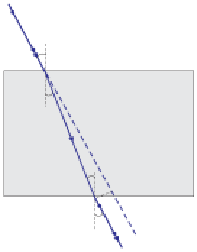


ଷଷ୍ଠ ଅଧ୍ୟାୟ

ଆଲୋକ - ପ୍ରତିଫଳନ ଓ ପ୍ରତିସରଣ

(Light - Reflection and Refraction)

ପୃଥିବୀରେ ଆମ ଚାରିପଟେ ଆମେ ଅନେକ ପ୍ରକାରର ବସ୍ତୁ ଦେଖୁ । କିନ୍ତୁ ଅନ୍ଧାର ଘରେ ଆମେ କିଛି ଦେଖି ପାରୁନା । ସେହି ଅନ୍ଧାର ଘରକୁ ଆଲୋକିତ କରିଦେଲେ ଘରେ ଥିବା ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ଆମେ ଦେଖିପାରୁ । ତାହାହେଲେ କାହାଯୋଗୁଁ ଆମେ ବସ୍ତୁକୁ ଦେଖିପାରୁ ? ଦିନରେ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ଆମକୁ ଦେଖିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ସାଧାରଣତଃ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଆଲୋକ ପଡ଼ିଲେ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠରୁ ତାହା ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ । ସେହି ପ୍ରତିଫଳିତ ଆଲୋକକୁ ଆମ ଚକ୍ଷୁ ଗ୍ରହଣ କଲେ ତାହା ଯୋଗୁଁ ଆମେ ଦେଖିପାରୁ । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ଏକ ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମରେ ଥିବା ବସ୍ତୁକୁ ଦେଖିହୁଏ, କାରଣ ଆଲୋକ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ସଂଚାରିତ ହୋଇ ଆମ ଆଖିକୁ ଆସେ । ଆଲୋକ ସହିତ ଅନେକ ପରିଘଟଣା (Phenomenon) ଜଡ଼ିତ ଯେମିତିକି ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ, ତାରାମାନଙ୍କର ମିଞ୍ଜି ମିଞ୍ଜି ଆଲୋକ, ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁର ସାତ ବର୍ଣ୍ଣ ଇତ୍ୟାଦି । ଆଲୋକର ଧର୍ମକୁ ବିଚାର କଲେ ଏହି ପରିଘଟଣା ଗୁଡ଼ିକୁ ଆମେ ବୁଝିପାରିବା ।

ଆମ ଚାରିପଟେ ଘଟୁଥିବା ସାଧାରଣ ଘଟଣାକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଆମେ ଜାଣିପାରିବା ଯେ ଆଲୋକ ସରଳ ରେଖାରେ ଗତିକରେ, କାରଣ ଆଲୋକ ପଥରେ ଅସ୍ୱଚ୍ଛ ବସ୍ତୁ ରହିଲେ ସେହି ବସ୍ତୁର ଆକାର ଅନୁସାରେ ଛାୟା ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ପରିଘଟଣା ଆଲୋକର ସରଳରୈଖିକ ଗତିକୁ ସମର୍ଥନ କରେ । ଆଲୋକର ସରଳରେଖୀୟ ଗତିପଥକୁ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି (Ray of light) ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ ।

ଜାଣିଛ କି ?

ଯଦି ଗୋଟିଏ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର ଅସ୍ୱଚ୍ଛ ବସ୍ତୁ ଆଲୋକର ଗତିପଥରେ ରହିଯାଏ ତେବେ ସରଳରେଖାରେ ଗତିକରୁଥିବା ଆଲୋକ ସେହି ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର ବସ୍ତୁ ପାଖରେ ବାଙ୍କିଯାଏ । ଏହାକୁ ଆଲୋକର ବିକୀର୍ଣ୍ଣନ (Diffraction) କୁହାଯାଏ । ଆଲୋକର ଏପରି ବାଙ୍କିଯିବା ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ଆଲୋକର ସରଳରୈଖିକ ଗତିତତ୍ତ୍ୱ ଠିକ୍ ଭାବରେ ବୁଝାଇ ପାରେନା । ତେଣୁ ବିକୀର୍ଣ୍ଣନ ପରିଘଟଣାକୁ ବୁଝାଇବା ପାଇଁ ଆଲୋକକୁ ଏକ ତରଙ୍ଗ (wave) ବୋଲି କଳ୍ପନା କରାଗଲା । ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ପୁଣି ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ ପଦାର୍ଥ ଓ ଆଲୋକ ମଧ୍ୟରେ ହେଉଥିବା ପାରସ୍ପରିକ (Interaction) ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ବୁଝାଇବା ପାଇଁ ଆଲୋକର କେବଳ ତରଙ୍ଗ ରୂପ ଯଥେଷ୍ଟ ନୁହେଁ । ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆଲୋକ କଣିକା (Particle) ସଦୃଶ ଗୁଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ । ତେଣୁ ସେ ସମୟରେ ବାରମ୍ବାର ପ୍ରଶ୍ନ ଉଠିଲା ଯେ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ନା କଣିକା ?

ଆଲୋକର ପ୍ରକୃତି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଏହି ପ୍ରକାର ବିବାଦୀୟ ଧାରଣା ଓ ବିଭ୍ରାନ୍ତି ସେ ସମୟରେ ଆଉ କେତେ ବର୍ଷ ପାଇଁ ଲାଗିରହିଥିଲା । ଶେଷରେ ଆଧୁନିକ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ତତ୍ତ୍ୱ (Quantum theory) ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା ।

ଏହି ତତ୍ତ୍ୱରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ, ଆଲୋକ କେବଳ ତରଙ୍ଗ ନୁହେଁ କି କେବଳ କଣିକା ନୁହେଁ । ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ଓ କଣିକା ଉଭୟର ଗୁଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ । ଏହାକୁ ଆଲୋକର ଦ୍ୱୈତ ପ୍ରକୃତି (Dual nature of light) କୁହାଯାଏ ।

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ଆଲୋକର ସରଳରୈଖିକ ଗତି ତତ୍ତ୍ୱକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ ଓ ପ୍ରତିସରଣ ବିଷୟରେ ଅନେକ କଥା ଜାଣିବା । ଯଥା : ପ୍ରତିଫଳନ କ'ଣ, ପ୍ରତିସରଣ କ'ଣ, ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର (Spherical) ଦର୍ପଣରେ କିପରି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠିତ ହୁଏ ଓ

ଆମର ବାସ୍ତବ ଜୀବନରେ ତାହାର ପ୍ରୟୋଗ (Application) କିପରି ହୁଏ ଇତ୍ୟାଦି ।

6.1. ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ (Reflection of Light)

ଏକ ଚିକ୍କଣ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଆଲୋକ ପଡ଼ିଲେ ତାହାର ଅଧିକାଂଶ ଭାଗ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇଥାଏ । ତୁମେ ଆଲୋକର ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ଭଲ ଭାବରେ ଜାଣିଛ । ଆସ ସେହି ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ମନେପକାଇବା ।

(i) ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ ବେଳେ ଆପତନ କୋଣ ଓ ପ୍ରତିଫଳନ କୋଣ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

(ii) ଆପତିତ ରଶ୍ମି, ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମି ଓ ଆପତନ ବିନ୍ଦୁରେ ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ଅଙ୍କିତ ଲମ୍ବ ଗୋଟିଏ ସମତଳରେ ରହିଥାଆନ୍ତି ।

ପ୍ରତିଫଳନର ଏହି ନିୟମଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତିଫଳକର ବକ୍ର ପୃଷ୍ଠତଳ ସମେତ ଯେ କୌଣସି ପୃଷ୍ଠତଳ ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ । ତୁମେ ଏକ ସମତଳ ଦର୍ପଣଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଗୁଣ ସହିତ ପରିଚିତ । ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି ଓ ଗୁଣ କ'ଣ ?

(i) ସମତଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସର୍ବଦା ଆଭାସୀ ଓ ସଳଖ ହୋଇଥାଏ ।

(ii) ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ବସ୍ତୁର ଆକାର ସହିତ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

(iii) ସମତଳ ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ବସ୍ତୁ ଯେତିକି ଦୂରରେ ଥାଏ ତାହାର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦର୍ପଣର ପଛପଟେ ସେତିକି ଦୂରରେ ରହିଥାଏ ।

(iv) ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପାର୍ଶ୍ୱ ଓଲଟା ହୋଇଥାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆସ ଜାଣିବା ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଯଦି ସମତଳ ନହୋଇ ବକ୍ର ହୋଇଥାଏ ତେବେ ତାହାଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି କ'ଣ ହୁଏ ?

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.1

- ଚକ୍‌ଚକ୍ କରୁଥିବା ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ଚାମଚ ନିଅ । ତାହାର ବକ୍ରପୃଷ୍ଠରେ ତୁମର ମୁହଁକୁ ଦେଖିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର ।
- ତୁମେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିପାରିଲ କି ? ଏହା ତୁମ ମୁହଁଠାରୁ ସାନ ନା ବଡ଼ ?
- ଚାମଚକୁ ତୁମ ମୁହଁ ପାଖରୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଦୂରେଇ ନିଅ । ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ଏହା କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଛି ?
- ଚାମଚର ପୃଷ୍ଠକୁ ଓଲଟାଇ ଦେଇ ସେଥିରେ ମୁହଁ ଦେଖ । ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରତିବିମ୍ବ କିପରି ଦେଖାଯାଉଛି ?
- ଚାମଚର ଦୁଇ ପୃଷ୍ଠରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି ତୁଳନା କର ।

ଚାମଚର ବକ୍ରପୃଷ୍ଠକୁ ଏକ ବକ୍ରପୃଷ୍ଠ ବିଶିଷ୍ଟ ଦର୍ପଣ ବୋଲି ମନେ କରାଯାଇପାରେ । ସାଧାରଣତଃ ବକ୍ରପୃଷ୍ଠର ଦର୍ପଣ ହେଉଛି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର (Spherical) ଦର୍ପଣ । ଏପରି ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଏକ ଗୋଲକପୃଷ୍ଠର ଗୋଟିଏ ଅଂଶ ହୋଇଥାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଅଧିକ ପଢ଼ିବା ଓ ଜାଣିବା ।

6.2. ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ (Spherical Mirror)

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଭିତର ଆଡ଼କୁ କିମ୍ବା ବାହାର ଆଡ଼କୁ ବକ୍ର ହୋଇପାରେ । ଯେଉଁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଭିତର ଆଡ଼କୁ ବକ୍ର ହୋଇରହିଥାଏ ତାହାକୁ ଅବତଳ (Concave) ଦର୍ପଣ କୁହାଯାଏ । ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ବକ୍ର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଗୋଲକର କେନ୍ଦ୍ର ଆଡ଼କୁ ରହିଥାଏ ।

ଯେଉଁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ବାହାର ଆଡ଼କୁ ବକ୍ରହୋଇ ରହିଥାଏ ତାହାକୁ ଉତ୍ତଳ (Convex) ଦର୍ପଣ କୁହାଯାଏ । ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣର ବକ୍ର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଗୋଲକର କେନ୍ଦ୍ରର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ରହିଥାଏ । ଏହି ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱୟର ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଚିତ୍ର (Schematic diagram) ଚିତ୍ର 6.1 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହି ଚିତ୍ରରେ ତୁମେ ଦେଖିପାରିବ ଯେ ଦର୍ପଣର ପଛ ଅଂଶକୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଫିକା (Shade) ବର୍ଣ୍ଣରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

(a) ଅବତଳ ଦର୍ପଣ (b) ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ

ଚିତ୍ର 6.1

ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ ବୁଝିପାରୁଥିବ ଯେ ଚାମଚର ଭିତର ପଟର ଆକୃତି ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ପରି ହୋଇଥାଏ ଓ ଚାମଚର ବାହାର ପୃଷ୍ଠର ଆକୃତି ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ପରି ହୋଇଥାଏ ।

ଏବେ ଆମେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ସମ୍ପର୍କରେ ବ୍ୟବହୃତ କେତେକ ବୈଷୟିକ ଶବ୍ଦ (Term) ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ।

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ବକ୍ର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠର ମଧ୍ୟ ବିନ୍ଦୁକୁ ପୋଲ୍ (Pole) କୁହାଯାଏ । ଏହା ଦର୍ପଣର ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଥାଏ । ଏହାକୁ ସାଧାରଣତଃ (P) ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ ।

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଗୋଲକ ପୃଷ୍ଠର ଏକ ଅଂଶ ଅଟେ । ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଯେଉଁ ଗୋଲକର ଅଂଶ ହୋଇଥାଏ ସେହି ଗୋଲକର କେନ୍ଦ୍ରକୁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର (Centre of Curvature) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ସାଧାରଣତଃ (C) ଅକ୍ଷରଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ । ମନେରଖ ଯେ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ବର୍ତ୍ତୁଳ ଦର୍ପଣ ଉପରେ ନ ଥାଏ । ଏହା ଦର୍ପଣର ବାହାରେ ଥାଏ । ତେଣୁ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ବର୍ତ୍ତୁଳ ଦର୍ପଣର ଅଂଶ ନୁହେଁ । ଅବତଳ ଦର୍ପଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ଦର୍ପଣ ବାହାରେ ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠର ସମ୍ମୁଖରେ ଥାଏ, ମାତ୍ର ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠର ପଛ ଆଡ଼କୁ ରହିଥାଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 6.2(a) ଓ (b) ରେ ସ୍ପଷ୍ଟ ଜଣାପଡୁଛି ।

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଯେଉଁ ଗୋଲକର ଅଂଶ ହୋଇଥାଏ, ସେହି ଗୋଲକର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧକୁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ (Radius of Curvature) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ସାଧାରଣତଃ (R) ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ ।

ପୋଲ୍ (P) ଓ ବକ୍ରତାକେନ୍ଦ୍ର (C) ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା PC ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅଟେ । ଯେଉଁ ସରଳରେଖା ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍ ଓ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ରକୁ ଯୋଗ କରେ ତାହାକୁ ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ (Principal Axis) କୁହାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ପୋଲ୍ ଉପରେ ଦର୍ପଣର ପୃଷ୍ଠପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ହୋଇଥାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' ସାହାଯ୍ୟରେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଆଉ କିଛି କଥା ଜାଣିବା ।

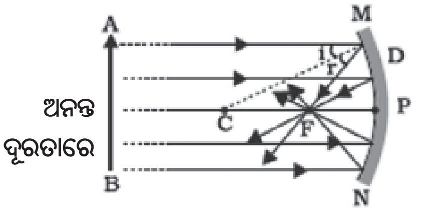
ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.2

ସାବଧାନ, ସୂର୍ଯ୍ୟକୁ କେବେ ସିଧା ଦେଖିବ ନାହିଁ । ଏପରିକି ଦର୍ପଣରୁ ପ୍ରତିଫଳିତ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକକୁ ମଧ୍ୟ ସିଧାସଳଖ ଆଖି ଉପରେ ପକାଇବ ନାହିଁ । ଏହା ଚକ୍ଷୁର କ୍ଷତି କରିପାରେ ।

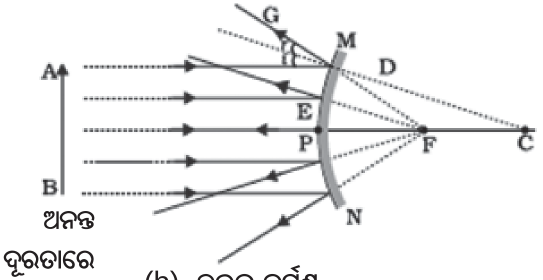
- ତୁମେ ହାତରେ ଗୋଟିଏ ଦର୍ପଣ ଧର ଓ ତାହାର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠକୁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଆଡ଼କୁ ରଖ ।
- ଦର୍ପଣକୁ ଏପରି ଧର ଯେ, ସେଥିରୁ ପ୍ରତିଫଳିତ ହେଉଥିବା ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ଦର୍ପଣ ନିକଟରେ ଥିବା ଏକ କାଗଜ ଫର୍ଦ୍ଦ ଉପରେ ପଡ଼ିବ ।
- କାଗଜ ଫର୍ଦ୍ଦକୁ ଟିକେ ଆଗ ପଛ କରି ଏପରି ଏକ ସ୍ଥିତିରେ (Position) ରଖ ଯେମିତି କାଗଜ ଉପରେ ଏକ ତୀକ୍ଷ୍ଣ (sharp), ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ (bright) ଆଲୋକ ବିନ୍ଦୁ ଦେଖାଯିବ।
- ହଲଚଲ୍ ନକରି ଦର୍ପଣ ଓ କାଗଜକୁ କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ସେହି ସ୍ଥିତିରେ ରଖ । କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଛ ? ଏପରି କାହିଁକି ହେଲା ?

ପ୍ରଥମେ କାଗଜଟି ପୋଡ଼ିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବ ଓ ଧୂଆଁ ବାହାରିବ । କିଛି ସମୟ ପରେ କାଗଜଟି ଜଳିଯାଇପାରେ ମଧ୍ୟ । ଏହା କାହିଁକି ଜଳିଗଲା ? ସୂର୍ଯ୍ୟରୁ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ ବା ଅଭିସରିତ

(converge) ହୋଇ କାଗଜ ଉପରେ ଏକ ତୀକ୍ଷ୍ଣ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ବିନ୍ଦୁ ରୂପରେ ପଡ଼ିଲା । ଏହି ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ବିନ୍ଦୁ ହେଉଛି କାଗଜ ଉପରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ପ୍ରତିବିମ୍ବ । ଏହାଛଡ଼ା ଏହି ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ବିନ୍ଦୁ ହେଉଛି ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ (Focus) । କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ ସୂର୍ଯ୍ୟ କିରଣର ତାପ ହେତୁ କାଗଜଟି ଜଳିଗଲା । କାଗଜ ଉପରେ ଫୋକସ୍ ବିନ୍ଦୁରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଓ ଦର୍ପଣ ମଧ୍ୟରେ ରହିଥିବା ଦୂରତା ହିଁ ଦର୍ପଣର ସନ୍ନିକଟ (Approximate) ଫୋକସ୍ ଦୂରତା । ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ସାହାଯ୍ୟରେ ଆମେ ଏହାକୁ ବୁଝିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା ।



(a) ଅବତଳ ଦର୍ପଣ



(b) ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ

ଚିତ୍ର 6.2

ଚିତ୍ର 6.2 (a) କୁ ଭଲ ଭାବରେ ଦେଖ । ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ରହିଥିବା ଅନେକ ଗୁଡ଼ିଏ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ଉପରେ ପଡୁଛି । ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ସେଗୁଡ଼ିକ ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ମିଳିତ ହୋଇଛନ୍ତି ଓ ପରସ୍ପରକୁ ଛେଦ କରୁଛନ୍ତି । ଏହି ବିନ୍ଦୁକୁ ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ (Principal Focus) କୁହାଯାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଚିତ୍ର 6.2(b) କୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ଦର୍ପଣ ଉପରେ ଆପତିତ ହୋଇଥିବା ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା କିପ୍ରକାର ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇଛି ? ଏହି ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଥିବା ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ଆସିଲା ପରି ଜଣାପଡୁଛି । ଏହି ବିନ୍ଦୁକୁ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ କୁହାଯାଏ । ଉଭୟ ଚିତ୍ରରେ ମୁଖ୍ୟ ଫୋକସ୍ (F) ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଛି । ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍ ଓ ଫୋକସ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା (Focal length) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ (f) ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାହୁଏ ।

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ହୋଇଥାଏ । ଏହାର ଏକ ବୃତ୍ତାକାର ପରିସୀମା (Outline) ଥାଏ । ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠର ବ୍ୟାସକୁ ଦର୍ପଣର ଦ୍ୱାରକ (Aperture) କୁହାଯାଏ । ଚିତ୍ର 6.2 ରେ MN ଦୂରତା ଦର୍ପଣର ଦ୍ୱାରକ ଅଟେ । ଆମ ଆଲୋଚନାରେ ବର୍ତ୍ତୁଳ ଦର୍ପଣର ଦ୍ୱାରକ ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧଠାରୁ ବହୁତ କମ୍ ।

ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ (R) ଓ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା (f) ମଧ୍ୟରେ କିଛି ସମ୍ପର୍କ ଅଛି କି ? ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଦ୍ୱାରକ ବିଶିଷ୍ଟ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣରେ ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏହାର ଫୋକସ୍ ଦୂରତାର ଦୁଇଗୁଣ ଅଟେ । ତେଣୁ,

$$R = 2f$$

ଏଥିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ମୁଖ୍ୟ ଫୋକସ୍ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍ ଓ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ରର ଠିକ୍ ମଝିରେ ରହିଥାଏ ।

6.2.1 ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ (Image Formation by Spherical Mirror)

ତୁମେ ସମତଳ ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ପଢ଼ିଛ । ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ସ୍ଥିତି ଓ ଆକାର ବିଷୟରେ ତୁମେ ଜାଣିଛ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା । ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ଆଗରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ, ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ଓ ପ୍ରକୃତି କ'ଣ ହେବ ତାହା ଜାଣିବା । ସେହି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ବାସ୍ତବ ହେବ ନା ଆଭାସୀ ହେବ ? ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ବସ୍ତୁର ଆକାର ତୁଳନାରେ ବଡ଼ ହେବ ନା ସାନ ହେବ ନା ସମାନ ହେବ ? ଏସବୁ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' ଜରିଆରେ ଆମେ ଅନୁସନ୍ଧାନ କରିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.3

ଗୋଟିଏ ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ପାରିବ ତାହା ତୁମେ 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' : 6.2 ରୁ ଜାଣିଛ । ତୁମେ ସେଥିରେ ଦେଖିଥିଲ ଯେ କାଗଜ ଉପରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ତୀକ୍ଷ୍ଣ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ଆଲୋକ ବିନ୍ଦୁ ବାସ୍ତବରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଥିଲା । ଏହା ଏକ ଛୋଟ, ବାସ୍ତବ ଓ ଓଲଟା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଥିଲା। ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍‌ଠାରୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଦୂରତା ମାପି ତୁମେ ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ ଦୂରତାର ସନ୍ନିକଟ ମାନ ପାଇଥିଲ ।

- ଗୋଟଏ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ନିଅ । ପୂର୍ବରୁ ବର୍ଣ୍ଣିତ ଉପାୟରେ ଏହାର ଫୋକସ୍ ଦୂରତାର ସନ୍ନିକଟ ମାନ (Approximate value) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ତାହା ଟିପି ରଖ । (ତୁମେ କୌଣସି ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ଏକ ସାଦା କାଗଜ ପରଦା ଉପରେ ଦେଖି ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ ଦୂରତାର ସନ୍ନିକଟ ମାନ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିବ ।)
- ଟେବୁଲ ଉପରେ ଚକ୍ ଦ୍ୱାରା ଏକ ରେଖା ଟାଣ । ଅବତଳ ଦର୍ପଣକୁ ଏକ ଷ୍ଟାଣ୍ଡରେ ଲଗାଅ । ସେହି ଷ୍ଟାଣ୍ଡକୁ ତୁମେ ଟାଣିଥିବା ରେଖା ଉପରେ ଏପରି ରଖ ଯେମିତିକି ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍ ଠିକ୍ ରେଖା ଉପରେ ରହିବ ।
- ପୂର୍ବ ରେଖା ସହିତ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ଆଉ ଦୁଇଟି ରେଖା ଟାଣ ଯେମିତି ପାଖାପାଖି ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ରେଖା ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ସହିତ ସମାନ ହେବ । ଏହି ରେଖାତ୍ରୟର ସ୍ଥିତି ବର୍ତ୍ତମାନ ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍ (P), ଫୋକସ୍ ବିନ୍ଦୁ (F) ଓ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର (C) ଭେଦ କରିବ ।

ଏହାର କାରଣ କ୍ଷୁଦ୍ର ଦ୍ୱାରକ ବିଶିଷ୍ଟ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ ବିନ୍ଦୁ (F) ତା'ର ପୋଲ୍ (P) ଓ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର (C) ର ମଝିରେ ଥାଏ ।

- ଗୋଟିଏ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ବସ୍ତୁ ଭାବେ ଏକ ଜଳୁଥିବା ମହମବତୀ ନିଅ । ସେହି ମହମବତୀକୁ C ବିନ୍ଦୁର ପଛକୁ ଦୂରରେ ରଖ । ଦର୍ପଣ ସାମନାରେ ଏକ କାଗଜ ପରଦା ନିଅ । ସେହି ପରଦା (Screen) କୁ ଆଗ ପଛ କରି ଏପରି ଏକ ସ୍ଥିତିରେ ରଖ ଯେମିତି ତାହା ଉପରେ ଜଳନ୍ତା ମହମବତୀର ଏକ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ, ତୀକ୍ଷ୍ଣ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି ହେବ । ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ଭଲ ଭାବରେ ଦେଖ । ତାହାର ପ୍ରକୃତି ଓ ସ୍ଥିତିକୁ ଲେଖିରଖ । ମହମବତୀର ଆକାର ସହିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାରକୁ ତୁଳନା କର ।
- ଏହାପରେ ଜଳନ୍ତା ମହମବତୀକୁ ନିମ୍ନ ସୂଚିତ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତିରେ ରଖି 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' ଗୁଡ଼ିକର ପୁନରାବୃତ୍ତି (Repeat) କର । ମହମବତୀର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅବସ୍ଥାନ ପାଇଁ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଅବସ୍ଥାନ ଓ ପ୍ରକୃତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
  (a) C ଠାରୁ ଅଳ୍ପ ଦୂରରେ ରଖ
  (b) ଠିକ୍ C ଉପରେ ରଖ
  (c) F ଓ C ମଧ୍ୟରେ ଯେ କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ରଖ
  (d) ଠିକ୍ F ଉପରେ ରଖ
  (e) P ଓ F ମଧ୍ୟରେ ରଖ
- ଏଥିରୁ ଗୋଟିଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତୁମେ କାଗଜ ପରଦା ଉପରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ନପାଇପାର । ବସ୍ତୁର ସେହି ସ୍ଥିତିକୁ ଚିହ୍ନ । ଏହାର ଆଭାସୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦର୍ପଣ ଭିତରେ ଦେଖିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କର ।
- ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ଯାହା ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କଲ ତାହାକୁ ଏକ ସାରଣୀରେ ଲେଖ ।

'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' : 6.3 କରିସାରିଲା ପରେ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ଅବତଳ ଦର୍ପଣଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା କୌଣସି ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ଅବସ୍ଥାନ ଓ ଆକାର ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ସେହି ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନକୁ P, F ଓ C ବିନ୍ଦୁତ୍ରୟକୁ ଭିତ୍ତିକରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ବସ୍ତୁର କିଛି ଅବସ୍ଥାନ ପାଇଁ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ବାସ୍ତବ ହୁଏ ଓ ଆଉ କିଛି ଅବସ୍ଥାନ ପାଇଁ ଆଭାସୀ ହୁଏ । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ବସ୍ତୁର ଆକାର ତୁଳନାରେ ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ (Magnified) ହୋଇପାରେ ବା ସମାନ ଆକାରର ହୋଇପାରେ କିମ୍ବା ଛୋଟ ମଧ୍ୟ ହୋଇପାରେ । ବସ୍ତୁ ତୁଳନାରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସଳଖ ହୋଇପାରେ ବା ଓଲଟା ମଧ୍ୟ ହୋଇପାରେ । ଏହି ସବୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣର ଏକ ସାରାଂଶ ସାରଣୀ 6.1ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 6.1 : ଅବତଳ ଦର୍ପଣରେ ବସ୍ତୁର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ

ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତି	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି	ପ୍ରତବିମ୍ବର ଆକାର ବସ୍ତୁର ଆକାର ତୁଳନାରେ	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି
ଅନନ୍ତ ଦୂରରେ	ଫୋକସ୍ F ଠାରେ	ଅତ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷୁଦ୍ର-ବିନ୍ଦୁ ସମ	ବାସ୍ତବ ଏବଂ ଓଲଟା
C ଠାରୁ ଦୂରରେ	F ଓ C ମଧ୍ୟରେ	କ୍ଷୁଦ୍ର	ବାସ୍ତବ ଏବଂ ଓଲଟା
C ଠାରେ	C ଠାରେ	ସମାନ ଆକାର	ବାସ୍ତବ ଏବଂ ଓଲଟା
C ଓ F ମଧ୍ୟରେ	C ପରେ	ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ	ବାସ୍ତବ ଏବଂ ଓଲଟା
F ଠାରେ	ଅନନ୍ତ ଦୂରରେ	ବହୁତ ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ	ବାସ୍ତବ ଏବଂ ଓଲଟା
P ଓ F ମଧ୍ୟରେ	ଦର୍ପଣ ପଛପଟେ	ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ	ଆଭାସୀ ଏବଂ ସଳଖ

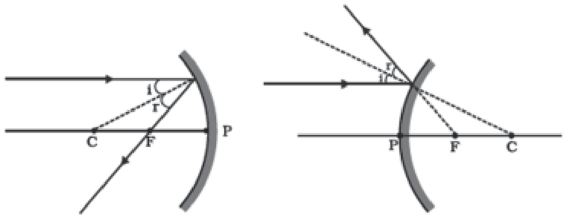
6.2.2 ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ସାହାଯ୍ୟରେ ବର୍ତ୍ତୁଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପରିପ୍ରକାଶ

(Representation of Images formed by Spherical Mirrors using Ray Diagrams)

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନକୁ ତୁମେ ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ଭଲ ଭାବରେ ବୁଝିପାରିବ। ଏଥିପାଇଁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାରର ଲମ୍ବା ବସ୍ତୁଟିଏ ନିଅ । ଏହାକୁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ରଖ। ଏହି ବସ୍ତୁର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛୋଟ ଛୋଟ ଅଂଶ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ସ (Source) ପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଏହି ଅଂଶ ଗୁଡ଼ିକରୁ ଅସଂଖ୍ୟ ରଶ୍ମି ନିର୍ଗତ ହୁଏ। ଏହି ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକୁ ନେଇ ଆମେ ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିବା । ବସ୍ତୁରୁ ନିର୍ଗତ ସବୁ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକୁ ରଶ୍ମିଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକଲେ ସେ ଚିତ୍ର ଜଟିଳ ହେବ । ସରଳତା ଦୃଷ୍ଟିରୁ ବସ୍ତୁର ନିର୍ଗତ ଅନେକ ରଶ୍ମି ମଧ୍ୟରୁ ମାତ୍ର ଦୁଇଟି ରଶ୍ମି ନେଇ ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରାଯାଇପାରିବ ଓ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ପାରିବ । ଏହି ରଶ୍ମିଦ୍ୱୟକୁ ଏପରି ବଛାଯାଏ ଯେ ଦର୍ପଣରୁ ପ୍ରତିଫଳିତ ହେଲାପରେ ସେଗୁଡ଼ିକର ଦିଗ ଯେମିତି ସହଜରେ ଜାଣିହେବ ।

ଦୁଇଟି ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମିର ପ୍ରତିଚ୍ଛେଦ ବିନ୍ଦୁରେ ଏକ ବିନ୍ଦୁସମ ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ଜାଣିବା ପାଇଁ ତଳେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇଥିବା ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଦୁଇଟି ରଶ୍ମି ନେଇ ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରାଯାଇପାରିବ ।

(i) ମୁଖ୍ୟ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ଥିବା ଗୋଟିଏ ରଶ୍ମି ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଲେ ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମି ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ବିନ୍ଦୁ ଦେଇ ଗତିକରେ, ଯଦି ଦର୍ପଣ ଉତ୍ତଳ ହୋଇଥାଏ ତାହା ଫୋକସ୍ ବିନ୍ଦୁଠାରୁ ଅପସାରିତ (divergent) ହେଲାପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଏହା ଚିତ୍ର 6.3(a) ଏବଂ 6.3(b) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

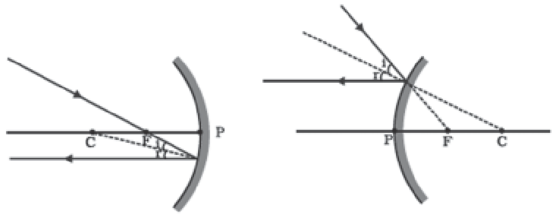


(a) (b)

ଚିତ୍ର 6.3

(ii) ଅବତଳ ଦର୍ପଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ରଶ୍ମି ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ଦେଇ ଗତି କରି ଦର୍ପଣ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଲେ, ତାହା ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ଗତି କରେ । ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ରଶ୍ମି ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ଆଡ଼କୁ ଗତିକରୁଥିଲେ, ତାହା ଦର୍ପଣ ପୃଷ୍ଠରୁ ପ୍ରତିଫଳିତ ହେଲାପରେ, ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ଗତି କରେ ।

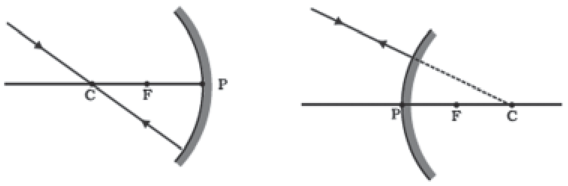
ଏହା ଚିତ୍ର 6.4(a) ଓ (b) ରେ ଅଙ୍କିତ ରଶ୍ମିଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।



(a) (b)

ଚିତ୍ର 6.4

(iii) ଗୋଟିଏ ରଶ୍ମି ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ଦେଇ ଗତିକରୁଥିଲେ କିମ୍ବା ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ଆଡ଼କୁ ତାର ଦିଗ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ହୋଇଥିଲେ, ଦର୍ପଣ ପୃଷ୍ଠରୁ ପ୍ରତିଫଳନ ପରେ, ତାହା ଯେଉଁ ପଥ ଦେଇ ଆସିଥାଏ ସେହି ପଥ ଦେଇ ଫେରିଯାଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 6.5(a) ଓ (b) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

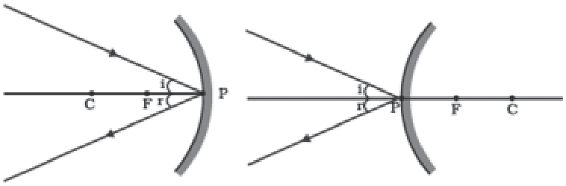


(a) (b)

ଚିତ୍ର 6.5

ଆପତିତ ରଶ୍ମି ଦର୍ପଣର ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠର ଲମ୍ବ ଦିଗରେ ପଡ଼ିଲେ, ସେହି ରଶ୍ମି ଯେଉଁ ଦିଗରୁ ଆସିଥାଏ, ସେହି ଦିଗରେ ଫେରିଯାଏ ।

(iv) ଗୋଟିଏ ରଶ୍ମି ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ତୀର୍ଯକ ଭାବରେ ଗୋଟିଏ ଅବତଳ ବା ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ପୃଷ୍ଠରେ ପୋଲ୍ (P) ବିନ୍ଦୁ ନିକଟରେ ଆପତିତ ହେଲେ, ତାହା ତୀର୍ଯକ ଭାବରେ ପ୍ରତିଫଳତି ହୁଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 6.6(a) ଓ 6.6(b) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ପ୍ରତିଫଳନ ସମୟରେ ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମ ପାଳିତ ହୁଏ । ଆପତିତ ରଶ୍ମି ଓ ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମି ଆପତନ ବିନ୍ଦୁଠାରେ ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।



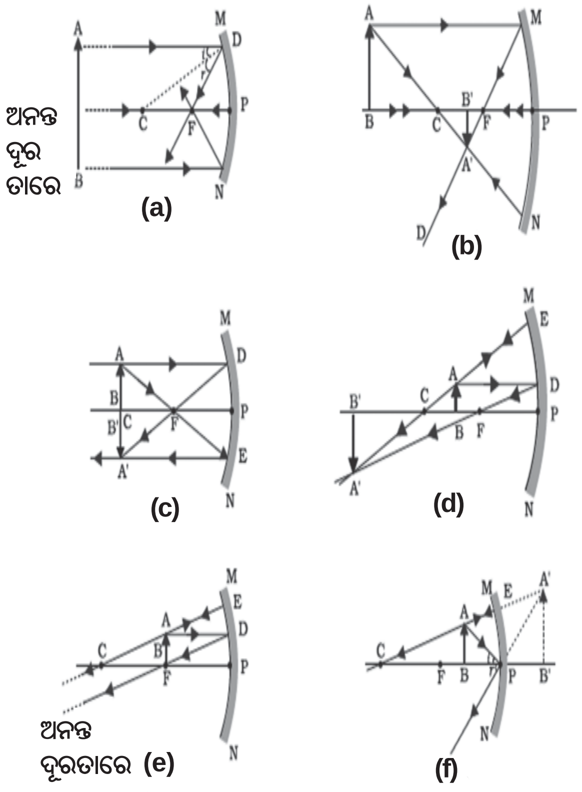
(a) (b)

ଚିତ୍ର 6.6

ଏଠାରେ ମନେରଖ ଯେ ଉପରେ ବର୍ଣ୍ଣିତ ସବୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ହୁଏ । ଆପତନ ବିନ୍ଦୁଠାରେ ଆପତିତ ରଶ୍ମି ଏପରି ଦିଗରେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ ଯେ ପ୍ରତିଫଳନ କୋଣ ଆପତନ କୋଣ ସହିତ ସମାନ ହୁଏ ।

(a) ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ :

ବସ୍ତୁର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ଅବତଳ ଦର୍ପଣରେ କିପରି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ତାହା ଚିତ୍ର 6.7 ରେ ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଗୁଡ଼ିକରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।



ଚିତ୍ର 6.7 ଅବତଳ ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନର ରଶ୍ମିଚିତ୍ର

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.4

- ସାରଣୀ 6.1 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ବସ୍ତୁର ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥିତିପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।
- ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ କୁହାଯାଇଥିବା ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ରଶ୍ମି ନେଇ ତୁମେ ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିବ ।
- ତୁମଦ୍ୱାରା ଅଙ୍କିତ ରଶ୍ମିଚିତ୍ରକୁ ଚିତ୍ର 6.7 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଚିତ୍ର ସହିତ ତୁଳନା କର ।
- ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ଅବସ୍ଥିତି ଓ ଆକାର ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।
- ତୁମେ ପାଇଥିବା ତଥ୍ୟକୁ ଏକ ସାରଣୀରେ ସଜାଇ ଲେଖ ।

ଅବତଳ ଦର୍ପଣଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟବହାର :

ଟର୍ଚ୍ଚ, ସନ୍ଧାନୀ ଆଲୋକ (Search light) ଓ ଯାନଗୁଡ଼ିକର ଶୀର୍ଷଆଲୋକରେ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ସମାନ୍ତର ଆଲୋକ ଗୁଚ୍ଛ ପାଇବା ପାଇଁ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଦାଢ଼ି କାଟିଲା ବେଳେ ମୁହଁର ବଡ଼ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିବା ପାଇଁ ମଧ୍ୟ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଦନ୍ତ ଚିକିତ୍ସକମାନେ ରୋଗୀର ଦାନ୍ତର ବଡ଼ (ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ) ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିବା ପାଇଁ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି । ସୌରଚୁଲ୍ଲୀ (Furnace) ରେ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକକୁ କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ କରାଇ ତାପ ସୃଷ୍ଟି କରିବାପାଇଁ ବଡ଼ ବଡ଼ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

(b) ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ :

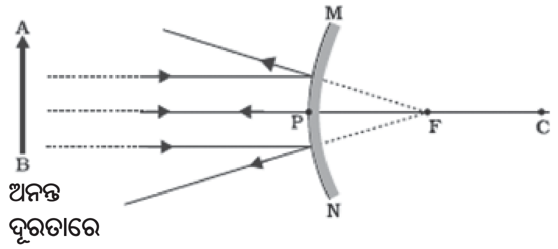
ଆମେ ଅବତଳ ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ପଢ଼ିଲେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ପଢ଼ିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.5

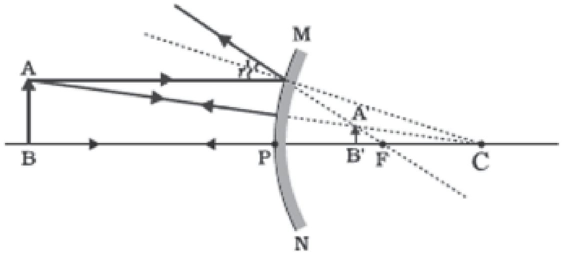
- ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ନିଅ । ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ହାତରେ ଧର ।
- ଦର୍ପଣ ସାମନାରେ ଗୋଟିଏ ପେନ୍‌ସିଲକୁ ସଳଖ ଭାବରେ (Up right) ଅନ୍ୟ ହାତରେ ଧର ।
- ଦର୍ପଣରେ ପେନ୍‌ସିଲର ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ଦେଖ । ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସଳଖ ନା ଓଲଟା (Inverted) ? ଏହା କ୍ଷୁଦ୍ର (Diminished) ନା ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ (Enlarged) ?
- ପେନ୍‌ସିଲକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଦର୍ପଣଠାରୁ ଦୂରକୁ ନିଅ । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ଛୋଟ ହେଉଛି ନା ବଡ଼ ହେଉଛି ?
- ଯତ୍ନ ସହକାରେ ଏହି କାର୍ଯ୍ୟକୁ ବାରମ୍ବାର କର । ବସ୍ତୁକୁ ଦର୍ପଣଠାରୁ ଦୂରକୁ ନେଲେ, ତା'ର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଫୋକସ୍‌ର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେଉଛି ନା ଦୂରକୁ ଘୁଞ୍ଚିଯାଉଛି ତାହା ପ୍ରକାଶ କର ।

ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ଜାଣିବା ପାଇଁ ଆମେ ବସ୍ତୁର ଦୁଇଟି ସ୍ଥିତି ବିଚାରକରିବା । ପ୍ରଥମେ ବସ୍ତୁ ଦର୍ପଣଠାରୁ ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ ରହିଥିବ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟରେ ତାହା ଦର୍ପଣ ନିକଟରେ ଏକ ପରିମିତ (Finite) ଦୂରତାରେ ଥିବ ।

ଏହି ଦୁଇଟି ଅବସ୍ଥିତି ପାଇଁ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନର ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଯଥାକ୍ରମେ ଚିତ୍ର 6.8(a) ଓ (b) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏଥିରୁ ମିଳୁଥିବା ତଥ୍ୟକୁ ସାରଣୀ 6.2ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି ।



(a)



(b)

ଚିତ୍ର 6.8 ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ

ସାରଣୀ 6.2 : ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ଗଠିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ଅବସ୍ଥିତି ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର

ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତି	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଅବସ୍ଥିତି	ପ୍ରତବିମ୍ବର ଆକାର	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି
ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ	ଦର୍ପଣ ପଛପଟେ ଫୋକସ୍ ବିନ୍ଦୁ (F) ଠାରେ	ଅତ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷୁଦ୍ର ବିନ୍ଦୁସମ	ଆଭାସୀ ଓ ସଳଖ
ଅନନ୍ତ ବିନ୍ଦୁ ଓ ପୋଲ୍ (P) ମଧ୍ୟରେ	ଦର୍ପଣ ପଛପଟେ (P) ଓ (F) ମଧ୍ୟରେ	କ୍ଷୁଦ୍ର	ଆଭାସୀ ଓ ସଳଖ

ତୁମେ ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସମତଳ ଦର୍ପଣ, ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ଓ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ପଢ଼ିଲ । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁ ଦର୍ପଣରେ ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ବସ୍ତୁର ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିହେବ ? ଏହାକୁ 'ତୁମପାଇଁ କାମ' ମାଧ୍ୟମରେ ଜାଣିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.6

- କୌଣସି ଏକ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ବସ୍ତୁ ଯଥା : ଦୂରରେ ଥିବା ଗୋଟିଏ ଗଛର ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ସମତଳ ଦର୍ପଣରେ ଦେଖ ।
- ତୁମେ କ'ଣ ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିପାରିଲ କି ?
- ତୁମେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆକାରର ସମତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କର । ତୁମେ କ'ଣ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବସ୍ତୁକୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବରେ ଦେଖି ପାରିଲ କି ?
- ଏହି କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କରି ଆଉ ଥରେ କର । ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ବସ୍ତୁର ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିପାରିଲା କି ?
- ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କରି ଏହି କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଆଉ ଥରେ କର । ସଫଳ ହେଲ କି ? ତୁମର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ କାରଣ ସହ ବୁଝାଅ ।

ତୁମେ ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚ ଅଟ୍ଟାଳିକା ବା ଡେଙ୍ଗା ଗଛର ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗୋଟିଏ ଛୋଟ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣରେ ଦେଖିପାରିବ । ଏହି ପ୍ରକାର ଗୋଟିଏ ଦର୍ପଣ ଆଗ୍ରା ଦୁର୍ଗର କାନ୍ଥରେ ଲଗାଯାଇଛି । ତୁମେ ଯଦି କେବେ ଦୁର୍ଗ ଦେଖିବାକୁ ଆଗ୍ରା ଯିବ ତେବେ କାନ୍ଥରେ ଲାଗିଥିବା ସେହି ଦର୍ପଣରେ ଦୁର୍ଗର ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନରେ ଥିବା ଉଚ୍ଚ ଅଟ୍ଟାଳିକା ଓ ଗମ୍ବୁଜ (Tomb) ଗୁଡ଼ିକର ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବ। ଦର୍ପଣ ଭିତରେ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ଗମ୍ବୁଜ ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଭଲ ଭାବରେ ଦେଖିବା ପାଇଁ, ତୁମକୁ ଦର୍ପଣ ସାମନାରେ ଉପଯୁକ୍ତ ସ୍ଥାନରେ ଠିଆ ହେବାକୁ ପଡ଼ିବ ।

ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟବହାର :

ଯାନଗୁଡ଼ିକରେ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ସାଧାରଣତଃ ପଛପାଖ (Rear-View) ଦେଖିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଏହି ଦର୍ପଣଗୁଡ଼ିକ ଯାନର ସାମନା ପଟେ ଗୋଟିଏ କଡ଼କୁ ଲାଗିଥାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା ଗାଡ଼ିଚାଳକ ତା'ର ପଛରୁ ଆସୁଥିବା ଅନ୍ୟ ଯାନଗୁଡ଼ିକୁ ଦେଖିପାରେ ଓ ସେହି ଅନୁସାରେ ନିରାପଦ ଭାବେ ନିଜ ଗାଡ଼ି ଚଳାଏ । ପଛ ପାଖ ଦେଖିବା ପାଇଁ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣକୁ ଅଗ୍ରାଧିକାର ଦିଆଯାଏ, କାରଣ ଏହି ଦର୍ପଣରେ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ସର୍ବଦା ସଳଖ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିହୁଏ । କିନ୍ତୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ଛୋଟ ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ସମତଳ ଦର୍ପଣରେ ଯେତିକି କ୍ଷେତ୍ରର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିହୁଏ, ତାହା ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ କ୍ଷେତ୍ରର ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ଯାନଚାଳକକୁ ଦେଖାଇବାରେ ସକ୍ଷମ ହୁଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଅବତଳ ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍‌ର ସଂଜ୍ଞା କ'ଣ ?
2. ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ 20 ସେମି ହେଲେ ତାହାର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା କେତେ ?
3. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସଳଖ ଓ ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖାଇ ପାରୁଥିବା ଦର୍ପଣର ନାମ କୁହ ।
4. ଯାନଗୁଡ଼ିକରେ ପଛପାଖ ଦେଖିବା ପାଇଁ କାହିଁକି ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ?

6.2.3 ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିଫଳନ ପାଇଁ ପ୍ରଚଳିତ ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥା

(Sign Convention for Reflection by Spherical Mirrors)

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିଫଳନ ସମ୍ପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କଲାବେଳେ ଆମେ ସାଧାରଣ ଭାବରେ ଆଦୃତ ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥା (Sign Conevention) ସମୂହକୁ ଅନୁସରଣ କରିବା । ଏହାକୁ ନୂତନ କାର୍ଟେସିଆନ ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥା (New cartesian Sign convention) କୁହାଯାଏ । ଏହି ପ୍ରଥା ଅନୁସାରେ ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍‌କୁ ମୂଳବିନ୍ଦୁ (Origin) ନିଆଯାଏ । ଦର୍ପଣର ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷକୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶୀ ପଦ୍ଧତି (Co-ordinate system) ର X- ଅକ୍ଷ ରୂପେ ନିଆଯାଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ଆଦୃତ ସଙ୍କେତ ଓ ପ୍ରଥାଗୁଡ଼ିକ ହେଲା –

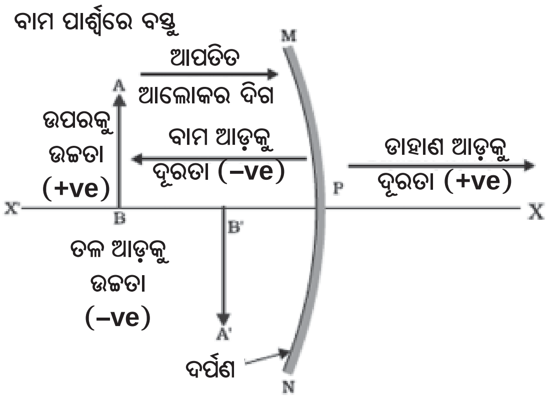
(i) ବସ୍ତୁକୁ ସର୍ବଦା ଦର୍ପଣର ବାମ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ରଖାଯାଏ । ଏପରି କରିବାର କାରଣ ହେଲା ବସ୍ତୁରୁ ସବୁବେଳେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ବାମ ଦିଗରୁ ଡାହାଣ ଦିଗକୁ ଗତିକରି ଦର୍ପଣ ଉପରେ ପଡ଼ିବ ।

(ii) ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ରହିଥିବା ଦୂରତାଗୁଡ଼ିକୁ ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍‌ଠାରୁ ମପାଯାଏ ।

(iii) ଯେଉଁ ଦୂରତାକୁ ମୂଳ ବିନ୍ଦୁର ଡାହାଣ ଆଡ଼କୁ + X ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ମପାଯାଏ ତାହାକୁ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଓ ଯାହା ମୂଳବିନ୍ଦୁର ବାମ ଆଡ଼କୁ – X ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ମପାଯାଏ, ତାହାକୁ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ନିଆଯାଏ ।

(iv) ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷର ଉପର ଆଡ଼କୁ + Y ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ଯେଉଁ ଦୂରତା ବା ଉଚ୍ଚତା ମପାଯାଏ ତାକୁ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ନିଆଯାଏ ।

(v) ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷର ତଳ ଆଡ଼କୁ – Y ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ଯେଉଁ ଦୂରତା ମପାଯାଏ ତାହାକୁ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ନିଆଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 6.9 ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ପାଇଁ ନୂତନ କାର୍ଟେସିଆନ ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥା

ଉପରୋକ୍ତ ନୂତନ କାର୍ଟେସିଆନ ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥାକୁ ଚିତ୍ର 6.9 ରେ ଉଦାହରଣ ଭାବରେ ନିଆଯାଇ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି । ଏହି ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥାକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଦର୍ପଣର ସୂତ୍ର ପାଇପାରିବା ଓ ଗାଣିତିକ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନ କରିପାରିବା ।

6.2.4 ଦର୍ପଣ ସୂତ୍ର ଏବଂ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ

(Mirror Formula and Magnification)

ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣରେ ଏହାର ପୋଲ୍‌ଠାରୁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତାକୁ ବସ୍ତୁଦୂରତା (Object distance) u କୁହାଯାଏ । ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍‌ଠାରୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଦୂରତାକୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା (Image distance) v କୁହାଯାଏ । ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ପୋଲ୍‌ଠାରୁ ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସର ଦୂରତାକୁ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା f କୁହାଯାଏ । ଏହି ତିନୋଟି ରାଶି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କକୁ ଏକ ସୂତ୍ର ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଏହାକୁ ଦର୍ପଣ ସୂତ୍ର କୁହାଯାଏ । ଏହି ସୂତ୍ରଟି ହେଲା–

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f} \quad ....(6.1)$$

ଏହି ସୂତ୍ର ସବୁ ପ୍ରକାରର ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ପାଇଁ , ସବୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର ଯେ କୌଣସି ଅବସ୍ଥିତି ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ଅଟେ । ଏହି ସୂତ୍ରରେ u, v, f ଓ R ର ସାଂଖ୍ୟିକ (Numerical) ମାନ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କଲାବେଳେ ନୂତନ କାର୍ଟେସିଆନ ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥା ଅନୁସରଣ କରିବାକୁ ହେବ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ସଙ୍କେତରେ ସାଂଖ୍ୟିକ ମୂଲ୍ୟ ସ୍ଥାପନ କଲେ ଗାଣିତିକ ପ୍ରଶ୍ନର ସମାଧାନ କରିହେବ ।

ପରିବର୍ଦ୍ଧନ (Magnification)

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣରେ ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିଲା ବେଳେ ବସ୍ତୁର ଆକାର ତୁଳନାରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ କେତେ ପରିମାଣର ବର୍ଦ୍ଧିତ ହୋଇଛି, ତାହାକୁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ପରିବର୍ଦ୍ଧନ କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା ଓ ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତାର ଅନୁପାତ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ m ଅକ୍ଷରକୁ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ ସଙ୍କେତ ରୂପେ ନିଆଯାଏ ।

ଯଦି ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା h ଏବଂ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା h' ହୁଏ ତେବେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ପରିବର୍ଦ୍ଧନ ହେଉଛି –

$$m = \frac{\text{ପ୍ରତିବିମ୍ବର '}}{\text{ବସ୍ତୁର ଉ}}$$

କିମ୍ବା $m = \frac{h'}{h}$ .... (6.2)

ବସ୍ତୁର ଦୂରତା (u) ଓ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା (v) ସହିତ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ (m) ର ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି ତାହା ହେଲା –

$m = \frac{h'}{h} =$ .... (6.3)

ଏଠାରେ ମନେରଖିବ ଯେ ସାଧାରଣତଃ ବସ୍ତୁ, ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷର ଉପର ଆଡ଼କୁ ରହିଥାଏ, ତେଣୁ ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ନିଆଯାଏ । ଆଭାସୀ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ପାଇଁ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତାକୁ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଓ ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ପାଇଁ ତାହାର ଉଚ୍ଚତାକୁ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ନିଆଯାଏ । ପରିବର୍ଦ୍ଧନ ମୂଲ୍ୟ ସହିତ ବିଯୁକ୍ତ ଚିହ୍ନ ରହିଥିଲେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ବାସ୍ତବ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ତାହାର ମୂଲ୍ୟ ସହିତ ଯୁକ୍ତ ଚିହ୍ନ ଥିଲେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଆଭାସୀ ହୋଇଥାଏ । ସାଧାରଣତଃ ଯୁକ୍ତଚିହ୍ନ ଲେଖା ହୋଇନଥାଏ (ଉହ୍ୟ ଥାଏ) ।

ଉଦାହରଣ 6.1 :

ଗୋଟିଏ ଯାନରେ ପଛ ଦେଖିବା ପାଇଁ ଲାଗିଥିବା ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ 3.00 ମି ଅଟେ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ ଦର୍ପଣଠାରୁ 5.00 ମି ଦୂରରେ ଥିଲାବେଳେ ତାହାର ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଅବସ୍ଥିତି, ପ୍ରକୃତି ଓ ଆକାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଉତ୍ତର

ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ, R = + 3.00 ମି

ବସ୍ତୁ ଦୂରତା, u = –5.00 ମି

ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା, v = ?

ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଉଚ୍ଚତା, h' = ?

ଦର୍ପଣର ଫୋକସ ଦୂରତା $f = \frac{R}{2} =$

= +1.50 ମି

ସମୀକରଣ 6.1 ଅନୁସାରେ –

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

କିମ୍ବା, $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} -$

$$= \frac{1}{(+1.50)}$$

$$= \frac{1}{1.5} + \frac{1}{5.0}$$

$$= \frac{5+1.5}{7.5}$$

$$= \frac{6.5}{7.5}$$

ତେଣୁ $v = \frac{7.5}{6.5} = +1.15$ମି

ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦର୍ପଣର ପଛପଟେ ଦର୍ପଣଠାରୁ 1.15ମି ଦୂରରେ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ।

ପରିବର୍ଦ୍ଧନ $m = \frac{h'}{h} =$

$$= -\frac{+1.1}{-5.0}$$

ତେଣୁ m = +0.23

ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଆଭାସୀ, ସଳଖ ଓ ବସ୍ତୁ ତୁଳନାରେ ଆକାରରେ ଛୋଟ ।

ଉଦାହରଣ 6.2 :

4.0 ସେମି ଆକାରର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ 15.0 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ 25.0 ସେମି ଦୂରତାରେ ଅଛି । ଦର୍ପଣଠାରୁ କେତେ ଦୂରରେ ଏକ ପରଦା (Screen) ରଖିଲେ ତା ଉପରେ ଏକ ସ୍ପଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖିହେବ । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି ଓ ଆକାର କ'ଣ ହେବ ?

ଉତ୍ତର

ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା, h = 4.0 ସେମି

ବସ୍ତୁର ଦୂରତା, u = -25.0 ସେମି

ଫୋକସ ଦୂରତା, f = – 15.0 ସେମି

ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଉଚ୍ଚତା, h' = ?

ସମୀକରଣ 6.1 ଅନୁସାରେ

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

କିମ୍ବା, $\frac{1}{v}=\frac{1}{f}-$ $=\frac{1}{(-15.0)}-$

$$= -\frac{1}{15}+\frac{1}{25}$$

କିମ୍ବା, $\frac{1}{v}=\frac{-2}{75}$

କିମ୍ବା, $v=-\frac{75}{2}$ ସେମି

ତେଣୁ ଦର୍ପଣଠାରୁ 37.5 ସେମି ଦୂରରେ ପରଦା ରଖିଲେ ତା' ଉପରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖାଯିବ । ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ବାସ୍ତବ ହେବ ।

ପରିବର୍ଦ୍ଧନ $m=\frac{h'}{h}=$

ତେଣୁ $h'=-\frac{v}{u}\times$

କିମ୍ବା, h' = –6.0 ସେମି

ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା –6.0 ସେମି ହେବ । ତେଣୁ ଏହା ଓଲଟା ଓ ବର୍ଦ୍ଧିତ ହେବ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର, ତାହାର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ 32 ସେମି ଅଟେ ।

2. ଗୋଟିଏ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ସାମନାରେ 10.0 ସେମି ଦୂରରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ରଖିଲେ, ସେହି ଦର୍ପଣ 3 ଗୁଣ ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରେ। ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଅବସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

6.3 ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ (Refraction of Light)

ଗୋଟିଏ ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକ ଏକ ସରଳ ରେଖାରେ ଗତି କରେ । ମାତ୍ର ଯେତେବେଳେ ଆଲୋକ ଗୋଟିଏ ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମରୁ ଆଉ ଏକ ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରେ ସେତେବେଳେ କ'ଣ ହୁଏ ? ଏହା ପୂର୍ବପରି ସରଳ ରେଖାରେ ଗତି କରେ ନା ତା'ର ଗତିପଥର ଦିଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ? ଆମେ ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନର କେତୋଟି ଅଭିଜ୍ଞତା ମନେପକାଇବା ।

ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ ଜଳାଶ୍ରୟଗୁଡ଼ିକର ନିର୍ମଳ ଜଳକୁ ଚାହିଁଲେ ତା'ର ନିମ୍ନ ପୃଷ୍ଠ ଟିକେ ଉପରକୁ ଉଠିଲାପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଖବରକାଗଜ ଉପରେ ଏକ ମୋଟା ଆୟତାକାର କାଚଖଣ୍ଡ (Glass slab) ରଖି ତା ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଦେଖିଲେ ତା' ତଳେ ଥିବା ଅକ୍ଷରଗୁଡ଼ିକ ଉପରକୁ ଉଠିଲାପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ? ତୁମେ କେବେ କାଚଗ୍ଲାସରେ ଥିବା ଜଳ ଭିତରେ ଆଂଶିକ ଭାବରେ ବୁଡ଼ିଥିବା ପେନ୍‌ସିଲକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଛ ? ଏହା ଜଳ ଓ ବାୟୁର ବ୍ୟବଧାନ ପୃଷ୍ଠ (Interface) ନିକଟରେ ଟିକେ ବଙ୍କେଇଲା ପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଗୋଟିଏ କାଚ ପାତ୍ରରେ ଜଳ ନେଇ ସେଥିରେ ଗୋଟିଏ ଲେମ୍ବୁକୁ ବୁଡ଼ାଇରଖି କଡ଼ରୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଲେମ୍ବୁର ଆକାର ବଢ଼ିଗଲା ପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଏହିସବୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକୁ ତୁମେ କିପରି ବୁଝାଇବ ?

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆସ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଆଂଶିକ ବୁଡ଼ିଥିବା ପେନ୍‌ସିଲର ବଙ୍କେଇବା କଥା ବିଚାର କରିବା । ଜଳସ୍ତରର ଉପରେ ରହିଥିବା ପେନ୍‌ସିଲର ଅଂଶରୁ ଆଲୋକ ତୁମ ଆଡ଼କୁ ଯେଉଁ ଦିଗରୁ ଆସେ, ତାହା ତୁଳନାରେ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ିରହିଥିବା ପେନ୍‌ସିଲ ଅଂଶରୁ ଆଲୋକ ତୁମ ଆଡ଼କୁ ଅନ୍ୟ

ଦିଗରୁ ଆସିଲା ପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଏହି କାରଣରୁ ବ୍ୟବଧାନ ପୃଷ୍ଠ ନିକଟରେ ପେନ୍‌ସିଲ କିଛି ବିସ୍ଥାପିତ ହେଲାପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଏହି କାରଣରୁ କାଚ ତଳେ ଥିବା ଖବରକାଗଜର ଅକ୍ଷରଗୁଡ଼ିକୁ କାଚ ସ୍ଲାବ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଅନାଇଲେ ସେଗୁଡ଼ିକ କିଛି ଉପରକୁ ଉଠି ଆସିଲାପରି ଜଣାପଡ଼େ ।

ଗୋଟିଏ ଗ୍ଲାସ୍‌ରେ ଜଳ ନ ନେଇ ଅନ୍ୟ କିଛି ତରଳ ଯଥା : କିରୋସିନ ବା ଟର୍‌ପେନ୍‌ଟାଇନ ନେଇ ପେନ୍‌ସିଲକୁ ବୁଡ଼ାଇଲେ ତାହାର ବିସ୍ଥାପନ କ'ଣ ସମାନ ରହିବ ? ଖବର କାଗଜ ଉପରେ କାଚର ସ୍ଲାବ ନ ରଖି ସମାନ ମୋଟେଇର ସ୍ୱଚ୍ଛ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକର ସ୍ଲାବ ରଖିଲେ ସ୍ଲାବ ତଳେ ରହିଥିବା ଅକ୍ଷରଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ ସମାନ ଉଚ୍ଚତାକୁ ଉଠିଲା ପରି ଜଣାପଡ଼ିବ ? ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିପାରିବ ଯେ ଏପ୍ରକାର ପ୍ରଭାବର ମାତ୍ରା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମ ଯୁଗଳ (Pair of mediums) ପାଇଁ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ଆଲୋକ ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରୁ ଅନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମକୁ ଗଲାବେଳେ ସମାନ ଦିଗରେ ଗତି କରେନା । ଆଲୋକ ତୀର୍ଯ୍ୟକ୍ ଭାବରେ ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ମାଧ୍ୟମ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କଲେ ତା'ର ସଞ୍ଚାରଣ ଦିଗ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ ବଦଳିଯାଏ । ଏହିପରି ଘଟଣାକୁ ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ କୁହାଯାଏ । କେତେଗୁଡ଼ିଏ କାର୍ଯ୍ୟ ମାଧ୍ୟମରେ ଆମେ ଏହାକୁ ଭଲ ଭାବରେ ବୁଝିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.7

- ଜଳ ଭର୍ତ୍ତିଥିବା ବାଲ୍‌ଟିର ନିମ୍ନ ପୃଷ୍ଠରେ ଗୋଟିଏ ଟଙ୍କା ରଖ ।
- ଜଳସ୍ତର ଉପରେ ଗୋଟିଏ କଡ଼କୁ ଆଖି ରଖି ଜଳରେ ହାତ ବୁଡ଼ାଇ ସେହି ଟଙ୍କାକୁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରଚେଷ୍ଟାରେ ଉପରକୁ ଆଣିବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟାକର । ଟଙ୍କାଟିକୁ ଉଠାଇ ଆଣିବା ପାଇଁ ତୁମେ କାର୍ଯ୍ୟରେ ସଫଳ ହେଲ କି ?
- ଏହି କାମକୁ ବାରମ୍ବାର କର । ତୁମେ କାହିଁକି ଗୋଟିଏ ପ୍ରଚେଷ୍ଟାରେ ଟଙ୍କାଟିକୁ ଉଠାଇ ଆଣିବା ପାଇଁ ସଫଳ ହୋଇପାରିଲ ନାହିଁ ?
- ତୁମ ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କୁ ମଧ୍ୟ ଏହି କାମ କରିବାକୁ କୁହ । ତୁମ ଅଭିଜ୍ଞତା ସହିତ ସେମାନଙ୍କ ଅଭିଜ୍ଞତାକୁ ତୁଳନା କର ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.8

- ଗୋଟିଏ ଅଗଭୀର (Shallow) ପାତ୍ର ବା କୁଣ୍ଡକୁ ଟେବୁଲ ଉପରେ ରଖ । ତା' ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଟଙ୍କା ରଖ ।
- ସେହି କୁଣ୍ଡପାଖରୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଦୂରେଇଯାଅ । ଯେଉଁ ସ୍ଥାନରେ ତୁମେ ଟଙ୍କାଟିକୁ ଆଉ ଦେଖିପାରିବ ନାହିଁ । ସେଠାରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଅ ।
- ତୁମ ସାଙ୍ଗକୁ କୁହ ଟଙ୍କାଟିକୁ କୁଆଡ଼େ ନ ଘୁଞ୍ଚାଇ ସେ କୁଣ୍ଡରେ ଧୀରେ ଧୀରେ ଜଳ ଭର୍ତ୍ତି କରିବ ।
- ଜଳ ଭର୍ତ୍ତି ହେଉଥିଲା ବେଳେ ଟଙ୍କାଟିକୁ ଦେଖିବା ପାଇଁ ଲକ୍ଷ୍ୟ ରଖିଥାଅ । ତୁମେ ସ୍ଥିର ହୋଇରହିଥିବା ସ୍ଥାନରେ ଟଙ୍କାଟିକୁ ଆଉଥରେ ଦେଖିପାରିଲ କି ?

କୁଣ୍ଡରେ ଉପଯୁକ୍ତ ପରିମାଣର ଜଳ ଭର୍ତ୍ତି ହେଲା ପରେ ତୁମେ ଟଙ୍କାଟିକୁ ପୁନର୍ବାର ଦେଖିପାରିବ । ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ ଯୋଗୁଁ ଟଙ୍କାଟି ତା'ର ପ୍ରକୃତ ସ୍ଥାନରୁ କିଛି ଉପରକୁ ଉଠିଗଲା ପରି ଜଣାପଡ଼େ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.9

- ଟେବୁଲ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଧଳା କାଗଜ ରଖି ତାହା ଉପରେ କାଳିରେ ଏକ ମୋଟା ସଳଖ ରେଖା ଟାଣ ।
- ଗୋଟିଏ କାଚର ସ୍ଲାବକୁ ଏହି ରେଖା ଉପରେ ଏପରି ରଖ ଯେମିତି ସ୍ଲାବର ଗୋଟିଏ ଧାର (Edge) ସେ ରେଖା ସହିତ ଏକ କୋଣ କରିବ ।
- ଗୋଟିଏ କଡ଼ରୁ ସ୍ଲାବ ତଳେ ରହିଥିବା ରେଖାକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । କ'ଣ ଦେଖିଲ ? ସ୍ଲାବର ଧାର ନିକଟରେ ରେଖାଟି ବଙ୍କା ହୋଇଯାଇଥିବା ପରି ଜଣା ପଡୁଛି କି ?
- ଏହାପରେ ସ୍ଲାବକୁ ବୁଲେଇ ରେଖା ଉପରେ ଏମିତି ରଖ ଯେମିତି ସ୍ଲାବର ଧାର ରେଖା ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ହେବ । ବର୍ତ୍ତମାନ କ'ଣ ଦେଖୁଛ ? ସ୍ଲାବ ତଳେ ରହିଥିବା ରେଖାଂଶ କ'ଣ ବାଙ୍କିଗଲା ପରି ଜଣାପଡୁଛି କି ?
- ସ୍ଲାବ ଉପରୁ ସ୍ଲାବ ତଳେ ଥିବା ରେଖାକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ସ୍ଲାବ ତଳେ ରହିଥିବା ରେଖାଂଶ ଟିକେ ଉପରକୁ ଉଠିଲା ପରି ଜଣା ପଡୁଛି କି ?

  ଏପରି କାହିଁକି ହେଉଛି ?

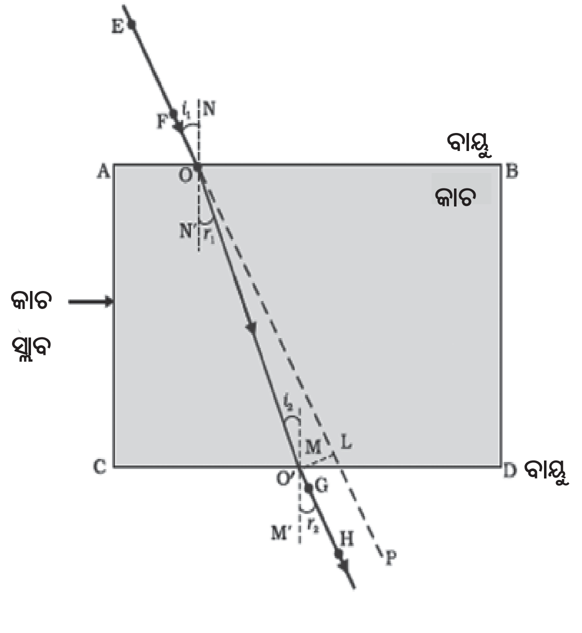
6.3.1 ଆୟତାକାର କାଚ ସ୍ଲାବ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିସରଣ (Refraction through a Rectangular Glass Slab)

ଗୋଟିଏ କାଚ ସ୍ଲାବ ମଧ୍ୟରେ ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ କିପରି ହୁଏ, ତାହା ବୁଝିବା ପାଇଁ ଆମେ ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' କରିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.10

- ଡ୍ରଇଁ ପିନ୍‌ଦ୍ୱାରା ଏକ ଧଳା କାଗଜ ଫର୍ଦ୍ଦକୁ ଡ୍ରଇଁ ପଟା ଉପରେ ଲଗାଅ ।
- ଗୋଟିଏ ଆୟତାକାର କାଚ ସ୍ଲାବକୁ କାଗଜ ମଝିରେ ରଖ ।
- ସ୍ଲାବର ବାହ୍ୟ ସୀମାରେଖା (Outline)କୁ ପେନ୍‌ସିଲ ସାହାଯ୍ୟରେ ଅଙ୍କନ କରି ତାହାର ନାମ ABCD ଦିଅ ।
- ଅଗ୍ରଭାଗ ମୁନିଆ ଥିବା 4ଟି ସମାନ ଡେଙ୍ଗା ପିନ୍ ନିଅ ।
- କାଗଜ ଉପରେ E ଓ F ନାମକ ଦୁଇଟି ପିନ୍ ଭୂଲମ୍ବ ଭାବରେ ପୋତ ଯେମିତି E ଓ F ର ମୁନକୁ ଯୋଗ କରୁଥିବା ରେଖା ସ୍ଲାବର AB ଧାର ପ୍ରତି ତୀର୍ଯକ୍ ହେବ ।
- ସ୍ଲାବର ଅପର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ସ୍ଲାବ୍ ଭିତରକୁ ଅନାଇ E ଓ F ପିନ୍‌ଦ୍ୱୟର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖ । G ଓ H ନାମକ ଆଉ ଦୁଇଟି ପିନ୍ କାଗଜ ଉପରେ ଭୂଲମ୍ବ ଭାବରେ ଏପରି ପୋତ ଯେମିତି ଏହି ପିନ୍‌ଦ୍ୱୟର ମୂଳ ଏବଂ E ଓ F ର ପ୍ରତିବିମ୍ବର ମୂଳ ଗୋଟିଏ ସରଳରେଖାରେ ରହିବେ ।
- କାଗଜ ଉପରୁ ସବୁ ପିନ୍ ଓ ସ୍ଲାବ୍‌କୁ କାଢ଼ି ନିଅ ।
- E ଓ F ପିନ୍‌ର ସ୍ଥିତି ସୂଚିତ କରୁଥିବା ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁକୁ କାଗଜ ଉପରେ ଯୋଗ କରି ଏକ ସରଳରେଖା ଅଙ୍କନ କର । ସେହି ରେଖାକୁ ବର୍ଦ୍ଧିତ କର ଯାହା AB ଧାରକୁ O ବିନ୍ଦୁରେ ସ୍ପର୍ଶ କରିବ । ସେହିପରି G ଓ H ପିନ୍‌ର ସ୍ଥିତି ସୂଚିତ କରୁଥିବା ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁକୁ କାଗଜ ଉପରେ ଯୋଗ କରି ଏକ ସରଳରେଖା ଅଙ୍କନ କର । ସେହି ରେଖାକୁ ବର୍ଦ୍ଧିତ କର ଯାହା CD ଧାରକୁ O' ବିନ୍ଦୁରେ ସ୍ପର୍ଶ କରିବ ।
- O ଏବଂ O' କୁ କାଗଜ ଉପରେ ଯୋଗ କର । EF କୁ ମଧ୍ୟ P ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଦ୍ଧିତ କର ଯାହା ବିନ୍ଦୁକିତ (Dotted) ରେଖା ଦ୍ୱାରା ଚିତ୍ର 6.10 ରେ ସୂଚିତ ହୋଇଛି ।

ଏହି 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ'ରେ ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ O ଏବଂ O' ବିନ୍ଦୁରେ ଆଲୋକ ତାର ଗତିପଥର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଛି । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ O ଏବଂ O' ବିନ୍ଦୁ ଦୁଇଟି ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମକୁ ଅଲଗା କରୁଥିବା ବ୍ୟବଧାନପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ରହିଛି । O ବିନ୍ଦୁଠାରେ AB ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି NN' ଅଭିଲମ୍ବ ଏବଂ O' ବିନ୍ଦୁଠାରେ CD ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି MM' ଅଭିଲମ୍ବ ଅଙ୍କନ କର । ଆଲୋକ ରଶ୍ମି O ବିନ୍ଦୁଠାରେ ବାୟୁରୁ କାଚ ମାଧ୍ୟମକୁ ଅର୍ଥାତ୍ ଏକ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମରୁ ଘନ ମାଧ୍ୟମକୁ ପ୍ରବେଶ କରିଛି । O ବିନ୍ଦୁଠାରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଅଭିଲମ୍ବ ଆଡ଼କୁ ବାଙ୍କିଯାଇଛି । ଆଲୋକ ରଶ୍ମି O' ବିନ୍ଦୁଠାରେ କାଚ ମାଧ୍ୟମରୁ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମକୁ ଅର୍ଥାତ୍ ଘନ ମାଧ୍ୟମରୁ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମକୁ ପ୍ରବେଶ କରିଛି । O' ବିନ୍ଦୁଠାରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଅଭିଲମ୍ବଠାରୁ ଦୂରକୁ ବାଙ୍କିଯାଇଛି । AB ଓ CD ପୃଷ୍ଠରେ ଆପତନ କୋଣକୁ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣ ସହିତ ତୁଳନା କର ।



ଚିତ୍ର **6.10** ଆୟତାକାର କାଚସ୍ଲାବ୍‌ରେ ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ

ଚିତ୍ର 6.10ରେ EO ହେଉଛି ଆପତିତ ରଶ୍ମି, OO′ ହେଉଛି ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମି ଓ O′H ହେଉଛି ନିର୍ଗତ (Emergent) ରଶ୍ମି । ଲକ୍ଷ୍ୟକର ଯେ ନିର୍ଗତ ରଶ୍ମି O′H, ଆପତିତ ରଶ୍ମିର ଦିଗ ସହିତ ସମାନ୍ତର । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ? ଆୟତାକାର କାଚ ସ୍ଲାବ୍‌ର ଦୁଇଟି ବିପରୀତ ସମାନ୍ତର ପୃଷ୍ଠ AB (ବାୟୁ ଓ କାଚ ମଧ୍ୟରେ ବ୍ୟବଧାନପୃଷ୍ଠ) ଓ CD (କାଚ ଓ ବାୟୁ ମଧ୍ୟରେ ବ୍ୟବଧାନପୃଷ୍ଠ) ଅଛି । ଏହି ବିପରୀତ ସମାନ୍ତର ପୃଷ୍ଠରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ବାଙ୍କିଯିବାର ପରିମାଣ ସମାନ ଓ ବିପରୀତ ଅଟେ । ଏହି କାରଣରୁ ନିର୍ଗତ ବିନ୍ଦୁ (Point of Emergence) ଠାରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଆପତିତ ରଶ୍ମି ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ମାତ୍ର ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଗୋଟିଏ କଡ଼କୁ କିଛି ବିସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥାଏ । ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଦୁଇଟି ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମର ବ୍ୟବଧାନ ପୃଷ୍ଠରେ ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବରେ ପଡ଼ିଲେ କ’ଣ ହୁଏ ? ଜାଣିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର ।

ତୁମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଆଲୋକ ପ୍ରତିସରଣ ବିଷୟ ଜାଣିଲ । ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ମାଧ୍ୟମକୁ ଆଲୋକ ଗତିକଲେ ଆଲୋକର ବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଏହା ଯୋଗୁଁ ପ୍ରତିସରଣ ହୁଏ । ବିଭିନ୍ନ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଯାଇଛି ଯେ ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ହୁଏ ।

ଆଲୋକ ପ୍ରତିସରଣର ଦୁଇଟି ନିୟମ ହେଲା –

(i) ଆପତିତ ରଶ୍ମି, ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମି ଓ ଆପତନ ବିନ୍ଦୁଠାରେ ଦୁଇଟି ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମର ବ୍ୟବଧାନପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ଅଙ୍କିତ ଅଭିଲମ୍ବ ଗୋଟିଏ ସମତଳରେ ରହେ ।

(ii) ଦୁଇଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମାଧ୍ୟମ ଓ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବର୍ଣ୍ଣର ଆଲୋକ ପାଇଁ ଆପତନ କୋଣର ସାଇନ୍ (Sine) ଓ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣର ସାଇନର ଅନୁପାତ ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ।

ଏହି ସ୍ଥିରାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ମାଧ୍ୟମ ଦ୍ୱୟର ପ୍ରକୃତି ଓ ଆଲୋକର ବର୍ଣ୍ଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହି ନିୟମକୁ ସ୍ନେଲଙ୍କ ପ୍ରତିସରଣ ନିୟମ କୁହାଯାଏ । ଯଦି ଆପତନ କୋଣ ‘i’ ହୁଏ ଓ ପ୍ରତିସରଣ କୋଣ ‘r’ ହୁଏ ତେବେ

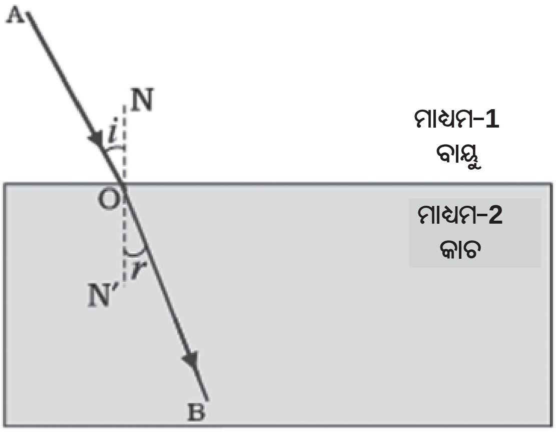
$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{ସ୍ଥିରାଙ୍କ} \quad ....(6.4)$$

ଏହି ସ୍ଥିରାଙ୍କକୁ ପ୍ରଥମ ମାଧ୍ୟମ ତୁଳନାରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ (Refractive Index) କୁହାଯାଏ । ଆମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ସମ୍ପର୍କରେ ଅଧିକ ପଢ଼ିବା ।

6.3.2 ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ (Refractive Index)

ତୁମେ ପଢ଼ିସାରିଛ ଯେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଗୋଟିଏ ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମରୁ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ସ୍ୱଚ୍ଛ ମାଧ୍ୟମକୁ ପ୍ରବେଶ କଲେ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ ତା’ର ଗତିପଥର ଦିଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଦୁଇଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମାଧ୍ୟମ ପାଇଁ ଏହି ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନର ପରିମାଣ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଦୁଇଟି ମାଧ୍ୟମ ଭିତରେ ଆଲୋକ ସଞ୍ଚାରଣର ଆପେକ୍ଷିକ ବେଗ ସହିତ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କର ସମ୍ପର୍କ ଅଛି । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବେଗରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ । ଶୂନ୍ୟ (Vacuum) ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକର ବେଗ ସର୍ବାଧିକ । ଏହା 3×10^8 ମି/ସେ । ବାୟୁରେ ଆଲୋକର ବେଗ ଶୂନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମ ତୁଳନାରେ ସାମାନ୍ୟ କମ୍ । ମାତ୍ର ଆଲୋକର ବେଗ କାଚ ବା ଜଳ ମାଧ୍ୟମରେ ଯଥେଷ୍ଟ ହ୍ରାସ ପାଏ । ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ମାଧ୍ୟମ ଯୁଗଳ ପାଇଁ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ସେହି ଦୁଇ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକର ବେଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହା ତଳେ ଆଲୋଚିତ ହୋଇଛି ।

ଚିତ୍ର 6.11ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ସମ୍ପର୍କରେ ବିଚାର କରିବା । ଏହା ମାଧ୍ୟମ - 1ରୁ ମାଧ୍ୟମ-2କୁ ଗତି କରୁଛି ।



ଚିତ୍ର 6.11

ମନେକର ପ୍ରଥମ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକର ବେଗ V_1 ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକର ବେଗ V_2 । ପ୍ରଥମ ମାଧ୍ୟମ ତୁଳନାରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କକୁ ଆଲୋକର ପ୍ରଥମ ମାଧ୍ୟମରେ ବେଗ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ ବେଗର ଅନୁପାତ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଏହି ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କକୁ n_{21} ସଙ୍କେତ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

$$n_{21} = \frac{\text{ଆ}}{\text{ଆ}} \qquad \text{ଦ୍ୱିତୀୟ}$$

........(6.5)

ଯଦି n_{12} ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମ ତୁଳନାରେ ପ୍ରଥମ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ହୁଏ, ତେବେ

$$n_{12} = \frac{\text{ଆ}}{\text{ଅ}} \qquad \text{ଦ୍ୱିତୀୟ}$$

.... (6.6)

ଯଦି ପ୍ରଥମ ମାଧ୍ୟମ ଶୂନ୍ୟ ହୁଏ ତେବେ ଶୂନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମ ତୁଳନାରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କକୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ମାଧ୍ୟମର ପରମ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ (Absolute Refractive Index) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ n_{20} ବା ସରଳ ଭାବରେ କେବଳ n_2 ସଙ୍କେତ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଥାଏ । ଯଦି ଆଲୋକର ବେଗ ଶୂନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମରେ (ବା ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ) C ହୁଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ V ହୁଏ ତେବେ ଶୂନ୍ୟ ବା ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମ ତୁଳନାରେ ସେହି ମାଧ୍ୟମର ପରମ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ହେଉଛି

$$n = \frac{\text{ଆଲେ}}{\text{ଆଲେ}} \qquad \text{------(6.7)}$$

ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମର ପରମ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କକୁ ସରଳ ଭାବରେ ସେହି ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ । ସାରଣୀ 6.3ରେ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ସାରଣୀରୁ ତୁମେ ଜାଣିପାରିବ ଯେ ଜଳର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ $n_w = 1.33$ ଅଟେ । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯେ ଆଲୋକର ବାୟୁରେ ବେଗ ଓ ଜଳରେ ବେଗର ଅନୁପାତ 1.33 ଅଟେ । ସେହିପରି କ୍ରାଉନ୍ କାଚ (Crown Glass)ର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ 1.52 ଅଟେ । ଏହି ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବହୁତ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ମାତ୍ର ତୁମେ ଏହି ମୂଲ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ମନେ ରଖିବାର ଆବଶ୍ୟକତା ନାହିଁ ।

ସାରଣୀ 6.3 କେତେକ ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମର ପରମ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ

ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମ	ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ	ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମ	ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ
ବାୟୁ	1.0003	କାନାଡ଼ା ବାଲ୍‌ସମ	1.53
ବରଫ	1.31	ରକ୍ ଲବଣ	1.54
ଜଳ	1.33	କାର୍ବନ ଡାଇସଲ୍-ଫେଟ୍	1.63
ଆଲକ୍‌ହଲ୍	1.36		
କିରୋସିନ୍	1.44	ଘନ ଫ୍ଲିଣ୍ଟ କାଚ	1.65
ତରଳୀକୃତ କ୍ୱାର୍ଜ (fused)	1.46	ରୁବି	1.71
ଟରପେନ୍-ଟାଇନ୍ ତେଲ	1.47	ସାଫାୟାର (ନୀଳମଣି)	1.77
ବେଞ୍ଜିନ୍	1.50		
କ୍ରାଉନ୍ କାଚ	1.52	ହୀରା (Diamond)	2.42

ଏହି ସାରଣୀରୁ ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିପାରିବ ଯେ ଗୋଟିଏ ଅଧିକ ଆଲୋକୀୟ ଘନ (Optically denser) ମାଧ୍ୟମର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଘନତା (Mass Density) ସବୁ ସ୍ଥଳରେ ଅଧିକ ନହୋଇ ପାରେ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ କିରୋସିନ କଥା ବିଚାର କରିବା । କିରୋସିନର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଜଳଠାରୁ ଅଧିକ ତେଣୁ ଜଳ ତୁଳନାରେ କିରୋସିନର ଆଲୋକୀୟ ଘନତା ଅଧିକ ମାତ୍ର କିରୋସିନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଘନତା ଜଳ ତୁଳନାରେ କମ୍ ।

ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ?

ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମର ଆଲୋକ ପ୍ରତିସରଣ ଦକ୍ଷତା ସେହି ମାଧ୍ୟମର ଆଲୋକୀୟ ଘନତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ଆଲୋକୀୟ ଘନତାର ଏକ ଅନ୍ତର୍ନିହିତ (Connotation) ଅର୍ଥ ରହିଛି। ଏହା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଘନତା ସହ ସମାନ ନୁହେଁ। ଏହା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଘନତାଠାରୁ ଭିନ୍ନ ଅଟେ। ଆମେ ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ବାରମ୍ବାର ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମ ଓ ଘନ ମାଧ୍ୟମ ପରି ଶବ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରିଛେ। ଏହାର ପ୍ରକୃତ ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ ଆଲୋକୀୟ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମ ଓ ଆଲୋକୀୟ ଘନ ମାଧ୍ୟମ। ଆମେ କେତେବେଳେ କହି ପାରିବା ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମର ଆଲୋକୀୟ ଘନତା ଅନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମ ଠାରୁ ଅଧିକ ? ଦୁଇଟି ମାଧ୍ୟମକୁ ତୁଳନା କଲେ ଯାହାର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଅଧିକ ଥିବ ତାହା ଅନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଆଲୋକୀୟ ଘନ। ଯେଉଁ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ କମ୍ ତାହା ଆଲୋକୀୟ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମ। ଘନ ମାଧ୍ୟମ ଅପେକ୍ଷା ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକର ବେଗ ଅଧିକ ହୁଏ।

ଏହା ଯୋଗୁଁ ଗୋଟିଏ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମରୁ ଘନ ମାଧ୍ୟମକୁ ଆଲୋକ ଗତିକଲେ ତାହାର ବେଗ କମିଯାଏ ଓ ତାହା ଅଭିଲମ୍ବ ଆଡକୁ ବାଙ୍କିଆସେ। ଆଲୋକ ଗୋଟିଏ ଘନ ମାଧ୍ୟମରୁ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମକୁ ଗତିକଲେ ଆଲୋକର ବେଗ ବୃଦ୍ଧିପାଏ ଓ ତାହା ଅଭିଲମ୍ବଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଏ।

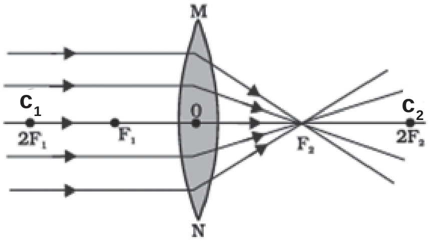
ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ବାୟୁରେ ଗତି କରୁଥିବା ଏକ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ତୀର୍ଯ୍ୟକ୍ ଭାବରେ ଜଳରେ ପ୍ରବେଶ କଲେ ସେହି ରଶ୍ମି ମାଧ୍ୟମ ଦ୍ୱୟର ବ୍ୟବଧାନ ପୃଷ୍ଠରେ ଅଭିଲମ୍ବ ଆଡକୁ ବାଙ୍କିଯିବ ନା ଅଭିଲମ୍ବଠାରୁ ଦୂରକୁ ବାଙ୍କିଯିବ ? ଏପରି କାହିଁକି ହେବ ?
2. ଆଲୋକ 1.50 ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ କାଚ ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କଲା। କାଚ ଭିତରେ ଆଲୋକର ବେଗ କେତେ ହେବ ? (ଶୂନ୍ୟରେ ଆଲୋକର ବେଗ 3×10^{8} ମିସେ$^{-1}$ ଅଟେ ।
3. 10.3 ସାରଣୀ ଦେଖି କୁହ କେଉଁ ମାଧ୍ୟମର ଆଲୋକୀୟ ଘନତା ସର୍ବାଧିକ ଓ କେଉଁ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକୀୟ ଘନତା ସର୍ବନିମ୍ନ।
4. ତୁମକୁ କିରୋସିନ, ଟରପେନ୍‌ଟାଇନ୍ ତେଲ ଓ ଜଳ ଦିଆଗଲା। ଏହା ମଧ୍ୟରୁ କାହା ଭିତରେ ଆଲୋକ ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ବେଗରେ ଗତି କରିବ ? (6.3 ସାରଣୀର ତଥ୍ୟକୁ ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କର)
5. ହୀରାର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ (2.42) ଅଟେ। ଏହାର ଅର୍ଥ କ'ଣ ?

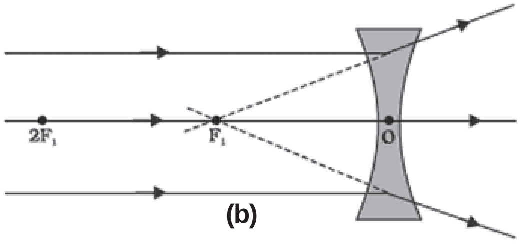
6.3.3 ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଲେନ୍‌ସରେ ପ୍ରତିସରଣ (Refraction by Spherical Lenses)

ଲୋକମାନେ ପଢ଼ିବା ପାଇଁ ଚ଼ଶମା ବ୍ୟବହାର କରିବା ଦେଖିଥିବ । ଘଡି ମରାମତି କରୁଥିବା ଲୋକ ଘଡିର ଛୋଟ ଛୋଟ ଅଂଶ ଦେଖିବା ପାଇଁ ଛୋଟ ପରିବର୍ଦ୍ଧକ କାଚ (Magnifying Glass) ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି। ତମେ ପରିବର୍ଦ୍ଧକର କାଚକୁ କେବେ ନିଜ ଆଙ୍ଗୁଳିରେ ସ୍ପର୍ଶ କରିଛ ? ଏହାର ପୃଷ୍ଠ ସମତଳ ନା ବକ୍ର ? ଏହା ମଝିରେ ମୋଟା ନା ଧାର (Edge)ରେ ମୋଟା ? ଚଶମାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା କାଚ, ଏକ ଲେନ୍‌ସ ଅଟେ। ଲେନ୍‌ସ କ'ଣ ? ଏହା ଆଲୋକ ରଶ୍ମିକୁ କିପରି ବଙ୍କେଇ ଦିଏ ? ଏ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ଏ ସବୁ ଆଲୋଚନା କରିବା।

ଦୁଇଟି ପୃଷ୍ଠ ଥିବା ଏକ ସ୍ୱଚ୍ଛ ପ୍ରତିସରଣକାରୀ ମାଧ୍ୟମରେ ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠ ବା ଉଭୟ ପୃଷ୍ଠ ବକ୍ର ହେଉଥିଲେ ତାକୁ ଲେନ୍‌ସ କୁହାଯାଏ।



(a)



(b)

ଚିତ୍ର 6.12 (a) ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସର ଅଭିସାରଣ କ୍ରିୟା, 6.12 (b) ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସର ଅପସାରଣ କ୍ରିୟା

ଏହାର ଦୁଇଟି ପୃଷ୍ଠ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ହୋଇପାରେ କିମ୍ବା ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଓ ଅନ୍ୟଟି ସମତଳ ହୋଇପାରେ। ଯଦି ଲେନ୍‌ସର ଦୁଇଟି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠ ବାହାର ପଟକୁ ବାହାରିଥାଏ। ତେବେ ସେହି ଲେନ୍‌ସକୁ ଦ୍ୱିଉତ୍ତଳ ବା କେବଳ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ କୁହାଯାଏ। ଏହାର ମଝି ଅଂଶ ଧାର ଅଂଶଠାରୁ ଅଧିକ ମୋଟା ହୋଇଥାଏ। ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛକୁ କେନ୍ଦ୍ରାଭିମୁଖୀ (Converge) କରେ। (ଚିତ୍ର 6.12(a) । ତେଣୁ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସକୁ କେନ୍ଦ୍ରାଭିମୁଖୀ ବା ଅଭିସାରୀ ଲେନ୍‌ସ କୁହାଯାଏ। ସେହିପରି ଗୋଟିଏ ଲେନ୍‌ସର ଦୁଇଟି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠ ଯଦି ଭିତର ଆଡକୁ ପଶିଯାଇଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ବକ୍ର ହୋଇଥାଏ ତେବେ ତାହାକୁ ଦ୍ୱିଅବତଳ ବା କେବଳ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସ କୁହାଯାଏ। ଏହାର ଧାର ଅଂଶ ମଝି ଅଂଶ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ମୋଟା ହୋଇଥାଏ। ଏହି ଲେନ୍‌ସ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିକୁ ଅପସାରଣ (Diverge) କରେ । ଚିତ୍ର 6.12(b)। ତେଣୁ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସକୁ ଅପସାରୀ ଲେନ୍‌ସ କୁହାଯାଏ।

ଗୋଟିଏ ଲେନ୍‌ସର (ଉତ୍ତଳ ହେଉ ବା ଅବତଳ ହେଉ) ଦୁଇଟି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠ ଥାଏ। ପ୍ରତ୍ୟେକ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ପୃଷ୍ଠ ଗୋଟିଏ ଗୋଲକର ଅଂଶ ଅଟେ। ଏହି ଗୋଲକଗୁଡ଼ିକର କେନ୍ଦ୍ରକୁ ଲେନ୍‌ସର ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର (Centre of Curvature) କୁହାଯାଏ। ଲେନ୍‌ସର ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ସାଧାରଣତଃ 'C' ଅକ୍ଷରଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାଏ।

ଲେନ୍‌ସର ଦୁଇ ବକ୍ରତଳ ପାଇଁ ଦୁଇଟି ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ରଥାଏ, ସେମାନଙ୍କୁ 'C_1' ଓ 'C_2' ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ। ଲେନ୍‌ସର ଦୁଇ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ଦେଇ ଯାଇଥିବା କାଳ୍ପନିକ ସରଳ ରେଖାକୁ ଲେନ୍‌ସର ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ କୁହାଯାଏ। ଲେନ୍‌ସର ମଧ୍ୟ ବିନ୍ଦୁକୁ ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର (Optical Centre) କୁହାଯାଏ। ଏହାକୁ ସାଧାରଣତଃ 'O' ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ। ଲେନ୍‌ସର ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର ଦେଇ ଯାଉଥିବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର କୌଣସି ବିପଥନ (Deviation) ହୁଏନି ଓ ତାହା ସିଧା ଗତି କରେ। ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଲେନ୍‌ସର ମଝିରେ ଯେଉଁ କ୍ଷୁଦ୍ର ବୃତ୍ତାକାର ପରିସୀମା (Outline) ଭିତରେ ଲେନ୍‌ସ ପ୍ରତିସରଣକରେ ତାହାର ବ୍ୟାସକୁ ଲେନ୍‌ସର ଦ୍ୱାରକ (Aperture) କୁହାଯାଏ।

ଆମେ ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଯେଉଁ ଲେନ୍‌ସ ଗୁଡ଼ିକ କଥା ବିଚାର କରିବା ତାହାର ଦ୍ୱାରକ, ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅପେକ୍ଷା ଯଥେଷ୍ଟ କମ । ଏହି ଲେନ୍‌ସ ଗୁଡ଼ିକୁ କ୍ଷୁଦ୍ର ଦ୍ୱାରକ ବିଶିଷ୍ଟ ପତଳା ଲେନ୍‌ସ (Thin Lense) କୁହାଯାଏ।

ସମାନ୍ତର ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛ ଲେନ୍‌ସ ଉପରେ ପଡିଲେ କ'ଣ ହୁଏ ? ଏହାକୁ ଆମେ 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' ଦ୍ୱାରା ବୁଝିବା।

ତୁମ ପାଇ କାମ : 6.11

ସତର୍କତା : ଏହି କାମ କଲାବେଳେ ସୂର୍ଯ୍ୟକୁ ସିଧା ବା ଲେନ୍‌ସ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଆଦୌ ଅନାଇବ ନାହିଁ। ଏହା ଦ୍ୱାରା ତୁମ ଚକ୍ଷୁର କ୍ଷତି ହେବ।

- ଏକ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସକୁ ହାତରେ ଧରି ସୂର୍ଯ୍ୟ ଆଡକୁ ରଖ।
- ସୂର୍ଯ୍ୟରୁ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକକୁ ଏକ କାଗଜ ଉପରେ ଫୋକସ୍ (କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ) କରାଅ। ଏହାଦ୍ୱାରା ସୂର୍ଯ୍ୟର ଏକ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ତୁମେ କାଗଜ ଉପରେ ପାଇବ।
- ଲେନ୍‌ସ ଓ କାଗଜକୁ ହଲ୍‌ଚଲ୍ ନକରି ସେହି ଅବସ୍ଥାରେ କିଛି ସମୟ ରଖ। କାଗଜକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଥାଅ। କ'ଣ ହେଲା ? ଏପରି କାହିଁକି ହେଲା ? "ତୁମ ପାଇଁ କାମ': 6.2 ରେ ତୁମର ଅଭିଜ୍ଞତାକୁ ମନେ ପକାଅ। କାଗଜରୁ ଧୂଆଁ ବାହାରିବ ଓ କିଛି ସମୟ ପରେ କାଗଜ ଜଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବ। ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ସମାନ୍ତର ଆଲୋକ ଗୁଚ୍ଛ ଅଟେ। ଏହି ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛ ଲେନ୍‌ସ ଦ୍ୱାରା କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ ହୋଇ କାଗଜ ଉପରେ ପଡିଲା। ଏହା ଯୋଗୁଁ କାଗଜ ଉପରେ ଏକ ତୀକ୍ଷ୍ଣ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା। ଏହି ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ପ୍ରକୃତରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ। ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ କାଗଜ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ ହେବା ଫଳରେ ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ହୋଇ କାଗଜ ଜଳିଗଲା।

ଆମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଲେନ୍‌ସର ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ଥିବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଗୁଡ଼ିକ କଥା ବିଚାର କରିବା। ଏହି ପ୍ରକାରର ରଶ୍ମି ଲେନ୍‌ସ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଗତି କଲେ କ'ଣ ହୁଏ ? ଏହା ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ ପାଇଁ ଚିତ୍ର 6.12(a) ରେ ଓ

ଅବତଳ ଲେନ୍ସ ପାଇଁ ଚିତ୍ର 6.12(b)ରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆ ଯାଇଛି ।

ଚିତ୍ର 6.12(a)କୁ ଯତ୍ନ ସହକାରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷସହ ସମାନ୍ତର ଥିବା ଅନେକ ଗୁଡ଼ିଏ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଲେନ୍ସ ଉପରେ ପଡ଼ିଛି । ଏହି ରଶ୍ମି ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିସରଣ ହେଲା ପରେ ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମି ଗୁଡ଼ିକ ଲେନ୍ସର ଅପର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଅଭିସାରିତ ହୋଇ ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ମିଳିତ ହୋଇଛି । ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଏହି ବିନ୍ଦୁକୁ ଲେନ୍ସର ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ (Principal Focus) କୁହାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଅବତଳ ଲେନ୍ସର କାର୍ଯ୍ୟ କଥା ଆଲୋଚନା କରିବା ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଚିତ୍ର 6.12(b) କୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକର । ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ଥିବା କେତେଗୁଡ଼ିଏ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଅବତଳ ଲେନ୍ସ ଉପରେ ପଡ଼ିଛି । ଏହି ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିସରଣ ହେଲାପରେ ପ୍ରତିସୃତ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ଉପରିସ୍ଥ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅପସାରିତ ହୋଇ ଆସିଲା ପରି ଜଣା ପଡୁଛି । ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ଉପରିସ୍ଥ ଏହି ବିନ୍ଦୁକୁ ଅବତଳ ଲେନ୍ସର ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ କୁହାଯାଏ ।

ତୁମେ ଯଦି ସମାନ୍ତର ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଲେନ୍ସର ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇବ ତେବେ ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ପାଇବ । ସାଧାରଣତଃ ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍‌କୁ 'F' ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ । ମାତ୍ର ଲେନ୍ସର ଦୁଇଟି ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ଥିବାରୁ ସେମାନଙ୍କୁ 'F_1' ଓ 'F_2' ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ । ଲେନ୍ସର ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ରରୁ ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍‌ର ଦୂରତାକୁ ଲେନ୍ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା କୁହାଯାଏ । ଫୋକସ୍ ଦୂରତାକୁ 'f' ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ । ତୁମେ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା କିପରି ପାଇବ ? ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.11 କୁ ମନେ ପକାଅ । ସେହି କାମରେ ଲେନ୍ସର ସ୍ଥିତି ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାରୁ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ମିଳିଥିଲା ।

6.3.4 ଲେନ୍ସ ଗୁଡ଼ିକଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ (Image Formation by Lenses)

ଲେନ୍ସଗୁଡ଼ିକ ଆଲୋକର ପ୍ରତିସରଣ କରାଇ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଲେନ୍ସଗୁଡ଼ିକ କିପରି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି ? ସେହି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକୃତି କ'ଣ ? ଆମେ ପ୍ରଥମେ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସ କଥା ବିଚାର କରିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.12

- ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସ ନିଅ । ତୁମ ପାଇଁ କାମ: 6.11ରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇଥିବା ଅନୁସାରେ ଲେନ୍ସର ଫୋକସ ଦୂରତା ବାହାର କର ।
- ଟେବୁଲ ଉପରେ 5ଟି ସମାନ୍ତର ରେଖା ଅଙ୍କନ କର । ପାଖାପାଖି ରହିଥିବା ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ରେଖା ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା, ଲେନ୍ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ସହିତ ସମାନ ହେବ ।
- ଲେନ୍ସକୁ ଏକ ଷ୍ଟାଣ୍ଡ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ କର । ଏହାକୁ ଟେବୁଲ ଉପରେ ଅଙ୍କିତ ରେଖାମାନଙ୍କର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ରେଖା ଉପରେ ରଖ ଯେମିତି ଲେନ୍ସର ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର ଠିକ୍ ସେହି ରେଖା ଉପରେ ରହିବ ।
- ଲେନ୍ସର ଦୁଇ ପଟରେ ଥିବା ପାଖାପାଖି ଦୁଇଟି ରେଖାର ସ୍ଥିତି ଲେନ୍ସର F ଓ 2F ଅନୁରୂପୀ ହେବ । ସେମାନଙ୍କୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଭାବରେ $2F_1$, F_1, $2F_2$ & F_2 ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କର ।
- ବାମ ପାର୍ଶ୍ୱରେ $2F_1$ ଠାରୁ ବହୁତ ଦୂରରେ ଏକ ଜଳନ୍ତା ମହମବତୀ ରଖ । ଲେନ୍ସର ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଗୋଟିଏ ପରଦା ଉପରେ ଏହାର ଏକ ସ୍ୱଚ୍ଛ, ତୀକ୍ଷ୍ଣ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ପାଇବ ।
- ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ସ୍ଥିତି ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାରକୁ ଲେଖି ରଖ ।
- ଏହାପରେ ବସ୍ତୁ (ମହମବତୀ) କୁ $2F_1$ ଠାରୁ ସାମାନ୍ୟ ଦୂରରେ, F_1 ଓ $2F_1$ ମଝିରେ, F_1 ଉପରେ ଏବଂ F_1 ଓ O ମଝିରେ ରଖି ଉପରୋକ୍ତ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ପୁନର୍ବାର କର । ବସ୍ତୁର ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖ ଓ ତୁମର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ଲେଖି ରଖ ।

ବସ୍ତୁର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ସ୍ଥିତି ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାରର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ବିବରଣୀ ସାରଣୀ 6.4 ରେ ଦିଆଯାଉଛି ।

ସାରଣୀ : 6.4

ବସ୍ତୁର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସରେ ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ସ୍ଥିତି ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର

ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତି	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି
ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ	ଫୋକସ F_2ଠାରେ	ଅତ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷୁଦ୍ର, ବିନ୍ଦୁ ସମ	ବାସ୍ତବ ଓ ଓଲଟା
$2F_1$ ଠାରୁ ଦୂରରେ	F_2 ଓ $2F_2$ ମଧ୍ୟରେ	କ୍ଷୁଦ୍ର	ବାସ୍ତବ ଓ ଓଲଟା
$2F_1$ ଠାରେ	$2F_2$ ଠାରେ	ସମାନ ଆକାର	ବାସ୍ତବ ଓ ଓଲଟା
F_1 ଓ $2F_1$ ମଝିରେ	$2F_2$ ଠାରୁ ଦୂରରେ	ବର୍ଦ୍ଧିତ	ବାସ୍ତବ ଓ ଓଲଟା
ଫୋକସ୍ F_1 ଠାରେ	ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ	ଅତ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଦ୍ଧିତ	ବାସ୍ତବ ଓ ଓଲଟା
ଫୋକସ୍ F_1 ଓ ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର O ମଧ୍ୟରେ	ବସ୍ତୁ ଯେଉଁ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଅଛି ସେହି ପାର୍ଶ୍ୱରେ	ବର୍ଦ୍ଧିତ	ଆଭାସୀ ଓ ସଳଖ

ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ସ୍ଥିତି ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର ସମ୍ପର୍କରେ ଜାଣିବା ପାଇଁ ଆମେ ଆଉ ଗୋଟିଏ କାମ କରିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 6.13

- ଗୋଟିଏ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସ ନିଅ । ଏହାକୁ ଏକ ଷ୍ଟାଣ୍ଡ ଉପରେ ଲଗାଅ ।
- ଗୋଟିଏ ଜଳନ୍ତା ମହମବତୀକୁ ଲେନ୍‌ସର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ରଖ ।
- ଅପର ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ଲେନ୍‌ସ ଭିତରକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦେଖ ।
- ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ଗୋଟିଏ ପରଦା ଉପରେ ପକାଇବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟାକର । ନ ପଡ଼ିଲେ ଲେନ୍‌ସ ଭିତର ଦେଇ ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ସିଧା ଦେଖ ।
- ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର ଓ ଆନୁମାନିକ (Approximate) ସ୍ଥିତିକୁ ଲେଖି ରଖ ।
- ମହମବତୀକୁ ଲେନ୍‌ସ ଠାରୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଦୂରକୁ ଘୁଞ୍ଚାଅ । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାରରେ କି ପ୍ରକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛି ତାହା ଲେଖ । ଯେତେବେଳେ ମହମବତୀ ଲେନ୍‌ସଠାରୁ ବହୁତ ଦୂରରେ ରହେ ସେତେବେଳେ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର କ'ଣ ହୁଏ ?

ଉପରୋକ୍ତ 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' ର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ବିବରଣୀ ସାରଣୀ 6.5 ରେ ତଳେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 6.5

ବସ୍ତୁର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ସ୍ଥିତି ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର

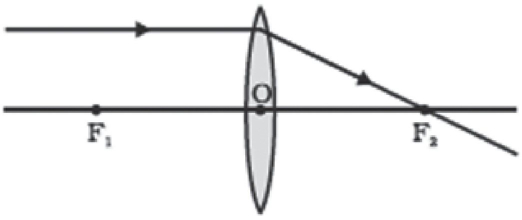
ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତି	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର	ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି
ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ	ଫୋକସ F_1 ଠାରେ	ଅତ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷୁଦ୍ର, ବିନ୍ଦୁ ସମ	ଆଭାସୀ ଓ ସଳଖ
ଅନନ୍ତ ଦୂରତା ଓ ଲେନ୍‌ସର ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ	ଫୋକସ F_1 ଓ ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର 'O' ମଧ୍ୟରେ	କ୍ଷୁଦ୍ରାୟିତ	ଆଭାସୀ ଓ ସଳଖ

'ତୁମ ପାଇଁ କାମ'ରୁ ତୁମେ କି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲ ? ବସ୍ତୁର ଯେ କୌଣସି ସ୍ଥିତିପାଇଁ ଅବତଳ ଲେନ୍ସ ସର୍ବଦା ଆଭାସୀ, ସଳଖ ଓ କ୍ଷୁଦ୍ର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟିକରେ ।

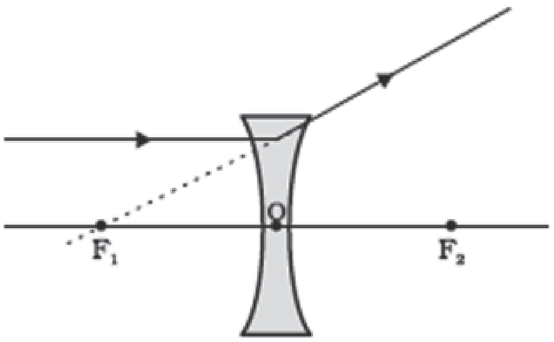
6.3.5 ରଶ୍ମି ଚିତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରି ଲେନ୍ସରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ (Image Formation by Lenses Using Ray Diagrams)

ଆମେ ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ଲେନ୍ସ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ଦେଖାଇ ପାରିବା । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ସ୍ଥିତି ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର ଅନୁଶୀଳନ କରିବା ପାଇଁ ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ମଧ୍ୟ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ଲେନ୍ସ ପାଇଁ ରଶ୍ମି ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରିବା ପାଇଁ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ପଦ୍ଧତି ପରି ନିମ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣିତ ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ରଶ୍ମି ଆମେ ନେଇ ପାରିବା ।

(i) ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ବସ୍ତୁରୁ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସରେ ପ୍ରତିସୃତ ହେଲା ପରେ, ଲେନ୍ସର ଅପର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ଦେଇ ଗତି କରେ । ଏହା ଚିତ୍ର 6.13(a)ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



(a)



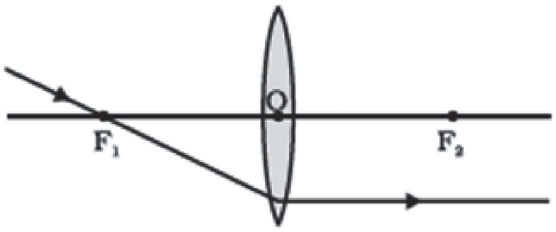
(b)

ଚିତ୍ର 6.13

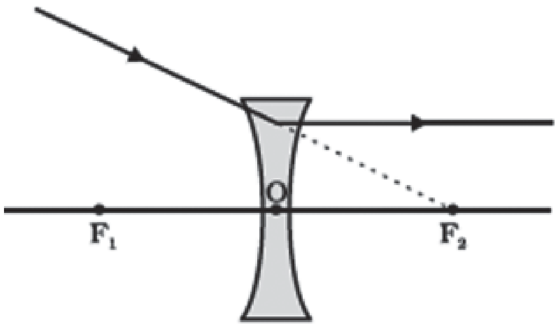
ଅବତଳ ଦର୍ପଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସେହି ରଶ୍ମି ଲେନ୍ସର ବସ୍ତୁ ରହିଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ଫୋକସ୍‌ରୁ ଅପସାରିତ ହେଲାପରି ଜଣାପଡେ । ଏହା ଚିତ୍ର 6.13(b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

(ii) ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ଦେଇ ଗତି କରୁଥିବା ଗୋଟିଏ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସରେ ପ୍ରତିସରଣ ହେଲା ପରେ, ତାହା ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୋଇ ଲେନ୍ସରୁ ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 6.14 (a)ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ଯେଉଁ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଅବତଳ ଲେନ୍ସର ଫୋକସ୍ ଆଡକୁ ଗତି କରୁଥାଏ ତାହା ସେହି ଲେନ୍ସ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିସୃତ ହେଲା ପରେ, ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ଲେନ୍ସରୁ ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 6.14 (b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



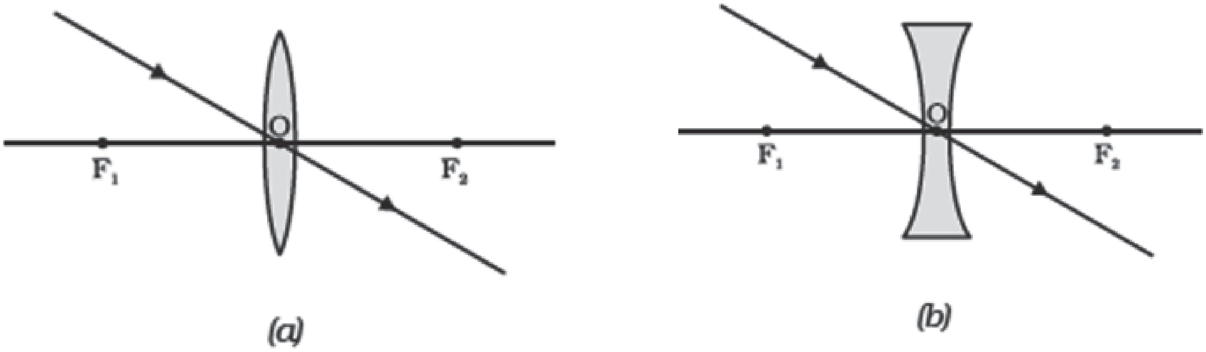
(a)



(b)

ଚିତ୍ର 6.14

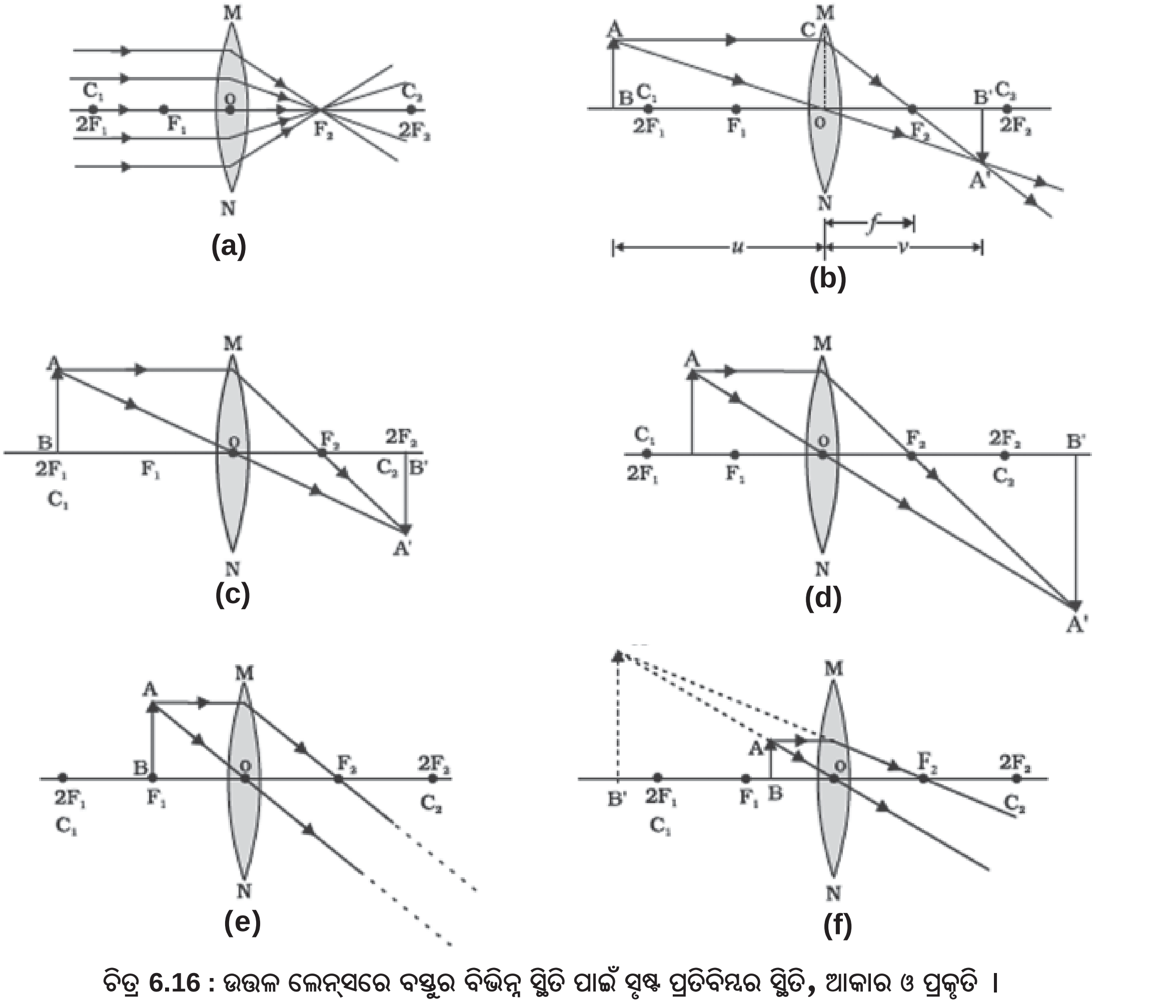
(iii) ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର ଦେଇ ଗତି କରୁଥିବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମି, କୌଣସି ବିପଥନ (Deviation) ବିନା ଲେନ୍ସରୁ ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ଏହା ଚିତ୍ର 6.15 (a) ଓ (b) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।



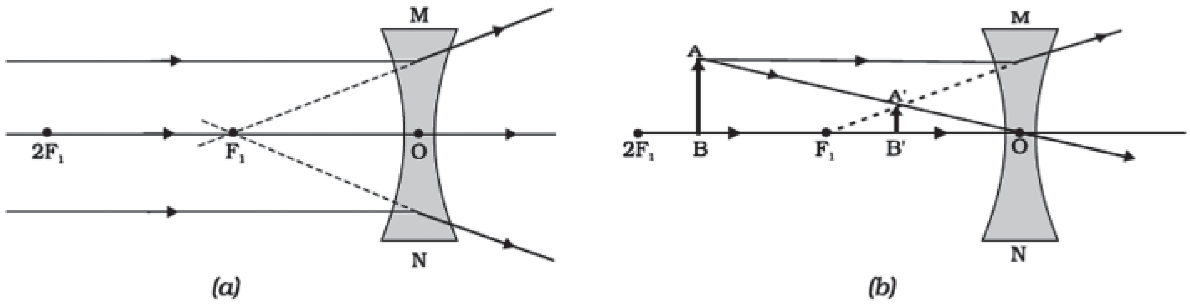
ଚିତ୍ର 6.15

ବସ୍ତୁର କେତୋଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନର ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ତଳେ ଚିତ୍ର 6.16ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

ସେହିପରି ବସ୍ତୁର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତ ପାଇଁ ଅବତଳ ଦର୍ପଣରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନର ରଶ୍ମିଚିତ୍ର ଚିତ୍ର 6.17 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।



ଚିତ୍ର 6.16 : ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସରେ ବସ୍ତୁର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ସ୍ପଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି, ଆକାର ଓ ପ୍ରକୃତି ।



ଚିତ୍ର 6.17 : ଅବତଳ ଲେନ୍ସ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି, ସ୍ଥିତି ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର

6.3.6 ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଲେନ୍ସ ପାଇଁ ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥା (Sign Convention for Spherical Lenses)

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ପାଇଁ ଯେଉଁ ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥା ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଛି ତାହାର ସଦୃଶ (Similar) ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥା ଲେନ୍ସ ପାଇଁ ମଧ୍ୟ ଅନୁସରଣ କରାଯାଏ। ଦୂରତାର ସଙ୍କେତ ପାଇଁ ଏକା ପ୍ରକାରର ନିୟମ (Rule) ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ। କେବଳ ଲେନ୍ସ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମସ୍ତ ଦୂରତା ଲେନ୍ସର ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ରଠାରୁ ମପାଯାଏ। ଏହି ପ୍ରଥା ଅନୁସାରେ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଓ ଅବତଳ ଲେନ୍ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଅଟେ। (u, v, f) ଓ ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା (h) ଏବଂ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା (h')ର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ (Substitute) କଲାବେଳେ ତୁମେ ସମୁଚିତ (Appropriate) ସଙ୍କେତ ବ୍ୟବହାର କରିବ।

6.3.7 ଲେନ୍ସର ସୂତ୍ର ଓ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ (Lens Formula & Magnification)

ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ପାଇଁ ଯେମିତି ଦର୍ପଣ ସୂତ୍ର ଅଛି ସେମିତି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଲେନ୍ସ ପାଇଁ ମଧ୍ୟ ଲେନ୍ସ ସୂତ୍ର ଅଛି। ଏହି ସୂତ୍ର ବସ୍ତୁ ଦୂରତା (u), ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା (v) ଓ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା (f) ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ପ୍ରକାଶ କରେ। ଲେନ୍ସ ସୂତ୍ର ହେଲା।

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \quad .... \quad (6.8)$$

ଏହି ଲେନ୍ସ ସୂତ୍ର ଯେ କୌଣସି ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଲେନ୍ସ ପାଇଁ ସବୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ। ଏହି ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରି କୌଣସି ପ୍ରଶ୍ନର ଗାଣିତିକ ସମାଧାନ କଲାବେଳେ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କଲା ସମୟରେ ସମୁଚିତ ସଙ୍କେତ ବ୍ୟବହାର କରିବା ଆବଶ୍ୟକ।

ପରିବର୍ଦ୍ଧନ (Maganification)

ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା ଓ ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତାର ଅନୁପାତକୁ ଲେନ୍ସ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ କୁହାଯାଏ। ଏହି ସଂଜ୍ଞା ସହିତ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପରିବର୍ଦ୍ଧନର ସଂଜ୍ଞାର ସାଦୃଶ୍ୟ ରହିଛି। ପରିବର୍ଦ୍ଧନକୁ m ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ। ଯଦି ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା h ହୁଏ ଓ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା h' ହୁଏ, ତେବେ,

$$m = \frac{\text{ପ୍ରତିବି}}{\text{ବସ୍ତୁ}} \quad \text{------}(6.9)$$

ପରିବର୍ଦ୍ଧନର ବସ୍ତୁ ଦୂରତା (u) ଏବଂ ପ୍ରତିବମ୍ବ ଦୂରତା (v) ସହିତ ମଧ୍ୟ ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି। ଲେନ୍ସ ପାଇଁ ଏହି ସମ୍ପର୍କ ହେଲା,

$$\text{ପରିବର୍ଦ୍ଧନ, } m = \frac{h'}{h} = \quad \text{---------} \ (6.10)$$

ଉଦାହରଣ 6.3

ଗୋଟିଏ ଅବତଳ ଲେନ୍ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା 15 ସେମି ଅଟେ। ଲେନ୍ସ ସମ୍ମୁଖରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ କେତେ ଦୂରରେ ରଖିଲେ ତା'ର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଲେନ୍ସଠାରୁ 10 ସେମି ଦୂରରେ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ? ଲେନ୍ସ ଦ୍ୱାରା କେତେ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ତାହା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର।

ଉତ୍ତର :

ଅବତଳ ଲେନ୍ସ ସର୍ବଦା ଆଭାସୀ, ସଳଖ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ବସ୍ତୁ ରହିଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱରେ ସୃଷ୍ଟି କରେ।

ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା, v = -10 ସେମି

ଫୋକସ୍ ଦୂରତା, f = -15 ସେମି

ବସ୍ତୁ ଦୂରତା, u = ?

ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ,

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

କିମ୍ବା $\frac{1}{u} = \frac{1}{v} - \cdot$

$$= \frac{1}{(-10)} \cdot$$

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

$$= \frac{-3+2}{30}$$

ବା $\frac{1}{u} = -\frac{1}{30}$

ତେଣୁ u = -30 ସେମି

ବସ୍ତୁର ଦୂରତା 30 ସେମି ଅଟେ ।

ପରିବର୍ଦ୍ଧନ $m = \frac{v}{u} =$

ତେଣୁ $m = \frac{v}{u} =$ କିମ୍ବା + 0.33

ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ସଙ୍କେତରୁ ଜଣା ପଡୁଛି ଯେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଆଭାସୀ ଓ ସଳଖ ଅଟେ । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ବସ୍ତୁର ଆକାରର ଏକ ତୃତୀୟାଂଶ ।

ଉଦାହରଣ 6.4

10 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସର ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଭାବରେ 2.0 ସେମି ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଅବସ୍ଥିତ । ଲେନ୍‌ସଠାରୁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା 15 ସେମି ଅଟେ । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି ଓ ଆକାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ଏହାର ପରିବର୍ଦ୍ଧନ କେତେ ତାହା ମଧ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଉତ୍ତର :

ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା h = + 2.0 ସେମି

ଫୋକସ ଦୂରତା, f = + 10.0 ସେମି

ବସ୍ତୁ ଦୂରତା, u = -15.0 ସେମି

ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା, v = ?

ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା, h′ = ?

ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ,

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

ତେଣୁ, $\frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \cdot$

$$= \frac{1}{(-15)} \cdot$$

$$= -\frac{1}{15} +$$

$$= \frac{-2+3}{30}$$

$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{30}$

ତେଣୁ v = +30 ସେମି

ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ସଙ୍କେତରୁ ଜଣାପଡିଲା ଯେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଲେନ୍‌ସର ଅପର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ରଠାରୁ 30 ସେମି ଦୂରରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ବାସ୍ତବ ଓ ଓଲଟା ଅଟେ ।

ପରିବର୍ଦ୍ଧନ $m = \frac{h'}{h} =$

ତେଣୁ $h' = h \times \frac{v}{u}$

ତେଣୁ $h' = -4.0$ ସେମି

ପରିବର୍ଦ୍ଧନ $m = \frac{v}{u} =$

ତେଣୁ m = -2

h' ଓ m ର ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ସଙ୍କେତରୁ ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ବାସ୍ତବ ଓ ଓଲଟା ଅଟେ । ଏହା ପ୍ରମୁଖ ଅକ୍ଷର ତଳ ଆଡକୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ଏଣୁ 4.0 ସେମି ଉଚ୍ଚତାର ଏକ ବାସ୍ତବ ଓଲଟା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଲେନ୍‌ସର ଅପର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ରଠାରୁ 30 ସେମି ଦୂରରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୁଇ ଗୁଣ ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ ।

6.3.8 ଲେନ୍‌ସର ପାୱାର

(Power of a Lens)

ତୁମେ ପଢ଼ିସାରିଲଣି ଯେ ଲେନ୍‌ସର ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଗୁଡ଼ିକୁ ଅପସାରଣ ବା ଅଭିସାରଣ କରିବାର ଦକ୍ଷତା ତା'ର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଗୋଟିଏ ଅଳ୍ପ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଗୁଡ଼ିକୁ ଅଧିକ କୋଣରେ ବଙ୍କାଇ ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର ନିକଟତର ସ୍ଥାନରେ ଫୋକସ୍ କରାଏ । ସେହିପରି ଅଳ୍ପ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସ ଅଧିକ ଅପସାରଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଲେନ୍‌ସ ଦ୍ୱାରା ହେଉଥିବା ଅଭିସାରଣ ବା ଅପସାରଣର ମାତ୍ରାକୁ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାର କହନ୍ତି । ଏହା ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୋଇଥାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଲେନ୍‌ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତାର ବିଲୋମୀ (Reciprocal) କୁ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାର କୁହାଯାଏ । ଏହା P ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୁଏ । ଯଦି ଲେନ୍‌ସ ର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା f ହୁଏ, ତେବେ,

$$P = \frac{1}{f} \quad ....(6.11)$$

ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ଏକକ ପଦ୍ଧତି (SI Unit) ଅନୁସାରେ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାରର ଏକକ ହେଉଛି ଡାୟପ୍‌ଟର (Diopter) । ଏହା 'D' ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୁଏ । ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ମିଟରରେ ପ୍ରକାଶିତ ହେଲେ ପାୱାର ଡାୟପ୍‌ଟରରେ ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ । ଲେନ୍‌ସର ଫୋକସ ଦୂରତା 1.0 ମି ହେଲେ ତା'ର ପାୱାର 1 ଡାୟପ୍‌ଟର ହୋଇଥାଏ ।

କାରଣ 1D = 1ମି$^{-1}$ ବା 1m^{-1}

ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାରକୁ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଓ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାରକୁ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ମନେ କରାଯାଇଛି ।

ଚକ୍ଷୁ ଡାକ୍ତରମାନେ ଚଶମା ପାଇଁ ସଂଶୋଧନକାରୀ (Corrective) ଲେନ୍‌ସ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ (Prescribe) କଲାବେଳେ ଏହି ପ୍ରକାରେ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାରର ସୂଚନା ଦେଇଥାନ୍ତି । ଯଦି ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାର +2.0 D ହୋଇଥାଏ ତେବେ ସେହି ଲେନ୍‌ସ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ ଅଟେ । ଏହାର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା 0.50m ଅଟେ । ସେହିପରି ଗୋଟିଏ - 2.5 D ପାୱାରର ଲେନ୍‌ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା - 0.40ମି ଓ ଏହି ଲେନ୍‌ସ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସ ଅଟେ ହିସାବ କରି ଦେଖ ।

ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ?

ଅନେକ ଆଲୋକୀୟ ଯନ୍ତ୍ର (Optical Instrument)ରେ ଏକାଧିକ ଲେନ୍‌ସ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ଏପରି ମିଶ୍ରିତ (Combine) କରି ବ୍ୟବହାର କଲେ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ ଅଧିକ ହୁଏ ଓ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ତୀକ୍ଷ୍ଣତା (Sharpness) ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । ଯଦି P_1, P_2, P_3....... ପାୱାର ବିଶିଷ୍ଟ ଲେନ୍‌ସ ଗୁଡିକୁ ମିଶ୍ରିତ କରଯାଏ ତେବେ ସେହି ଲେନ୍‌ସ ସମୂହର ମୋଟ ପାୱାର (Net Power) ସେଥିରେ ଥିବା ଗୋଟିକିଆ ଲେନ୍‌ସ ଗୁଡିକର ପାୱାରର ବୀଜଗାଣିତିକ ଯୋଗଫଳ ପାୱାର P

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

ଏଥିପାଇଁ ଲେନ୍‌ସ ଗୁଡିକର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ପରିବର୍ତ୍ତେ ପାୱାର ବ୍ୟବହାର କରିବା ଚକ୍ଷୁବିଜ୍ଞାନୀଙ୍କ ପାଇଁ ଅଧିକ ସୁବିଧାଜନକ ହୋଇଥାଏ । ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ ଆଖି ପରୀକ୍ଷା ବେଳେ ସେମାନେ ଚଶମା ଫ୍ରେମ୍‌ରେ ଲେନ୍‌ସଗୁଡ଼ିକୁ ବଦଳା ବଦଳି କରି ମିଶାନ୍ତି । ଆବଶ୍ୟକ ସଂଶୋଧନକାରୀ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାର ସରଳ ବୀଜଗାଣିତିକ ଯୋଗ ପଦ୍ଧତିରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତି । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ +2.0 D ଓ + 0.25 D ପାୱାର ବିଶିଷ୍ଟ ଲେନ୍‌ସ ମିଶିଲେ ତାହା ଗୋଟିଏ + 2.25 D ପାୱାର ବିଶିଷ୍ଟ ଲେନ୍‌ସର ସମତୁଲ୍ୟ (Equivalent) ହୁଏ । ବୀଜଗାଣିତିକ ସମାହାରରେ ଯୁକ୍ତ ଓ ବିଯୁକ୍ତ ଚିହ୍ନକୁ ବିଚାର କରି ମିଳାଯାଏ ।

ଏକାଧିକ ଲେନ୍‌ସ ଗୁଡିକର ସଂଯୋଜନ (ମିଶ୍ରଣ) ଦ୍ୱାରା ଲେନ୍‌ସ ବ୍ୟବସ୍ଥା ତିଆରି କରାଯାଏ । ଏହା କ୍ୟାମେରା ଲେନ୍‌ସ, ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଏବଂ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ରରେ ଅଭିଦୃଶ୍ୟକ (Objective) ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନ –

1. 1 ଡାୟପ୍‌ଟରର ସଂଜ୍ଞା କ'ଣ ?
2. ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ ଏକ ଛୁଞ୍ଚିର ବାସ୍ତବ ଓ ଓଲଟା ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଲେନ୍‌ସଠାରୁ 50 ସେମି ଦୂରରେ ସୃଷ୍ଟି କରେ। ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ ସମ୍ମୁଖରେ କେଉଁ ସ୍ଥାନରେ ଛୁଞ୍ଚିକୁ ରଖିଲେ, ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ବସ୍ତୁର ଆକାର ସହିତ ସମାନ ହେବ। ଲେନ୍‌ସର ପାୱାର କେତେ ତାହା ମଧ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର।
3. ଗୋଟିଏ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା 2.0 ମି ହେଲେ ତାହାର ପାୱାର କେତେ ?

କ'ଣ ଶିଖିଲ :

- ଆଲୋକ ସରଳ ରେଖାରେ ଗତି କଲା ପରି ଜଣାପଡେ ।
- ଦର୍ପଣ ଓ ଲେନ୍‌ସ ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି। ପ୍ରତିବିମ୍ବ ବାସ୍ତବ ହୋଇପାରେ ବା ଆଭାସୀ ହୋଇପାରେ। ଏହା ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ।
- ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମ ସବୁ ପ୍ରକାରର ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ପାଇଁ ବୈଧ ଅଟେ। ପ୍ରତିସରଣ ପୃଷ୍ଠରେ ପ୍ରତିସରଣ ନିୟମ ପାଳିତ ହୁଏ।
- ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଓ ଲେନ୍‌ସ ପାଇଁ ନୂତନ କାର୍ଟେସିଆନ ସଙ୍କେତ ପ୍ରଥା ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ।
- ଦର୍ପଣ ସୂତ୍ର $1/v + 1/u = 1/f$, ଏକ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ବସ୍ତୁ ଦୂରତା (u), ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା (v) ଓ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା (f) ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ପ୍ରତିପାଦନ କରେ।
- ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ତାହାର ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ଅଧା ଅଟେ।
- ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ, ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଚ୍ଚତା ଓ ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତାର ଅନୁପାତ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ।
- ଆଲୋକ ତୀର୍ଯ୍ୟକ ଭାବରେ ଏକ ଘନ ମାଧ୍ୟମରୁ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମକୁ ଗତି କଲେ ଅଭିଲମ୍ବଠାରୁ ଦୂରେଇଯାଏ। ଆଲୋକ ତୀର୍ଯ୍ୟକ ଭାବରେ ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମରୁ ଘନ ମାଧ୍ୟମକୁ ପ୍ରବେଶ କଲେ ଅଭିଲମ୍ବ ଆଡକୁ ବଙ୍କେଇ ଆସେ।
- ଶୂନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଲୋକ ଅତ୍ୟଧିକ ବେଗ 3×10^8 ମିସେ$^{-1}$ ରେ ଗତି କରେ। ଆଲୋକର ବେଗ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ।
- ଆଲୋକର ଶୂନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମରେ ବେଗ ଓ ଅନ୍ୟ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ବେଗର ଅନୁପାତକୁ ସେହି ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ।
- ଏକ ଆୟତାକାର କାଚ୍ ସ୍ଲାବର ଉଭୟ ବାୟୁ-କାଚ୍ ବ୍ୟବଧାନ ପୃଷ୍ଠରେ ଓ କାଚ୍-ବାୟୁ ବ୍ୟବଧାନ ପୃଷ୍ଠରେ ପ୍ରତିସରଣ ହୁଏ। ନିର୍ଗତ ରଶ୍ମି ଆପତିତ ରଶ୍ମିର ଦିଗ ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୁଏ।
- ଲେନ୍‌ସ ସୂତ୍ର $1/v - 1/u = 1/f$, ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଲେନ୍‌ସର ବସ୍ତୁ ଦୂରତା (u), ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଦୂରତା (v) ଓ ଫୋକସ୍ ଦୂରତା (f) ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କର ସୂଚନା ଦିଏ।
- ଗୋଟିଏ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାର ତାହାର ଫୋକସ୍ ଦୂରତାର ବିଲୋମୀ ଅଟେ।
- ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ, ପାୱାରର ଏକ ଡାୟପ୍‌ଟର ଅଟେ।
- ପାୱାରକୁ ଡାୟପ୍‌ଟର ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରିବାକୁ ଗଲେ ଫୋକସ୍ ଦୂରତାକୁ ମିଟର ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁ ଗୋଟିକ ଲେନ୍‌ସ ତିଆରିରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇ ପାରିବ ନାହିଁ ?

   (a) ଜଳ (b) କାଚ୍

   (c) ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ (d) ମାଟି

2. ଗୋଟିଏ ଅବତଳ ଦର୍ପଣରେ ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଆଭାସୀ, ସଳଖ ଓ ବସ୍ତୁଠାରୁ ଆକାରରେ ବଡ । ତାହା ହେଲେ ବସ୍ତୁ କେଉଁଠି ଅବସ୍ଥିତ ?

   (a) ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ଓ ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ (b) ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ର ଉପରେ

   (c) ବକ୍ରତା କେନ୍ଦ୍ରଠାରୁ ଦୂରରେ (d) ଦର୍ପଣର ପୋଲ୍ ଓ ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ମଧ୍ୟରେ

3. ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ ସମ୍ମୁଖରେ ବସ୍ତୁ କେଉଁଠି ରହିଲେ ସମାନ ଆକାରର ବାସ୍ତବ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ମିଳିପାରିବ ?

   (a) ଲେନ୍‌ସର ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ଠାରେ

   (b) ଫୋକସ୍ ଦୂରତାର ଦୁଇ ଗୁଣ ଦୂରତ୍ୱରେ

   (c) ଅନନ୍ତ ଦୂରତାରେ

   (d) ଲେନ୍‌ସର ଆଲୋକ କେନ୍ଦ୍ର ଓ ପ୍ରମୁଖ ଫୋକସ୍ ମଧ୍ୟରେ

4. ଗୋଟିଏ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଦର୍ପଣ ଓ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଲେନ୍‌ସ ପ୍ରତ୍ୟେକର ଫୋକସ ଦୂରତା -15 ସେମି ଅଟେ । ଦର୍ପଣ ଓ ଲେନ୍‌ସ ଦ୍ୱୟ ସମ୍ଭବତଃ କ'ଣ ହୋଇପାରିବେ ?

   (a) ଉଭୟ ଅବତଳ (b) ଉଭୟ ଉତ୍ତଳ

   (c) ଦର୍ପଣ ଅବତଳ ଓ ଲେନ୍‌ସ ଉତ୍ତଳ (d) ଦର୍ପଣ ଉତ୍ତଳ ଓ ଲେନ୍‌ସ ଅବତଳ

5. ତୁମେ ଗୋଟିଏ ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ଯେଉଁଠି ଠିଆ ହେଲେବି ତୁମର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସଳଖ ହୁଏ । ତେବେ ଦର୍ପଣ କି ପ୍ରକାରର ଦର୍ପଣ ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ଅଛି ?

   (a) ସମତଳ (b) ଅବତଳ

   (c) ଉତ୍ତଳ (d) ସମତଳ କିମ୍ବା ଉତ୍ତଳ

6. ଡିକ୍ସନାରିର ଛୋଟ ଛୋଟ ଅକ୍ଷର ପଢ଼ିବା ପାଇଁ ତୁମେ ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ଲେନ୍‌ସଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁ ଲେନ୍‌ସକୁ ବ୍ୟବହାର କରିବା ପାଇଁ ବାଛିବ ।

   (a) 50 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ ।

   (b) 50 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅବତଳ ଲେନସ ।

   (c) 5 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସ ।

   (d) 5 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସ ।

7. 15 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅବତଳ ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କରି ଆମେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସଳଖ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ପାଇବାକୁ ଇଚ୍ଛା କରୁଛୁ । ଦର୍ପଣ ସମ୍ମୁଖରେ ବସ୍ତୁ କେଉଁ ଦୂରତା ପରିସର (Range) ମଧ୍ୟରେ ରହିବ ? ପ୍ରତିବିମ୍ବର ପ୍ରକୃତି କ'ଣ ? ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ବସ୍ତୁଠାରୁ ବଡ ନା ସାନ ? ରଶ୍ମି ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଗଠନ ଦେଖାଅ ।

8. ନିମ୍ନଲିଖିତ କ୍ଷେତ୍ରରେ କି ପ୍ରକାରର ଦର୍ପଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ?

(a) କାର୍‌ର ହେଡ୍‌ଲାଇଟ (Head Light)

(b) ଯାନର ପଛ ଦେଖିବା ଦର୍ପଣ

(c) ସୌର ଚୁଲ୍ଲୀ (Solar Furnance)

9. ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତଳ ଲେନ୍‌ସର ଅଧା ଅଂଶ କାଗଜ ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ କରି ଦିଆ ଯାଇଛି । ଏହି ଲେନ୍‌ସ ବସ୍ତୁର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରି ପାରିବ କି ? ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ତୁମ ଉତ୍ତରର ସଠିକତାକୁ ଜାଣିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର । ତୁମର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ବୁଝାଅ ।

10. ଗୋଟିଏ 10 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅଭିସାରୀ ଲେନ୍‌ସଠାରୁ 25 ସେମି ଦୂରରେ ଏକ 5 ସେମି ଦୈର୍ଘ୍ୟର ବସ୍ତୁ ରହିଛି । ରଶ୍ମି ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି, ପ୍ରକୃତି ଓ ଆକାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

11. 15 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଅବତଳ ଲେନ୍‌ସ ନିଜଠାରୁ 10 ସେମି ଦୂରରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି କରିଛି । ଲେନ୍‌ସ ଠାରୁ କେତେ ଦୂରରେ ବସ୍ତୁ ଅଛି ? ରଶ୍ମି ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ପ୍ରତିବିମ୍ବକୁ ଦେଖାଅ ।

12. 15 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣଠାରୁ 10 ସେମି ଦୂରରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଅଛି । ଏହାର ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥିତି ଓ ପ୍ରକୃତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

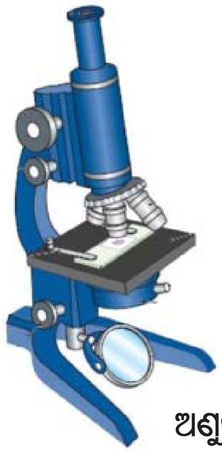
13. ଏକ ସମତଳ ଦର୍ପଣ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ପରିବର୍ଦ୍ଧନ +1 ଅଟେ । ଏହାର ଅର୍ଥ କ'ଣ ?

14. 30 ସେମି ବକ୍ରତା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଉତ୍ତଳ ଦର୍ପଣଠାରୁ 20 ସେମି ଦୂରରେ 5.0 ସେମି ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଅଛି । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ସ୍ଥାନ, ପ୍ରକୃତି ଓ ଆକୃତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

15. 18 ସେମି ଫୋକସ୍ ଦୂରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଅବତଳ ଦର୍ପଣର 27 ସେମି ସମ୍ମୁଖରେ 7 ସେମି ଆକାରର ବସ୍ତୁ ରଖା ଯାଇଛି । ଦର୍ପଣଠାରୁ କେତେ ଦୂରରେ ଏକ ପରଦା ରଖିଲେ ତା'ଉପରେ ଫୋକସ୍ ହୋଇଥିବା ଏକ ତୀକ୍ଷ୍ଣ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ସୃଷ୍ଟି ହେବ । ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଆକାର ଓ ପ୍ରକୃତି କ'ଣ ହେବ ?

16. ଗୋଟିଏ ଲେନ୍‌ସର ପାୱାର -2.0 D । ଏହାର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା କେତେ ? ଏହା କି ପ୍ରକାରର ଲେନ୍‌ସ ?

17. ଜଣେ ଡାକ୍ତର +1.5 D ପାୱାରର ସଂଶୋଧନକାରୀ ଲେନ୍‌ସ ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିଛନ୍ତି । ଏହି ଲେନ୍‌ସର ଫୋକସ୍ ଦୂରତା କେତେ ? ଏହି ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଲେନ୍‌ସ ଅପସାରୀ ନା ଅଭିସାରୀ ?



ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର