏ ତାହାହେଲେ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର କେତେ ହେବ ?

10. 3 cm ଆକାରର ଏକ ବସ୍ତୁ 21 cm ଫୋକସ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅବତଳ ଲେନସର ସମ୍ମୁଖରେ 14 cm ଦୂରରେ ରଖାଯାଇଛି । ଲେନସ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି ବର୍ଣ୍ଣନା କର । ଯଦି ବସ୍ତୁକୁ ଲେନସଠାରୁ

ଅଧିକ ଦୂରକୁ ନିଆଯାଏ, ତେବେ କ'ଣ ହେବ ?

11. ଗୋଟିଏ ଦ୍ୱି-ଉତ୍ତଳ ଲେନସଠାରୁ 100 cm ଦୂରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ, 100cm ଦୂରରେ ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ କରେ । ଲେନସର ଦୁଇ ପୃଷ୍ଠର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଯଥାକ୍ରମେ 25cm ଓ 12 cm ଅଟେ । ଲେନସ ତିଆରି ହୋଇଥିବା ପଦାର୍ଥରେ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ହିସାବ କର ।

12. ଏକ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ହୀରାରୁ କାଚକୁ ଗତି କରୁଛି । ଏହି ରଶ୍ମି ପାଇଁ ସଂକଟ କୋଣର ମାନ ହିସାବ କର । ଦତ୍ତ କାଚର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ 1.51 ଏବଂ ହୀରାର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ 2.47 ଅଟେ ।

13. ପରସ୍ପର ସହ ଲାଗି ରହିଥିବା ଦୁଇଟି ସମାକ୍ଷୀ ପତଳା ଉତ୍ତଳ ଲେନସଠାରୁ 15 cm ଦୂରରେ ଏକ ଛୋଟ ବସ୍ତୁ ରଖାଯାଇଚି । ଯଦି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲେନସର ଫୋକସ ଦୂରତା 20 cm ହୁଏ, ତେବେ ଏହି ସଂଯୋଜନର ଫୋକସ ଦୂରତା ଓ ପାୱାର ଏବଂ ବସ୍ତୁ ଏବଂ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ହିସାବ କର ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

20.1

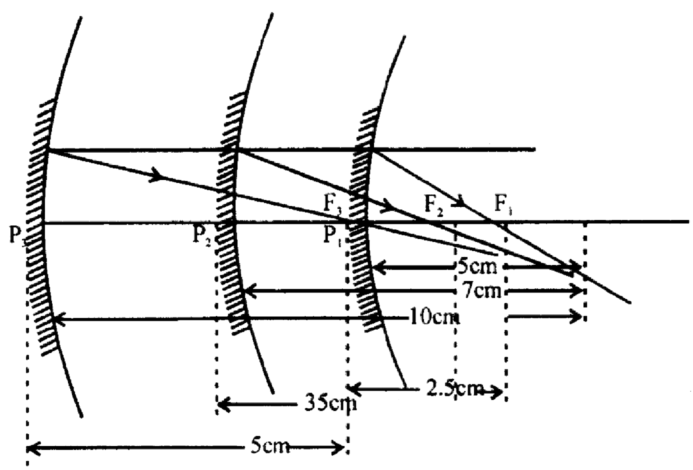
1.(a) ସମତଳ ଦର୍ପଣ (ଏହାର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନନ୍ତ ଅଟେ)

(b) ନୁହେଁ । ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ଫୋକସ ଦୂରତା ଏହାର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ଅଧା ଅଟେ ($f = \frac{R}{2}$) ଏବଂ ବୁଡ଼ାଯାଇଥିବା ମାଧ୍ୟମ ସହ ଏହାର କୌଣସି ସଂପର୍କ ନାହିଁ ।

(c) ଆଭାସୀ

(d) କାରଣ ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଫୋକସ ବିନ୍ଦୁ F ରେ ଅଭିସରିତ ହେବ । ଏବଂ F ରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଦର୍ପଣରୁ ପ୍ରତିଫଳନ ପରେ ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ହୁଏ । ଏହି ପ୍ରକାର F ପ୍ରଥମ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ ଫୋକସ ବିନ୍ଦୁ ରୂପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ

2. ଫୋକସ ଦୂରତା : 2.5 cm , 3.5 cm, 5 cm



3. $f = -15\text{cm}; f = +15\text{cm}$

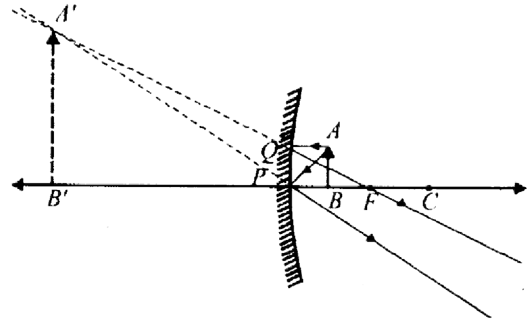
4. ଡିସ ଏଣ୍ଟେନାଗୁଡ଼ିକ ବକ୍ର ହୋଇଥାଏ, ଯେପରିକି ଆପତିତ ସମାନ୍ତର ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ରିସିଭର ଉପରେ ଫୋକସିତ ହୋଇଥାଏ ।

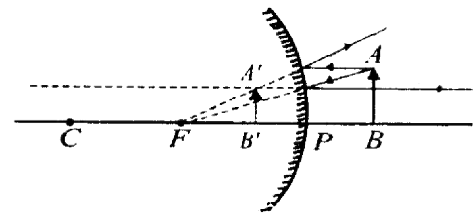
ଟିପ୍ପଣୀ

20.2

1. ଦର୍ପଣର ଉପରିଭାଗ ଉତ୍ତଳ ଏବଂ ଏହାର ତଳଭାଗ ଅବତଳ ହେବ ।

2. ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ଅତି ନିକଟରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁର ବର୍ଦ୍ଧିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମିଳିଥାଏ । ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ଛୋଟ, ସଳଖ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମିଳିଥାଏ ଏବଂ ଏହାର ଦୃଶ୍ୟକ୍ଷେତ୍ର ବିସ୍ତୃତ ଅଟେ ।

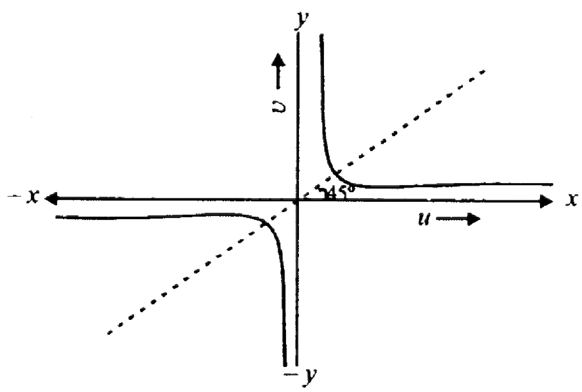




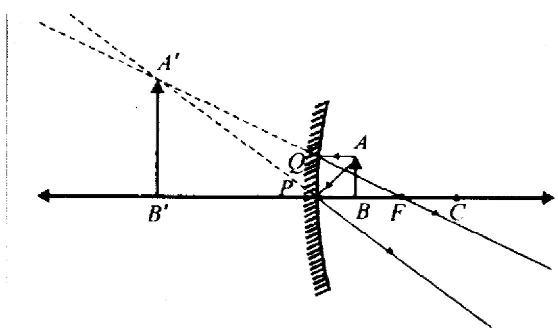
(a) ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାର ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବ   ***(b) ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାର ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବ***

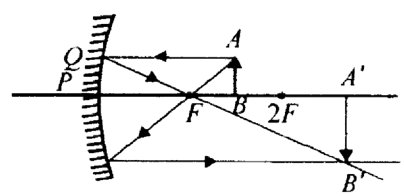
3. $|u| > f$ ପାଇଁ ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମିଳିବ ;

$u = -2f$ ଏପରି ଏକ ବିଶେଷ ଉଦାହରଣ ଯେଉଁଠି ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ରରେ ସ୍ଥିତ ବସ୍ତୁ, ସେହି ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ହିଁ ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରେ ($v = -2f$) $v < f$ ପାଇଁ ଆଭାସୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମିଳିବ ।



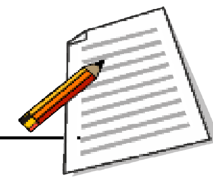
4. ଯେତେବେଳ (i) $u < f$ ତଥା (ii) $f < u < 2f$





5.(i) ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ 12cm ରେ ବାସ୍ତବ ତଥା ଓଲଟା (ii) 0.8 cm

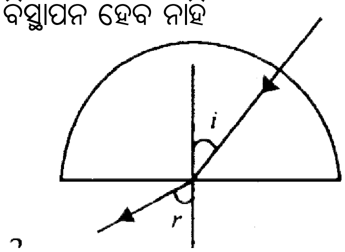
6. $v = -60$cm, R = – 24 cm 7. $v = -10$cm, $v = +5$ cm 8. $v = 4$cm

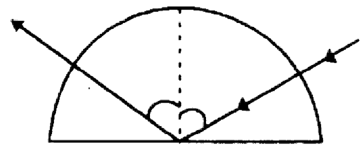


ଟିପ୍ପଣୀ

20.3

1. ପାର୍ଶ୍ୱ ବିସ୍ଥାପନ ହେବ ନାହିଁ





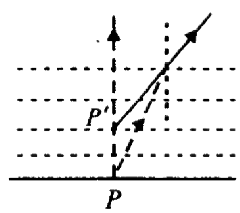
Total internal reflection where $\angle i > \angle i_c$

2. Ð*r* > Ð*i* ଯେତେବେଳେ Ð*i* < Ð*r*

3. ଯେତେ ଯେତେ ଉଚ୍ଚକୁ ଯିବା ବାୟୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା ସେତେ ସେତେ କମିବ ଏବଂ ଏଣୁ ଏହାର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ କମି କମି ଯାଏ । ଏହାର ପରିମାଣ ସ୍ୱରୂପ ଯେତେବେଳ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଦିଗ୍‌ବଳୟର ତଳେ ଥାଆନ୍ତି, ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମରୁ ଘନ ମାଧ୍ୟମକୁ ଗତି କରିଥାଏ ଏବଂ ଦର୍ଶକର ଚକ୍ଷୁରେ ପହଞ୍ଚିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅଭିଲମ୍ବ ଆଡ଼କୁ ବଙ୍କାଇଥାଏ । ଏହି କାରଣରୁ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆକାର ବଡ଼ ପ୍ରତୀୟମାନ ହୁଏ ।

4. ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ତରର ସାନ୍ଦ୍ରତା ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେତୁ m ର ମୂଲ୍ୟ ଲଗାତର ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି କାରଣରୁ ବାୟୁ ମଣ୍ଡଳର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ତରଗୁଡ଼ିକ ବାୟୁର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ପାଇଁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ବାୟୁ ସ୍ରୋତ ସହିତ ଏହି ସବୁ କାରଣରୁ ତାରା ଧପ୍ ଧପ୍ ହୁଅନ୍ତି ।

5. ପ୍ରତିସରଣ ଯୋଗୁଁ *P* ବିନ୍ଦୁ P/ ଉପରେ ପ୍ରତୀୟମାନ ହୋଇଥାଏ



6. 36.2^0

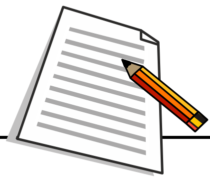
20.4

1. ଯଦି ରଶ୍ମି ଲଘୁରୁ ଘନ ମାଧ୍ୟମକୁ ଗତି କରିଥାଏ, ତାହେଲେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ହୋଇପାରିବ ନାହିଁ କାରଣ ଆପତନ କୋଣ ସବୁବେଳେ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣଠାରୁ କମ୍ ହେବ ।

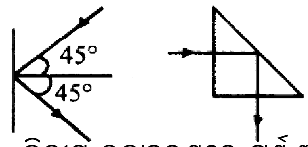
2. ହଁ, ସଂକଟ କୋଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ,

$$\mu_{ag} = \frac{1}{\sin i_c}$$

$$\mu_{\omega g} = \frac{\mu_{ag}}{\mu_{aw}}$$



3.



ଦ୍ୱିତୀୟ ଉଦାହରଣରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ କାରଣରୁ ତୀବ୍ରତା ଅଧିକ ଅଟେ ।

4. 20 cm, $i_c = \sin^{-1} 0.8$

20.5

2. ନାହିଁ । ଲେନସ ମେକର ସୂତ୍ରରେ R_1 ଓ R_2 ର ସ୍ଥିତ ବଦଳିବା ହେତୁ f ର ମାନ ପ୍ରଭାବିତ ହେବ ନାହିଁ । ଏହି କାରଣରୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସେହି ସ୍ଥାନରେ ଗଠିତ ହେବ ।

3. ଲେନସ ମେକର ସୂତ୍ରରେ $R_1 = R, R_2 = -R$ ଏବଂ $\mu = 1.5$ ମୂଲ୍ୟ ସ୍ଥାପନ କଲେ ତୁମେ ପାଇବ f=R

4. ଅବତଳ ଲେନସ । କିନ୍ତୁ ଏହାର ଆକାର ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତଳ ଲେନସ ଭଳି ।

5. ଲେନସ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇଥିବା ପଦାର୍ଥର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ସହ ସମାନ ହେଲେ ଏପରି ହୋଇଥାଏ ।

6. $f = 22.2$cm ଏବଂ $P = 4.5$ ଡାଇଆପ୍‌ଟର

7. ହଁ ସମାନ ଫୋକସ ଦୂରତାର ଉତ୍ତଳ ଏବଂ ଅବତଳ ଲେନସକୁ ସଂଯୋଜନ କଲେ ।

8. –40cm, –2.5 ଡାୟୋପ୍ଟର

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ଉତ୍ତର :

7. f = –0.83, 5m 8. 12 cm

9. f = 30 cm ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର = 10cm, ଅଭିସାରୀ ଲେନ୍‌ସ

10. ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସଳଖ, ଆଭାସୀ, ଆକାରରେ ଛୋଟ ଏବଂ ବସ୍ତୁଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଓ ଲେନସ ଠାରୁ 8.4cm ଦୂରରେ ଅବସ୍ଥିତ । ବସ୍ତୁକୁ ଲେନସଠାରୁ ଯେତିକି ଯେତିକି ଦୂରତାକୁ ନିଆଯାଏ ଆଭାସୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ, ଲେନସର ଫୋକସ ଆଡ଼କୁ ଯାଇଥାଏ, କିନ୍ତୁ ଫୋକସ ପରକୁ କେବେହେଲେ ଯାଏ ନାହିଁ ଏବଂ ଏହାର ଆକାର କ୍ରମଶଃ ଛୋଟ ହୋଇଯାଇଥାଏ ।

11. $\mu = 1.5$ 12. 37.7^0

13. 10 cm, 10 ଡାୟୋପ୍ଟର, 45 cm