# 4

# କଠିନ ଅବସ୍ଥା

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ପଦାର୍ଥ ତିନୋଟି ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ, ଯଥା କଠିନ, ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସ । ଏଥିରେ ଥିବା କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ (ପରମାଣୁ, ଅଣୁ କିମ୍ବା ଆୟନ) ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆକର୍ଷଣ ବଳଦ୍ୱାରା ବାନ୍ଧିହୋଇ ଥାଆନ୍ତି । କିନ୍ତୁ ବଳର ପ୍ରକୃତି ଓ ମାତ୍ରା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ । ଏହି ପ୍ରଥମ ଦୁଇ ଅଧ୍ୟାୟରେ ତୁମେ ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥା ବିଷୟରେ ପଢ଼ିଛ । ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ତୁମେ କଠିନ ଅବସ୍ଥା ବିଷୟରେ ପଢ଼ିବ । ପଦାର୍ଥମାନେ କଠିନ, ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସ ଠାରୁ ଏହି ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଭିନ୍ନ ଯେ ଦୃଢ଼ ବନ୍ଧନ ପାଇଁ ଏମାନଙ୍କର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନ ଅଛି ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ଅଛି । କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ ଲାଗିଲାଗି ଥାଆନ୍ତି ଓ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଦୃଢ଼ ଆକର୍ଷଣ ବଳ ଥାଏ । ଏଠାରେ ତୁମେ କଠିନ ପଦାର୍ଥମାନଙ୍କର ଗଠନ, ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗ ଓ ଧର୍ମ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିବ ।

## ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

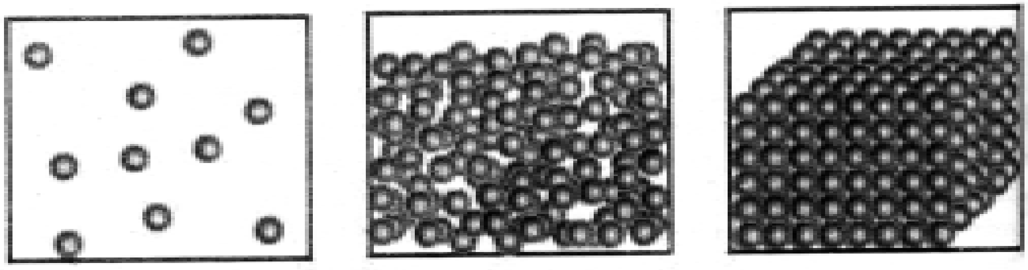
ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପାଠକରିବା ପରେ ତୁମେ :

- କଠିନ ଅବସ୍ଥାର ପ୍ରକୃତିକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;
- ଅଣୁର ସାଜସଜା ଓ ଅନ୍ତରାଣବିକ ଆକର୍ଷଣ ବଳ ଭିତ୍ତିରେ କଠିନର ଧର୍ମ ବିଷୟରେ ଜାଣିବାରେ ସକ୍ଷମ ହେବ;
- କଠିନର ଗଳନାଙ୍କର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;
- ସ୍ଫଟିକାକାର ଓ ଅସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଇପାରିବ;
- କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକରୁଥିବା ବଳକୁ ଆଧାର କରି ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର ଶ୍ରେଣୀବିଭାଗ କରିପାରିବ;
- କଠିନରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ନିଚୟନ (packing) ବୁଝାଇପାରିବ;
- ଉପସହ ସଂଯୋଜୀ ସଂଖ୍ୟାର ସଂଜ୍ଞା ନିରୂପଣ କରିପାରିବ;
- ଏକକ ସେଲ୍‌ର (cell) ସଂଜ୍ଞା ନିରୂପଣ କରିପାରିବ;
- ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଏକକ ସେଲ୍‌ର ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ;
- ସରଳ ଘନୀକାର, ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରିତ ଘନୀକାର ଓ କାୟ କେନ୍ଦ୍ରିତ ଘନୀକାରର ଏକକ କୋଷ (cell) ରେ ଥିବା କଣିକାର ସଂଖ୍ୟା ହିସାବ କରିପାରିବ;
- ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତର ସଂଜ୍ଞା ନିରୂପଣ କରିପାରିବ;

- ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତ ଓ କଠିନର ଗଠନ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ସ୍ଥାପନ କରିପାରିବ ।
- ସରଳ ଆୟନୀୟ ଯୌଗିକର ସଂରଚନାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ଏବଂ
- Frenkel ଏବଂ Schottky ତ୍ରୁଟିକୁ ବୁଝାଇପାରିବ ।

## 8.1 କଠିନ ଅବସ୍ଥାର ପ୍ରକୃତି

ତୁମେ ଅଧ୍ୟାୟ 6 ରେ ପଢ଼ିଛଯେ ଗତିଜ ଆଣବିକ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ ଥିବା ବହୁତ ସଂଖ୍ୟକ କଣିକା ସମସ୍ତ ଦିଗରେ ଅନିୟମିତ ଭାବେ ନିରନ୍ତର ଗତି କରନ୍ତି । ଏହି ଅଣୁ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳ ଖୁବ୍ ଦୁର୍ବଳ ଓ ନଗଣ୍ୟ । ଗ୍ୟାସର ଅଣୁ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ବହୁତ ଫାଙ୍କା ସ୍ଥାନଥିବାରୁ ଚିତ୍ର [8.1(a)] ଏହାକୁ ସଂଚାପିତ କରାଯାଇପାରେ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ତରଳ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ନିରନ୍ତର ଗତି କରୁଥାଆନ୍ତି; କିନ୍ତୁ ଏହାର ଗତି ଆପେକ୍ଷିକ ଭାବେ ସୀମିତ । ଯେହେତୁ ତରଳମାନଙ୍କ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ବହୁତ କମ୍ ଫାଙ୍କା ସ୍ଥାନ ଥାଏ, ଏହାର ଅଣୁକୁ ସଂଚାପିତ କରାଯାଇପାରେ ନାହିଁ ।



(a) (b) (c)

**ଚିତ୍ର 8.1:** *ବସ୍ତୁର ତିନୋଟି ଅବସ୍ଥା ଚିତ୍ର ସାହାଯ୍ୟରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି a) ଗ୍ୟାସ b) ତରଳ c) କଠିନ ଅବସ୍ଥା*

କଠିନ ଅବସ୍ଥାରେ କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ ଲଗାଲଗି ହୋଇ ଶୃଙ୍ଖଳିତ ଭାବେ ସଜ୍ଜା ହୋଇଥାଆନ୍ତି, [ ଚିତ 8.6(c)] ଯେଉଁଥିରେ କି ଫାଙ୍କା ସ୍ଥାନ ନଥାଏ । ସେମାନେ ନିଜ ନିଜ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରେ ରହି ଦୋଳାୟମାନ ହୁଅନ୍ତି । ସେମାନେ ପାଖାପାଖି ରୁହନ୍ତି ଏବଂ ଗ୍ୟାସ ଓ ତରଳର ଅଣୁଭଳି ଏଣେତେଣେ ଗତି କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ । ଯାହା ଫଳରେ କଠିନ ଅସଂଚାପିତ, ଦୃଢ଼ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ଥାଏ ଅଟେ । ତରଳ ପରି କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ତାକୁ ଧାରଣ କରୁଥିବା ପାତ୍ରର ଆକାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।

## 8.1 କଠିନର ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗ

କଠିନରେ ଥିବା କଣିକାମାନଙ୍କର ପ୍ରକୃତି ଓ ସାଜସଜ୍ଜାକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଏହା ସ୍ଫଟିକାକାର ଓ ଅସ୍ଫଟିକାକାର ହୋଇପାରେ ।

### 8.2.1 ସ୍ଫଟିକାକାର ଓ ଅସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ

ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ ଥିବା କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ନିୟମିତ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟାୟୀକ୍ରମରେ ସଜ୍ଜାହୋଇଥିବାରୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ମିଳିଥାଏ । ସ୍ଫଟିକ (Crystal) ଶବ୍ଦଟି ଗ୍ରୀକ୍ ଶବ୍ଦ କ୍ରୁଷ୍ଟାଲସ୍ (Krustallos)ରୁ ଆସିଛି ଯାହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ବରଫ । ନିୟମିତ ବ୍ୟବସ୍ଥା ସମଗ୍ର କଠିନକୁ ବ୍ୟାପିଯାଏ ଏବଂ ଏହିପ୍ରକାର କଠିନରେ ଦୀର୍ଘ ପରିସର କ୍ରମ ଅଛି ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ କିଛି କଠିନର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ପରିସର କ୍ରମ ଅଛି । ଏହାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ଏହାର କିଛି ସ୍ଥାନରେ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ନିୟମିତ ଭାବେ ସଜ୍ଜାହୋଇଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ଆପେକ୍ଷିକ ଭାବେ ଅନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ଅନିୟମିତ ଭାବେ

ଥାଆନ୍ତି । ଏପରି କଠିନକୁ ଅସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ କୁହାଯାଏ । ଗ୍ରୀକ୍ ଭାଷାରେ a ର ଅର୍ଥ ବିନା ବା ବ୍ୟତୀତ ଏବଂ morph ଅର୍ଥ ଆକୃତି । ଏହିପରି ଭାବେ amorphous ଶବ୍ଦର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଆକୃତି ଶୂନ୍ୟ । ସୋଡ଼ିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ (NaCl) ଓ ଶୁକ୍ରୋଜ (Sucrose) ହେଉଛି ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର ସାଧାରଣ ଉଦାହରଣ, କିନ୍ତୁ କାଚ, ସଂଗଳିତ ସିଲିକା, ରବର ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ପଲିମର ଗୁଡ଼ିକ ଅସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର କେତେକ ଉଦାହରଣ ।

ଅସ୍ଫଟିକାକାର ଓ ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ପଦାର୍ଥ ଭିତରେ ଗୋଟିଏ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପାର୍ଥକ୍ୟ ହେଉଛି ଯେ ଅସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ସ୍ୱଭାବରେ ଆଇସୋଟ୍ରୋପିକ୍ (Isotropic) ହୋଇଥାଏ ( ଅର୍ଥାତ୍ ସବୁ ଦିଗରେ କିଛି ଭୌତିକ ଧର୍ମର ସମାନ ମୂଲ୍ୟଥାଏ) । ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ଗୁଡ଼ିକ ଆନିସୋଟ୍ରୋପିକ୍ (Anisotropic) ଅଟେ (ଅର୍ଥାତ୍ କିଛି ଭୌତିକ ଧର୍ମର ମୂଲ୍ୟ ବିଭିନ୍ନ ଦିଗରେ ଭିନ୍ନ) । ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଏବଂ ତାପିୟ ପ୍ରସାର ଗୁଣାଙ୍କ ଭଳି ଦୁଇଟି ଭୌତିକ ଧର୍ମର ମୂଲ୍ୟ ଏକ ପ୍ରଦତ୍ତ ସ୍ଫଟିକରେ ବିଭିନ୍ନ ଦିଗରେ ମାପକଲେ ଭିନ୍ନ ଅଟେ । ସ୍ଫଟିକାକାର ଓ ଅସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ଆଉ ଏକ ତଫାତ୍ ହେଉଛିଯେ ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଗଳନାଙ୍କ ଅଛି, କିନ୍ତୁ ଅସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଗଳନାଙ୍କ ନାହିଁ, ଏହା ତାପମାତ୍ରାର ଏକ ପରିସରରେ ତରଳି ଥାଏ ।

## 8.2.2 ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗ

ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ପଦାର୍ଥର କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ବିଚାରକୁ ନେଇ ଏମାନଙ୍କର ପୁନଶ୍ଚ ଶ୍ରେଣୀବିଭାଗ କରାଯାଇପାରିବ, ଯାହାକି ନିମ୍ନରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି ।

ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କ୍ରମରେ ସଜ୍ଜିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଆକର୍ଷଣ ବଳଦ୍ୱାରା ବାନ୍ଧିହୋଇ ଥାଆନ୍ତି । ଏହି ବଳ କୁଲମ୍ବିକ କିମ୍ବା ସ୍ଥିର ବିଦ୍ୟୁତ୍, ସହଯୋଜୀ, ଧାତବୀୟ ଆବନ୍ଧ କିମ୍ବା ଦୁର୍ବଳ ଅନ୍ତରାଣବିକ ପ୍ରକୃତିର ହୋଇପାରେ । ଆମେ ଦେଖୁଥିବା କଠିନ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି, ସେଥିରେ ଥିବା କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବଳର ପାର୍ଥକ୍ୟ ହେତୁ ଭିନ୍ନଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । କଣିକାମାନଙ୍କୁ ବାନ୍ଧି ରଖୁଥିବା ବଳର ପ୍ରକାରକୁ ଭିତ୍ତିକରି ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ପଦାର୍ଥର ବର୍ଗୀକରଣ କରାଯାଇପାରିବ । ଉପରୋକ୍ତ ତଥ୍ୟାନୁଯାୟୀ ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନକୁ 4 ଭାଗରେ ବର୍ଗୀକରଣ କରାଯାଇପାରେ- ଆୟନୀୟ, ଆଣବିକ, ସହଯୋଜୀ ଓ ଧାତବୀୟ କଠିନ । ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର କଠିନର ଲକ୍ଷଣ ଓ ଧର୍ମ ସାରଣୀ 8.1 ରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି ।

**ସାରଣୀ 8.1 : ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର କଠିନର ଲକ୍ଷଣ ଓ ଧର୍ମ**

| କଠିନର ପ୍ରକାର ଭେଦ | ଧାରଣ କରିଥିବା କଣିକା | କଣିକା ମଧ୍ୟରେ ହେଉଥିବା ପ୍ରତିକ୍ରିୟା | ଆକୃତି | ଗଳନାଙ୍କ | ଉଦାହରଣ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. ଆୟନୀୟ | ଆୟନ | କୁଲମ୍ବିକ୍ | କଠିନ | ଅଧିକ | ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍, ଜିଙ୍କ୍ ସଲଫାଇଡ୍ ଇତ୍ୟାଦି |
| 2. ଆଣବିକ | ଅଣୁ | ଭାଣ୍ଡରୱାଲସ୍ ବଳ | ନରମ | କମ୍ | ଆୟୋଡ଼ିନ, ସଲଫର୍ |
| (a) ଅଧ୍ରୁବୀୟ | | ଦ୍ୱିମେରୁ-ଦ୍ୱମେରୁ | ଓ ଭଙ୍ଗୁର | | ଫସ୍‌ଫରସ୍ ଇତ୍ୟାଦି |
| (b) ଧ୍ରୁବୀୟ | | | | | ବରଫ, ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ |
| 3. ସହଯୋଜୀ | ପରମାଣୁ | ସହସଂଯୋଜୀ ଆବନ୍ଧ | କଠିନ | ଅଧିକ | ହୀରା, ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ ପ୍ରଭୃତି |
| 4. ଧାତବୀୟ | ପରମାଣୁ | ଧାତବୀୟ ଆବନ୍ଧନ | ନମନୀୟ | ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ | ତମ୍ବା,ରୂପା ସୁନା ପ୍ରଭୃତି |

ସୋଡ଼ିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ହେଉଛି ଆୟନୀୟ କଠିନର ଏକ ଉଦାହରଣ, କାରଣ ସୋଡ଼ିୟମ ଆୟନ ଏବଂ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ଆୟନ ପରସ୍ପରକୁ ବିଦ୍ୟୁତସ୍ଥିର ଅନ୍ତଃଆକର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ଆକର୍ଷିତ କରନ୍ତି । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଆୟୋଡ଼ିନ୍ ହେଉଛି ଆଣବିକ କଠିନର ଏକ ଉଦାହରଣ କାରଣ ଏଥିରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଏକ ଦୁର୍ବଳ ଭାନ୍-ଡ଼ର-ୱାଲସ୍ ବଳ ଦ୍ୱାରା ବାନ୍ଧି

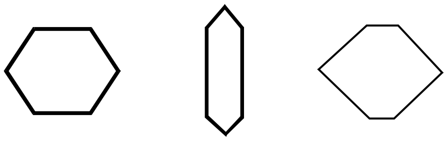
ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ହୀରା, ଯେଉଁଥିରେ କାର୍ବନ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଦୃଢ଼ ସହଯୋଜୀ ବନ୍ଧ ଥାଏ, ତାହା ହେଉଛି ଏକ ସହଯୋଜୀ କଠିନର ଉଦାହରଣ, କିନ୍ତୁ ଧାତୁରେ ଅଂସଖ୍ୟ ଧନାତ୍ମକ ଆୟନର ପରମାଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ସାଗର ମଧ୍ୟରେ ବାନ୍ଧି ହୋଇଥାଆନ୍ତି ।

## 8.3 ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର ଧର୍ମ

ତୁମେ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ନିମ୍ନ କଠିନ ମାନଙ୍କର ଧର୍ମ ସହ ପରିଚିତ ଥିବ ।

- କଠିନ ପଦାର୍ଥମାନେ ଦୃଢ଼ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ଥାଏ ।
- କଠିନର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନ ଥାଏ, ଏହା ରହୁଥିବା ପାତ୍ରର ଆକାର ଓ ଆକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।
- କଠିନ ଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରାୟ ଅସଂଚାପିତ ।

ତୁମେ ଚିନି, ଫିଟିକିରି, ଲୁଣ, ବହୁମୂଲ୍ୟ ପଥର ପରି ଅନେକ ସଂଖ୍ୟକ ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ସହ ପରିଚିତ । ତୁମେ ଦେଖିଛଯେ ଏପରି କଠିନର ପୃଷ୍ଠଭାଗ ଚିକ୍କଣ । ଏହାକୁ ସ୍ଫଟିକର ଫଳକ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ସ୍ଫଟିକ ପ୍ରସ୍ତୁତି ସମୟରେ କଣିକାମାନଙ୍କର ନିୟମିତ ସାଜସଜ୍ଜା ଫଳରେ ଏହି ଫଳକ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ସାଧାରଣତଃ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ସ୍ଫଟିକର ଏହି ଫଳକଗୁଡ଼ିକ ଅସମାନ ହୋଇ ସୃଷ୍ଟି ହୁଅନ୍ତି । ଏକ ଯୋଡ଼ା ଫଳକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ କୋଣକୁ ଆନ୍ତପୃଷ୍ଠୀୟ କୋଣ (interfacial angle) କୁହାଯାଏ । ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଲକ୍ଷଣ ହେଉଛି ଯେ, କୌଣସି ଏକ ସ୍ଫଟିକାକାର ପଦାର୍ଥର ଆକାର ଓ ଆକୃତି ନିର୍ବିଶେଷରେ ଏକଯୋଡ଼ା ଫଳକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆନ୍ତଃପୃଷ୍ଠୀୟ କୋଣ ସବୁବେଳେ ସମାନ ଅଟେ । ଏହି ତତ୍ତ୍ୱକୁ Steno ପ୍ରଦାନ କରିଥିଲେ ଏବଂ ଏହାକୁ **ସ୍ଥିର ଆନ୍ତଃପୃଷ୍ଠୀୟ କୋଣର ସମାନତାର ନିୟମ** ବୋଲି କୁହାଯାଏ । (ଚିତ୍ର 8.2 )



**ଚିତ୍ର 8.2** *ଆନ୍ତଃଫଳକୀୟ କୋଣର ସମାନତା*

### 8.3.1 କଠିନର ଗଳନାଙ୍କ

କୌଣସି କଠିନ ପଦାର୍ଥ ଉପରେ ତାପର ପ୍ରଭାବ କ'ଣ ? ତୁମେ ଦେଖିଥିବ ଯେ ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ କଠିନକୁ ଗରମ କରାଯାଏ ଏହା ଉତ୍ତପ୍ତ ହୁଏ ଏବଂ ଶେଷରେ ତରଳରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ଯେଉଁ ପଦ୍ଧତିରେ କଠିନଟି ତରଳରେ ପରିଣତ ହୁଏ ଏହାକୁ ଗଳନ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ତୁମେ ଦେଖିବଯେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର କଠିନ ତରଳ ହେବାକୁ ବିଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ତାପ ଆବଶ୍ୟକ କରିଥାନ୍ତି । ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଣତ ହୁଏ ତାହାକୁ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ କଠିନର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଗଳନାଙ୍କ ଅଛି । ଏହାଦ୍ୱାରା କଠିନର ବିଶୁଦ୍ଧତା ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଏ । କଠିନର ଗଳନାଙ୍କ ଏହା ଧାରଣ କରୁଥିବା କଣିକା ମଧ୍ୟରେଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପ୍ରକୃତି ବିଷୟରେ ଏକ ଧାରଣା ପ୍ରଦାନ କରେ । ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ପରି କଠିନ ପଦାର୍ଥ (ଗଳନାଙ୍କ 1077K )ର ଗଳନାଙ୍କ ଅଧିକ । ଏହାର କାରଣ ଏଥିରେ ଥିବା ଆୟନମାନଙ୍କ  ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୃଢ଼ କୁଲମ୍ବିକ୍ ବଳଯୋଗୁଁ ହୋଇଥାଏ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଗନ୍ଧକର୍ପୁର ପରି ଆଣବିକ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଖୁବ୍ କମ୍ (ଗଳନାଙ୍କ 353K) । କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ ଥିବା କଣିକାମାନଙ୍କର ଶକ୍ତି ଓ ଗତିରୁ କଠିନ ଉପରେ ତାପର ପ୍ରଭାବକୁ ବୁଝିହେବ । ତୁମେ ଜାଣଯେ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ଧାରଣ କରିଥିବା କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ସେମାନଙ୍କର ମଧ୍ୟ ସ୍ଥିତିରେ ଦୋଳାୟମାନ ହୁଅନ୍ତି । କଠିନ ପଦାର୍ଥକୁ ତାପ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଏହି କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଶକ୍ତି ଆହାରଣ କରି ସେମାନଙ୍କର ସାମ୍ୟବସ୍ଥାର ସ୍ଥିତିରେ ବହୁ କ୍ଷୀପ୍ର ଭାବେ ଦୋଳାୟମାନ ହୁଅନ୍ତି । ଅଧିକ ଅଧିକ ତାପ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଦ୍ୱାରା, କଣିକାମାନଙ୍କରଶକ୍ତି ବଢ଼ିଚାଲେ ଏବଂ ଏହା କଣିକାମାନଙ୍କୁ ଦୃଢ଼ ଭାବରେ ବାନ୍ଧିରଖିଥିବା ବଳଠାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ । ଯାହା ଫଳରେ କଠିନ, ତରଳରେ ପରିଣତ ହୁଏ ।

## ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 8.1

1. କଠିନ, ତରଳ, ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

   ...............................................................................................

2. ଅନ୍ତରାଣବିକ ବଳ ଉପରେ ଭିତ୍ତିକରି କଠିନକୁ କିପରି ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗ କରାଯାଏ ?

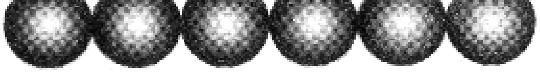
   ...............................................................................................

3. ଷ୍ଟେନୋଙ୍କ ଆନ୍ତଃପୃଷ୍ଠୀୟ କୋଣର ସମାନତାର ନିୟମ କ'ଣ ?

   ...............................................................................................

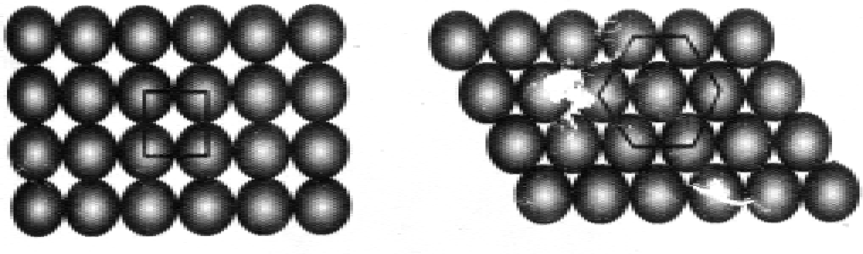
## 8.4 କଠିନର ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା (Close Packed Structure of Solids)

ସ୍ଫଟିକ ଗଠନ ପଦ୍ଧତିରେ କଠିନରେ ଥିବା କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣଭାବେ ସଂକୁଳିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । କଠିନର ସ୍ଫଟିକାକାର ସଂରଚନାକୁ ସମାନ ସମାନ ଗୋଲକର ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା ମାଧ୍ୟମରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇପାରେ (ଚିତ୍ର 8.3) । ଏମାନେ ଆକର୍ଷଣ ବଳଦ୍ୱାରା ଏକତ୍ରୀତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ଆମେ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ସାମ୍ଭାବ୍ୟ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା ଓ ତାହାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ।



**ଚିତ୍ର 8.3** *ଏକ ପ୍ରକାର ଗୋଲକର ଏକ ମାତ୍ରୀୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା*

ଏକ ମାତ୍ରୀୟ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଥିବା ଏକାପରି ଗୋଲକର ରୈଖିକ ଆନୁଭୂମିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଏକ ଧାଡ଼ି ସୃଷ୍ଟିକରେ (ଚିତ୍ର 8.3) । ଦ୍ୱିମାତ୍ରୀୟ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା ପାଇଁ ଏହି ପ୍ରକାର ଅସଂଖ୍ୟ ଧାଡ଼ିକୁ ସୁବ୍ୟବସ୍ଥିତ କରି ଏକ ସ୍ତର ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇପାରେ । ଏହା ଦୁଇଟି ସାମ୍ଭାବ୍ୟ ଉପାୟରେ କରାଯାଇପାରେ । ଗୋଟିଏ ଉପାୟରେ ଆମେ ଏଇ ଧାଡ଼ିଗୁଡ଼ିକ ଏପରି ଭାବେ ରଖିବାଯେ ତାହା ଚିତ୍ର 8.4(a)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶୀତ ହେଲାଭଳି ଦେଖାଯିବ । ଏହିପରି ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଗୋଟିଏ ଗୋଲକ ଅନ୍ୟ ଚାରିଗୋଟି ଗୋଲକ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିବ । ଏହି ଦ୍ୱିମାତ୍ରିକ ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ ବର୍ଗ ଘନ ସୁସଂକୁଳନ ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।

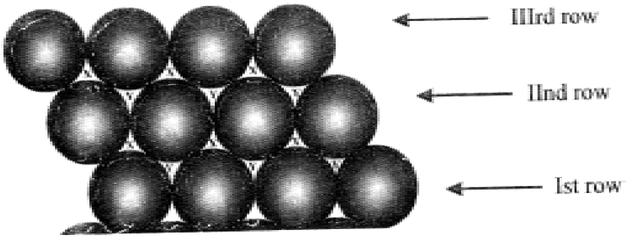


(a) (b)

**ଚିତ୍ର 8.4 :** *(a) ବର୍ଗ ଘନ ସଂକୁଳନ ଏବଂ (b) ଦ୍ୱିମାତ୍ରିକ ସମ ଗୋଲକର ଷଡ଼କୋଣୀୟ ଘନ ସଂକୁଳନ*

ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାରରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ଧାଡ଼ିର ଗୋଲକକୁ ପ୍ରଥମ ଧାଡ଼ିର ଗୋଲକମାନଙ୍କର ଅବନମନ (depression) ଉପରେ ରଖିବା ଏବଂ ଏହିପରି ଭାବେ ଅନ୍ୟ ଧାଡ଼ିର ଗୋଲକଗୁଡ଼ିକୁ ରଖିବା (ଚିତ୍ର 8.4 b ) । ତୁମେ ଦେଖିପାରିବ ଏହିପରି ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତି ଗୋଲକ ଅନ୍ୟ ଛଅଟି ଗୋଲକର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିବ । ଦ୍ୱିମାତ୍ରାରେ ଏପରି ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ ଷଡ଼କୋଣୀୟ ଘନ ସଂକୁଳନ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଏଭଳି ସଂକୁଳନରେ ତୃତୀୟ ଧାଡ଼ିରେ ଥିବା ଗୋଲକଗୁଡ଼ିକ, ପ୍ରଥମ ଧାଡ଼ିର ଗୋଲକର ପ୍ରତିଲିପି । ତୁମେ ମଧ୍ୟ ଲକ୍ଷ କରିଥିବ ଯେ ଷଡ଼କୋଣୀୟ ଘନ ସଂକୁଳନରେ, ଗୋଲକ ଗୁଡ଼ିକ ନିବିଡ଼ ଭାବରେ ସଂକୁଳିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ଚିତ୍ର 8.4 ରେ ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ ଏକାପରି ଗୋଲକ ଦୁଇ ଭିନ୍ନ ଉପାୟରେ ସଂକୁଳିତ

ହୋଇଛନ୍ତି । ଗୋଟିଏ ଦ୍ୱିମାତ୍ରୀୟ ସ୍ତରକୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ସ୍ତର ଉପରେ ରଖି ଆମେ ଏକ ତ୍ରିମାତ୍ରୀୟ ସଂରଚନା ସୃଷ୍ଟି କରିପାରିବା । ତ୍ରିମାତ୍ରୀୟ ସଂକୁଳନକୁ ଯିବା ପୂର୍ବରୁ ଏକ ଷଡ଼କୋଣୀ ଘନ ସଂକୁଳନ ସ୍ତର ଯାହାକି ନିବିଡ଼ ଭାବେ ସଂକୁଳିତ ତାହାକୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରିବା (ଚିତ୍ର 8.5 ) ।



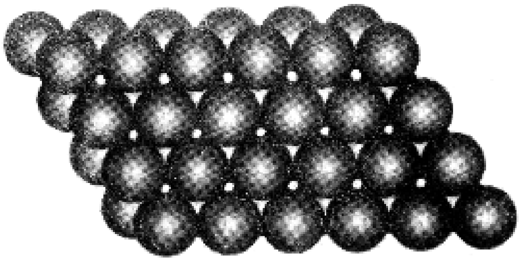

**ଚିତ୍ର 8.5 :** *ଷଡ଼କୋଣୀୟ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସ୍ତର ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଶୂନ୍ୟ ଦେଖାଉଛି*

ତୁମେ ଚିତ୍ର 8.5 ରୁ ଜାଣିଛଯେ ଏକ ଷଡ଼କୋଣୀୟ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସ୍ତରରେ କିଛି ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ରହିଅଛି । ଏହା ଆକାରରେ ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଏବଂ ଏହାକୁ ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଶୂନ୍ୟ କୁହନ୍ତି । ତୁମେ ମଧ୍ୟ ଦେଖିପାରିବ ଯେ ଦୁଇପ୍ରକାର ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଶୂନ୍ୟ ଅଛି । ଗୋଟିକରେ ଏହାର ଶୀର୍ଷବିନ୍ଦୁ ଉପର ଦିଗରେ ଓ ଅନ୍ୟଟିର ଏହାର ଶୀର୍ଷବିନ୍ଦୁ ତଳ ଦିଗରେ । ଏହାକୁ X ପ୍ରକାର ଓ Y ପ୍ରକାର ଶୂନ ନାମରେ ନାମକରଣ କରାଯାଇଛି (ଚିତ୍ର 8.5) ।

### ତ୍ରିମାତ୍ରୀୟରେ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା :

ଗୋଟିଏ ଷଡ଼କୋଣୀୟ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସ୍ତର ନିଆଯାଉ ଏବଂ ଏହାକୁ A ସ୍ତର କୁହାଯାଉ ଏବଂ ଆଉ ଏକ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସ୍ତର B'କୁ ସେହି ଷଡ଼କୋଣୀୟର ସ୍ତର ଉପରେ ରଖାଯାଉ । ଏଥିରେ ଦୁଇଟି ସମ୍ଭାବନା ସୃଷ୍ଟିହେଲା ।

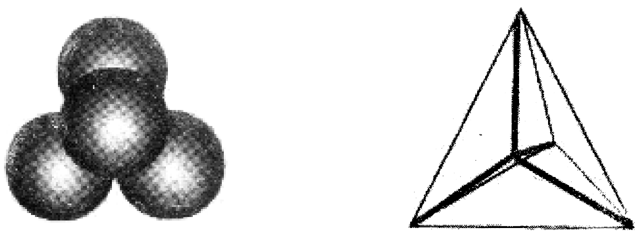
1. ଗୋଟିକରେ ଆମେ ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରଟିକୁ ଏପରି ଭାବେ ରଖିବାଯେ ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରର ସମସ୍ତ ଗୋଲକ, ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବେ ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର ଗୋଲକ ଉପରେ ରହିବ ।
2. ଅନ୍ୟଟିରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରର ସମସ୍ତ ଗୋଲକ, ଏପରି ରହିବଯେ ଯେପରିକି ଏହା ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର ଗହ୍ୱର ଉପରେ ରହିବ । ପ୍ରଥମ ସମ୍ଭାବନାଟି ଉପରେ ଆଲୋଚିତ ବର୍ଗ ଘନ ସଂକୁଳନ ସହ ସମାନ ରହିବ ଏବଂ ବହୁତ ସ୍ଥାନ ନଷ୍ଟ ହେବ । ଦ୍ୱିତୀୟ ସମ୍ଭାବନା ଅନୁଯାୟୀ ଯେତେବେଳେ ଆମେ ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରକୁ ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ଉପରେ ରଖିବା, ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରର ଗୋଲକ X କିମ୍ବା Y ପ୍ରକାରର ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରିବ । ତୁମେ ଏହାକୁ ସମାନ ମୂଲ୍ୟର ମୁଦ୍ରା ବ୍ୟବହାର କରି ଦେଖିପାରିବ । ତୁମେ ଦେଖିବଯେ ଯେତେବେଳେ ତୁମେ ଏକ ମୁଦ୍ରାକୁ ଏକ ପ୍ରକାର ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ରଖିବ, ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ, ପରବର୍ତ୍ତୀ ମୁଦ୍ରା ରଖିବା ପାଇଁ ମିଳିପାରିବ ନାହିଁ । (ଚିତ୍ର 8.6)



**ଚିତ୍ର 8.6 :** *ଘନ ସଂକୁଳିତ ଗୋଲକର ଦୁଇଟି ସ୍ତର, ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତର ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର ତ୍ରିଭୁଜାକାରର ଶୂନସ୍ଥାନର ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାର ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରିଛି ( X କିମ୍ବା Y )*

ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରର ଗୋଲକ ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର ତ୍ରିଭୁଜାକାର ସ୍ଥାନମାନଙ୍କର ଶୂନ୍ୟକୁ ଆଚ୍ଛାଦିତ କରେ । ଏହାଫଳରେ ଯେଉଁ ଶୂନ୍ୟ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ, ତାହାର ଚାରିପଟେ ଚାରୋଟି ଗୋଲକ ଥାଆନ୍ତି ଯାହାକି ଚିତ୍ର 8.7(a) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ । ଏହିପରି ଶୂନ୍ୟକୁ ଚତୁଃଷ୍ଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ କୁହାଯାଏ, ଯେହେତୁ ଏହାକୁ ଚାରୋଟି ଗୋଲକ ଏକ ନିୟମିତ

ଚତୁଷ୍ଫଳକର ଚାରିକଣରେ ଥାଆନ୍ତି [ ଚିତ୍ର 8.7(b) ] । ଏହିପରି ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରର ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଶୂନ୍ୟ, ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର ସମସ୍ତ ଗୋଲକ ଉପରେ ରହେ ଏବଂ ଚତୁଷ୍ଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ ସୃଷ୍ଟି କରେ ।

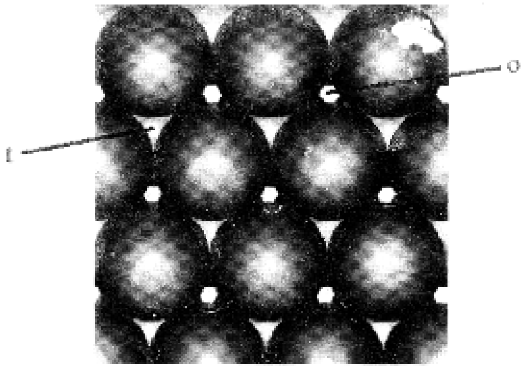


**ଚିତ୍ର 8.7 :** *ଏକ ଚତୁଃଷ୍ଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ*

ଆଉ ଏକ ସମ୍ଭାବନା ହେଉଛି ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଶୂନ୍ୟର ଆଉ ଏକ ବିପରୀତ ତ୍ରିଭୁଜାକାର ଶୂନ୍ୟ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଯେତେବେଳେ ଦ୍ୱିତୀୟସ୍ତର ଏହା ଉପରେ ରଖାଯାଏ । (B ପ୍ରକାର C ଉପରେ ଏବଂ C ପ୍ରକାର B ଉପରେ ) ଥାଏ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ଏକ ଶୂନ୍ୟ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ ଯାହା 6 ଟି ଗୋଲକ ଦ୍ୱାରା ଘେରି ହୋଇଥାଏ ଚିତ୍ର 8.9(a) । ଏହିପରି ଏକ ଶୂନ୍ୟକୁ ଅଷ୍ଟ ଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ କୁହାଯାଏ । କାରଣ ଶୂନ୍ୟ ଚାରିପଟେ ଥିବା 6 ଟି ଗୋଲକ ନିୟମିତ ଅଷ୍ଟଫଳକର କୋଣରେ ରହିଥାଆନ୍ତି । [ ଚିତ୍ର 8.8 (b) ]

**ଚିତ୍ର 8.8** *ଏକ ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ*

ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରକୁ ଭଲ ଭାବେ ନିରୀକ୍ଷଣ କଲେ ଆମେ ଜାଣିପାରିବା ଯେ ଏହାର ନିୟମିତ ଭାବେ ସଜ୍ଜିତ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ଚ୍ତୁଷ୍ଫଳକୀୟ ଓ ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ ଅଛି, ଯାହାକୁ ଯଥାକ୍ରମେ 't' ଓ 'o' ରୂପେ ଚିହ୍ନ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଛି (ଚିତ୍ର 8.9) ।

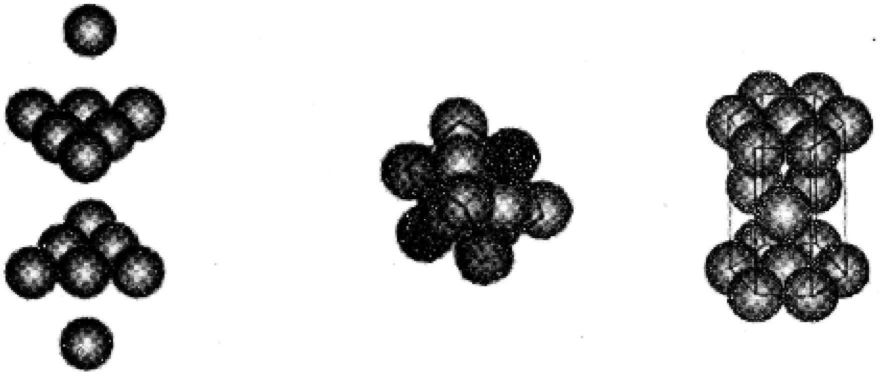



**ଚିତ୍ର 8.9 :** *ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରର ଶୀର୍ଷରୁ ଚତୁଷ୍ଫଳୀୟ ଶୂନ୍ୟ ଓ ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟର ଦୃଶ୍ୟ*

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ଯେତେବେଳେ ତୃତୀୟ ସ୍ତରକୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତର ଉପରେ ରଖିବା, ପୁଣି ଦୁଇଟି ସମ୍ଭାବନା ସୃଷ୍ଟିହେବ ଯଥା- ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରର ଚତୁଷ୍ଫଳକୀୟ କିମ୍ବା ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ ଅଧିକୃତ ହେବ । ଆମେ ଏହି ଦୁଇଟି ସମ୍ଭାବନାକୁ

ଟିପ୍ପଣୀ

ବିଚାରକୁ ନେବା । ଯଦି ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରର ଚତୁଷ୍ଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ ଅଧିକୃତ ହୁଏ ତା'ହେଲେ ତୃତୀୟ ସ୍ତରର ଗୋଲକ ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର (A ସ୍ତରର) ଠିକ୍ ଶୀର୍ଷରେ ରହିବ । ପରବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ତର (ଚତୁର୍ଥ ସ୍ତର), ଯାହାକୁ ଏହାପରେ ରଖାହେବ, ତାହା B ସ୍ତରର ପ୍ରତିଲିପି ହେବ । ଅନ୍ୟ ଭାବେ କୁହାଯାଇପାରେ ଯେ ତୃତୀୟ ସ୍ତର ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର ପ୍ରତିଲିପି ଅଟେ । ଏହାକୁ ABAB...... ବ୍ୟବସ୍ଥା କିମ୍ବା AB AB..... ପୁନରାବୃତ୍ତି କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଯଦି ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତରର ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ ଅଧିକୃତ ହେବ ତା'ହେଲେ ତୃତୀୟ ସ୍ତର ଉଭୟ ପ୍ରଥମ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ ସ୍ତର ଠାରୁ ଅଲଗା ହେବ । ଏହାକୁ C ସ୍ତର କୁହାଯାଏ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ତର ଯାହାକି ଚତୁର୍ଥ ସ୍ତର, ଏହାକୁ ଯେପରିଭାବେ ରଖିଲେ ଏହା ପ୍ରଥମ ସ୍ତରର ପ୍ରତିଲିପି ହେବ । ଏହାକୁ ABC ABC ........ବ୍ୟବସ୍ଥା କିମ୍ବା ABC ABC ............. ର ପୁନରାବୃତ୍ତି କୁହାଯାଏ । ତ୍ରିବିମରେ AB AB...... ବ୍ୟବସ୍ଥା କିମ୍ବା ପୁନରାବୃତ୍ତିକୁ ଷଡ଼କୋଣୀୟ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା (hcp) (ଚିତ୍ର 8.10(c)) କୁହାଯାଏ, ଯେଉଁଠାରେ କି ABC ABC ବ୍ୟବସ୍ଥା କିମ୍ବା ପୁନରାବୃତ୍ତିକୁ ଘନୀୟ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା (ccp) କୁହାଯାଏ [ (ଚିତ୍ର 8.10(a) ] ।



(a) (b) (c)

**ଚିତ୍ର 8.10 :** *a) ନିବିଡ଼ ଘନ ସଂକୁଳିତ (ccp), ଘନ ସଂକୁଳିତ ଗୋଲକ ABC ବ୍ୟବସ୍ଥା ଯୋଗୁ; b) ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରିତ ଘନକୁ (fcc) ଦେଖାଇବା ପାଇଁ (a) ର ସ୍ତରଗୁଡ଼ିକ ଢ଼ଳିକରି ଅଛନ୍ତି ଓ ପରସ୍ପର ନିକଟକୁ ଅଣାଯାଇଛନ୍ତି । c) ଘନ ସଂକୁଳିତ ଗୋଲକର ABAB ବ୍ୟବସ୍ଥା ଫଳରେ ସୃଷ୍ଟ ଷଡ଼ଭୁଜକ୍ଷେତ୍ରାକାର ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା*

ତ୍ରିବିମ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହି ପଦ୍ଧତି ଚାଲୁ ରହିଥାଏ । ଏହି ତ୍ରିବିମ ସଂରଚନା ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ଚତୁଷ୍ଫଳକୀୟ ଓ ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ ଧାରଣ କରିଥାଏ । ସାଧାରଣ ଭାବେ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନାରେ ପ୍ରତି ପରମାଣୁ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ଏବଂ ଦୁଇଟି ଚତୁଷ୍ଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ ଥାଏ । ଏହି ଶୂନ୍ୟକୁ ଅନ୍ତରାଳ (Interstices) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ପୂର୍ବ ସୂଚୀ ଅନୁସାରେ ସ୍ଫଟିକ ସଂରଚନାରେ ସମାନ ପ୍ରକାରର ଗୋଲକ ଏକ ପ୍ରକାର ପରମାଣୁ କିମ୍ବା ଆୟନର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ସୂଚିତ କରେ । ଅନ୍ୟ ପରମାଣୁ କିମ୍ବା ଆୟନ ଅନ୍ତରାଳରେ କିମ୍ବା ଶୂନ୍ୟରେ ରୁହନ୍ତି ।

ଉପରେ ବର୍ଣ୍ଣିତ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନାରେ (hcp ଏବଂ ccp) ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗୋଲକ ନିଜ ସ୍ତରରେ ଛଅଟି ଗୋଲକ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସେ (ଚିତ୍ର 8.5 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି) ଏବଂ ଏହାର ଉପର ଏବଂ ତଳର ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ତରର ତିନିଗୋଲକ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସେ । ତେଣୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗୋଲକ ସମୁଦାୟ ବାରଗୋଟି ଗୋଲକ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସେ । ପାଖାପାଖି ପଡ଼ୋଶୀମାନଙ୍କର ଏହି ସଂଖ୍ୟାକୁ ସମନ୍ୱୟୀ ସଂଖ୍ୟା କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଅନ୍ତରାଳ କିମ୍ବା ଶୂନ୍ୟରେ ରୁହନ୍ତି ସେମାନଙ୍କ ସମନ୍ୱୟ ସଂଖ୍ୟା ଶୂନ୍ୟର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଚତୁଷ୍ଫଳୀୟ ଶୂନ୍ୟରେ ଉପସ୍ଥିତ ଆୟନମାନେ ଏହାର ଚାରୋଟି ପଡ଼ୋଶୀ ସହ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସନ୍ତି ଏଥିପାଇଁ ଏହାର ସମନ୍ୱୟ ସଂଖ୍ୟା ଚାରି ଅଟେ । ଏହିପରି ଭାବେ ଅଷ୍ଟଫଳକ ଶୂନ୍ୟର ପରମାଣୁ କିମ୍ବା ଆୟନର ସମନ୍ୱୟୀ ସଂଖ୍ୟା ଛଅ ଅଟେ ।

## ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 8.2

a) ବର୍ଗ ଘନ ସଂକୁଳିତ ଏବଂ ଷଡ଼କୋଣୀୟ ଘନ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ?

..........................................................................................................

b) ଏହି ଉପୋରକ୍ତ ଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁ ସଂକୁଳିତଟି ଅଧିକ ପ୍ରଭାବକାରୀ ଅଟେ ?

..........................................................................................................

c) ତ୍ରିଫଳକୀୟ, ଚତୁଷ୍ଫଳକୀୟ ଓ ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

..........................................................................................................

## 8.5 ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକ ଏବଂ ଏକକ ସେଲ୍

ତୁମେ ଜାଣଯେ ସ୍ଫଟିକ କଠିନର ଦୀର୍ଘ ପରିସର ବ୍ୟବସ୍ଥା ଅଛି ଏବଂ ସଂକୁଳିତ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ନିବିଡ଼ ଭାବରେ ତ୍ରିବିମ ପ୍ରତିରୂପରେ ବ୍ୟବସ୍ଥିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର ସଂରଚନାର ଏକ ନିୟମିତ ତ୍ରିବିମ ବିନ୍ଦୁର ବ୍ୟବସ୍ଥା ରୂପରେ ନିରୂପିତ କରାଯାଏ । ଏଠାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁ ଏକ ଗଠନକାରୀ କଣିକାର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ନିରୂପଣ କରେ ଏବଂ ଏହାକୁ ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହି ପ୍ରକାରର ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକ କିମ୍ବା ତ୍ରିମାତ୍ରିକ ଜାଲକ କିମ୍ବା କେବଳ ଜାଲକ କୁହାଯାଏ । ଜାଲକ ଅର୍ଥ ବୁଝିବାକୁ ହେଲେ ପ୍ରଥମେ ଦ୍ୱିମାତ୍ରିକ ଜାଲକରେ ବାରମ୍ବାର ଆସୁଥିବା ପ୍ରତିରୂପକୁ ଦେଖିବା । ସୋଡ଼ିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ସ୍ଫଟିକର ଦ୍ୱିମାତ୍ରିକ ସଂରଚନାରେ $Na^+$ ଏବଂ $Cl^-$ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଏକ ନିୟମିତ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଅଛନ୍ତି ଯାହା ଚିତ୍ର 8.11(a) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶୀତ ହୋଇଛି । ଯଦି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଆୟନକୁ ବିନ୍ଦୁଦ୍ୱାରା ନିରୂପିତ କରାଯାଏ, ତା'ହେଲେ ଏହି ସ୍ଫଟିକ ଦ୍ୱିମାତ୍ରିକ ଭାବରେ ବିନ୍ଦୁମାନଙ୍କର ଜାଲପରି ଦେଖାଯିବ [ଚିତ୍ର 8.11(b)] । ଏହାକୁ ଦ୍ୱିମାତ୍ରିକ ଜାଲକ କୁହାଯାଏ ।

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $Na^+$ | $Cl^-$ | $Na^+$ | $Cl^-$ | $Na^+$ |
| $Cl^-$ | $Na^+$ | $Cl^-$ | $Na^+$ | $Cl^-$ |
| $Na^+$ | $Cl^-$ | $Na^+$ | $Cl^-$ | $Na^+$ |
| $Cl^-$ | $Na^+$ | $Cl^-$ | $Na^+$ | $Cl^-$ |

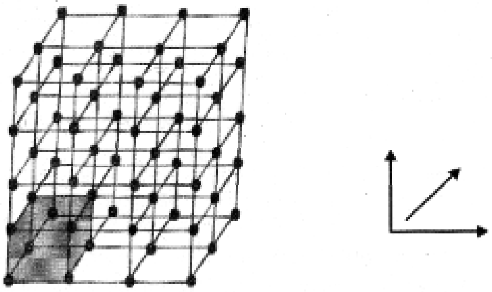
(a)

o O o O o
O o O o O
o O o O o
O o O o O

(b)

**ଚିତ୍ର 8.11 :** *a) ସୋଡ଼ିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ଆୟନମାନଙ୍କର ଏକ ଦ୍ୱିମାତ୍ରିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା b) (a) ର ଆୟନମାନଙ୍କର ସାଜସଜ୍ଜା ଅନୁସାରେ 2D ଜାଲକ*

ଏହିପରି ତ୍ରିବିମରେ କଠିନ ସ୍ଫଟିକର ସଂରଚନା ଜାଲକକୁ ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁର ତ୍ରିବିମ ସାଜସଜ୍ଜା ରୂପେ ନିରୂପଣ କରାଯାଏ । ମନେରଖ ଯେ ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକ କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ ଥିବା କଣିକାମାନଙ୍କ ଉପସ୍ଥିତିକୁ ଦର୍ଶାଏ (ଚିତ୍ର 8.12) ।



**ଚିତ୍ର 8.12 :** *ତ୍ରିବିମ କଠିନ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକର ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।*

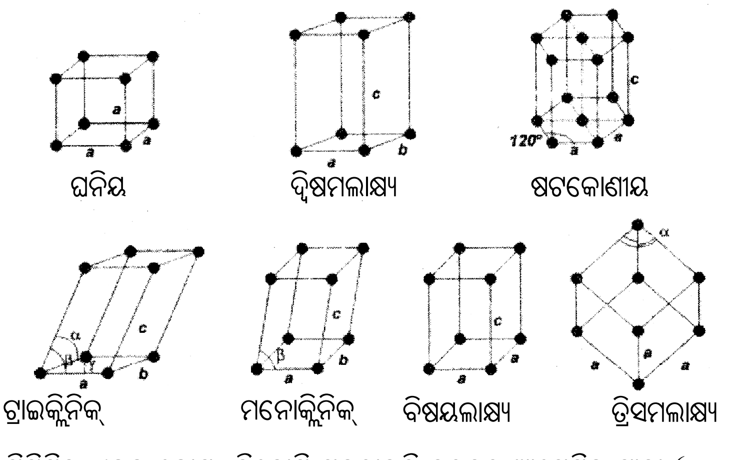
ଏକ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକରେ ବିନ୍ଦୁମାନଙ୍କର ସମୂହକୁ ଏପରି ବାଛିବା ଯେ ଆମେ ଏହାକୁ ପୁରା ଜାଲକ ତିଆରିରେ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବା । ଏହି ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକ ସମୂହକୁ ପୁନରାବୃତ୍ତି ଏକକ କିମ୍ବା ଏକକ ସେଲ୍ କୁହାଯାଏ । ଚିତ୍ର 8.12 ରେ ଛାୟାପରି ଥିବା ଅଂଶ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକର ଏକକ ସେଲ୍‌କୁ ଦର୍ଶାଏ । ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାହେଲା ଭଳି ଏକକ ସେଲ୍‌କୁ ଜାଲକର ତିନୋଟି ଧାରର ଦୂରତ୍ୱ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କୋଣ ଦ୍ୱାରା ସୂଚୀତ ହୋଇଥାଏ । ଆମେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକକୁ ତ୍ରିବିମରେ ଏକ ସେଲ୍‌ର ପୁନରାବୃତ୍ତି ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି କରିପାରିବା । ବାହ୍ୟ ରୂପରେଖକୁ ଆଧାର କରି ସ୍ଫଟିକମାନଙ୍କୁ ସାତ ପ୍ରକାରରେ ବର୍ଗୀକରଣ କରିପାରିବା । ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ସଂରଚନାକୁ ଆଧାର କରି ମଧ୍ୟ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକରେ ମାତ୍ର ସାତ ପ୍ରକାର ଏକକ ସେଲ୍ ଥାଏ । ସାତ ପ୍ରକାରର ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଏବଂ ଏକକ ଦୂରତ୍ୱ ଓ କୋଣକୁ ଆଧାର କରି ଏକକ ସେଲ୍‌ର ବ୍ୟାଖ୍ୟା ସାରଣୀ 8.2 ରେ ଦିଆଯାଇଛି । ସାତ ପ୍ରକାର ସରଳ ଏକକ କୋଷ ଚିତ୍ର 8.13 ରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି ।

ସାରଣୀ 8.2 : ସାତ ପ୍ରକାର ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଜାଲକର ପ୍ରକାର

| ବ୍ୟବସ୍ଥା | ନିର୍ଦ୍ଦେଶକଙ୍କ ( Axes ) | କୋଣ | ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଜାଲକର ପ୍ରକାର |
|---|---|---|---|
| ଘନୀୟ (Cubic) | a = b = c | $\alpha=\beta=\gamma=90^0$ | P, F, I |
| ଦ୍ୱିସମଲାକ୍ଷ୍ୟ (Tetragonal) | $a=b\neq c$ | $\alpha=\beta=\gamma=90^0$ | P, I |
| ବିଷମ ଲମ୍ୱାକ୍ଷ (Orthorhombic) | $a\neq b=c$ | $\alpha=\beta=\gamma=90^0$ | P, F, I, C |
| ତ୍ରିଷମଲାକ୍ଷ୍ୟ (Rhombohedral) | a = b = c | $\alpha=\beta=\gamma=90^0$ | P |
| ଷଟ୍‌କୋଣୀୟ(Hexagonal) | $a=b\neq c$ | $\alpha=\beta=90^0;\gamma=120^0$ | P |
| ମନୋକ୍ଲିନିକ୍ (Monoclinic) | $a\neq b=c$ | $\alpha=\gamma=90^0;\beta\neq 90^0$ | P, I |
| ଟ୍ରାଇକ୍ଲିନିକ୍ (Triclinic) | $a\neq b\neq c$ | $\alpha\neq\beta\neq\gamma\neq 90^0$ | P |

* P = ପ୍ରିମିଟିଭ୍, I = କାୟକେନ୍ଦ୍ରିକ, F = ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରିକ ଏବଂ C = ଆନ୍ତଃକେନ୍ଦ୍ରିକ

ଚିତ୍ର 8.12 ଏବଂ 8.13 ରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଏକକ ସେଲ୍‌ର ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକ କେବଳ କଣମାନଙ୍କରେ ଅଛନ୍ତି ।




**ଚିତ୍ର 8.13 :** *ପ୍ରିମିଟିଭ୍ ଏକକ କୋଷ, ତିନୋଟି ପୁନରାବୃତ୍ତି ଦୂରତ୍ୱର ଆପେକ୍ଷିକ ମାତ୍ରା (a,b କିମ୍ବା c) ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କୋଣ ( $\alpha$ , $\beta$ ଏବଂ $\gamma$ ) ସାରଣୀ 8.2 ରେ ଦିଆଯାଇଛି*

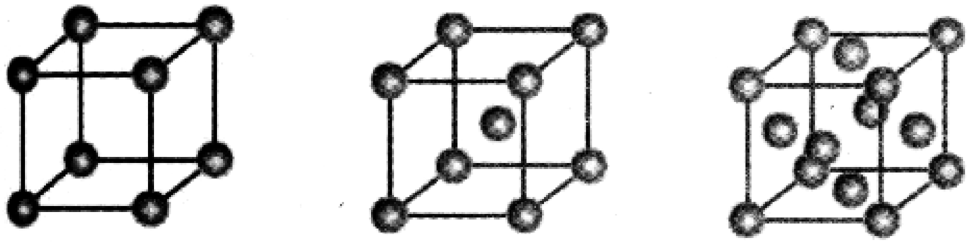
ଏପରି ଏକକ ସେଲ୍‌କୁ ପ୍ରିମିଟିଭ୍ ଏକକ ସେଲ୍ (P)କୁହାଯାଏ । ବେଳେ ବେଳେ ସ୍ଫଟିକର ଏକକ ସେଲ୍‌ର କଣରେ ଗୋଟିଏ ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ ଥାଏ ଓ ଏହା ସହ ଏକକ ସେଲରେ ଗୋଟିଏ ବା ଅଧିକ ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ ଥାଏ । ଯେଉଁ ଏକକ

ଟିପ୍ପଣୀ

ସେଲ୍‌ର ପ୍ରତ୍ୟେକ କଣରେ ଥିବା ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁମାନଙ୍କ ସହିତ ଆଉ ଏକ ଅତିରିକ୍ତ ଜାଲକବିନ୍ଦୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଫଳକର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥାଏ, ଏହାକୁ ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରିକ (F) ଏକକ ସେଲ୍ କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ ଏକ ଏକକ ସେଲ୍, ଯାହାର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଏବଂ କଣମାନଙ୍କର ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁମାନ ଥାଏ, ତାହାକୁ କାୟ କେନ୍ଦ୍ରିକ (I)ଏକକ ସେଲ୍ କୁହାଯାଏ । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କଣରେ ଥିବା ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁମାନଙ୍କ ସହ, ଯେ କୌଣସି ଦୁଇ ବିପରୀତ ଫଳକର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଦୁଇ ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ ଥାଏ, ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଅନ୍ତଃକେନ୍ଦ୍ରୀକ (C) ଏକକ ସେଲ୍ କୁହାଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଜାଲକର ପ୍ରକାର ସାରଣୀ ୫.2 ରେ ସୂଚୀତ ହୋଇଛି । ସାତୋଟି ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ ଯେତେବେଳେ ଏହି ପ୍ରକାର ସମ୍ଭାବନା ସହ ଏକତ୍ରୀକରଣ କରାଯାଏ, ଏହା 14 ପ୍ରକାର ଜାଲକ ସୃଷ୍ଟିକରେ । ଏଗୁଡ଼ିକୁ ବ୍ରାଭେସ୍ (Bravais) ଜାଲକ କୁହାଯାଏ ।

### ୫.5.1 ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲ୍ (Cubic Unit Cell)

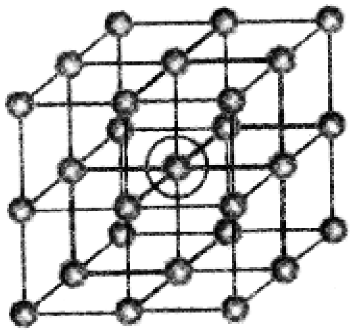
ସାତ ପ୍ରକାର ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା ମଧ୍ୟରୁ, ଆମେ ଭଲଭାବେ ଘନୀକାର ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଏକକ ସେଲ୍ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିବା । ତୁମେ ସାରଣୀ ୫.2 ରୁ ଜାଣିଲଯେ ଘନୀକାର ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ତିନୋଟିଯାକ ଦୂରତ୍ୱ ସମାନ ଏବଂ ତିନୋଟି ଯାକ କୋଣ ସମକୋଣ । ତିନପ୍ରକାର ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଜାଲକର ଏକକ ସେଲ୍ ଯଥା – ପ୍ରିମିଟିଭ୍ କିମ୍ବା ସରଳ ଘନୀକାର, କାୟ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନୀକାର ଏବଂ ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନୀକାର, ଘନୀକାର ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ଯାହାକୁ ଚିତ୍ର ୫.14 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



**ଚିତ୍ର ୫.14 :** *a) ପ୍ରିମିଟିଭି କିମ୍ବା ସରଳ b) କାୟ କେନ୍ଦ୍ରୀକ c) ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲ୍*

### ଏକକ ସେଲ୍‌ର ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା

ଯେହେତୁ ତୁମେ ଜାଣଯେ ଏକକ ସେଲ୍‌ରେ, ପରମାଣୁ ଗୁଡ଼ିକ କଣରେ, କାୟ କେନ୍ଦ୍ରରେ କିମ୍ବା ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରରେ ରହିପାରନ୍ତି । ସମସ୍ତ ପରମାଣୁ ଗୋଟିଏ ସେଲ୍‌ରେ ରହନ୍ତି ନାହିଁ । ଏଗୁଡ଼ିକ ବିଭିନ୍ନ ଏକକ ସେଲ୍ ସହ ସହଭାଜିତ ହୁଅନ୍ତି । ତେଣୁ ପ୍ରତି ଏକକ ସେଲ୍‌ର ପ୍ରତି ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା ଜାଣିବା ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ଆସ ବିଭିନ୍ନ ଘନୀୟ ଏକକ ସେଲ୍ ପାଇଁ ଏହା କିପରି ହିସାବ କରାଯିବ ତାହା ଶିଖିବା ।



**(ଚିତ୍ର ୫.15 :** *କଣରେ ଥିବା ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ ଆଠ ଏକକ ସେଲ୍ ଦ୍ୱାରା ସହଭାଜିତ ।)*

### ସରଳ ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲ :

ସରଳ କିମ୍ବା ପ୍ରିମିଟିଭ୍ ଏକକ ସେଲ୍‌ରେ ପରମାଣୁ ଗୁଡ଼ିକ ଘନର କଣରେ ଥାଆନ୍ତି । [ଚିତ୍ର ୫.14 (a)] । ଏକକ ସେଲ୍‌ର କଣରେ ଥିବା ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ ଆଠଟି ଏକକ ସେଲ୍‌ଦ୍ୱାରା ସହଭାଜିତ ହୋଇଥାଏ, ଯାହାକୁ ବୃତାଙ୍କିତ ପରମାଣୁ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଛି ଚିତ୍ର ୫.15 । ତେଣୁ ଏକକ ସେଲର କଣରେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ଯୋଗଦାନ 1/୫ ଅଟେ । ଗୋଟିଏ ଏକକ ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା ପରମାଣୁମାନଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ନିମ୍ନମତେ ହିସାବ କରାଯାଇପାରେ ।

କଣରେ ଥିବା ପରମାଣୁମାନଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା = ୫

କଣରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ମାନଙ୍କୁ ସହଭାଜିତ କରୁଥିବା ଏକକ ସେଲ୍ = ୫

ଗୋଟିଏ ସରଳ ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲ୍‌ରେ ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା = $8 \times \frac{1}{8} = 1$

## କାୟ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲ (bcc)

କାୟ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନୀକାର ସେଲ୍‌ରେ (bcc) ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକ କେବଳ କଣରେ ନୁହେଁ, ବରଂ ଘନର କେନ୍ଦ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ଥାଏ [ ଚିତ୍ର 8.14(b)] । ଘନର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବେ ଏକକ ସେଲ୍‌ର, ଯାହା ଅନ୍ୟ ଏକକ ସେଲ ଦ୍ୱାରା ସହଭାଜିତ ନୁହେଁ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ କଣରେ ଥିବା ପରମାଣୁମାନେ ସରଳ ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲ୍ ପରି, ଆଠଟି ଏକକ ସେଲ୍ ଦ୍ୱାରା ସହଭାଜିତ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ସେଲ୍ ପାଇଁ ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା ନିମ୍ନମତେ ହିସାବ କରାଯାଇପାରେ ।

କଣରେ ଥିବା ପରମାଣୁମାନଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା = 8

କଣରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ମାନଙ୍କୁ ସହଭାଜିତ କରୁଥିବା ଏକକ ସେଲ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା = 8

ପରମାଣୁ ମାନଙ୍କର ଏକକ ସେଲ ପ୍ରତି ଅବଦାନ = $8 \times \frac{1}{8} = 1$

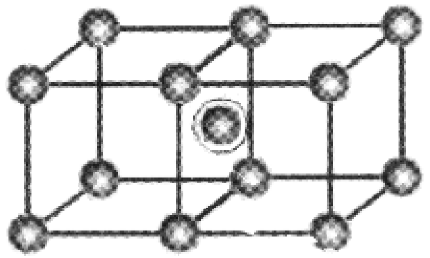
ଘନର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥିବା ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା = 1

କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ଏକକ ସେଲ୍ ପ୍ରତି ଅବଦାନ = 1 (ଯେହେତୁ ଏହା ଅନ୍ୟ ସହ ସହଭାଜିତ ନୁହେଁ)

$\therefore$ କାୟ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲରେ ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା = 1+1 = 2

## ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲ୍ (fcc)

ଏଥିରେ ପରମାଣୁ ଗୁଡ଼ିକ କଣ ମାନଙ୍କରେ ଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ୬ଟି ଫଳକର କେନ୍ଦ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ଥାଏ । ଏହିପରି ଭାବେ କଣମାନଙ୍କରେ ଆଠଟି ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ ଏବଂ ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଛଅଟି ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ ରହିଥାଏ । [ଚିତ୍ର 8.14(c)] । ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ ଦୁଇଟି ଏକକ ସେଲ ସହ ସହଭାଜିତ ହୋଇ ରହିଥାଏ [ଚିତ୍ର 8.16 ] ।



**ଚିତ୍ର 8.16 :** *ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁ, ଦୁଇଟି ଏକକ ସେଲ୍ ଦ୍ୱାରା ସହଭାଜିତ ହୋଇଛି*

କଣରେ ଥିବା ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା = 8

କଣରେ ଥିବା ପରମାଣୁମାନଙ୍କୁ ସହଭାଜିତ କରୁଥିବା ଏକକ ସେଲ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା = 8

ପରମାଣୁମାନଙ୍କର ଏକକ ସେଲ୍ ପ୍ରତି ଅବଦାନ = $8 \times \frac{1}{8} = 1$

ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରରେ ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା = 6

ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରିକ ଜାଲକ ବିନ୍ଦୁକୁ ସହଭାଜିତ କରୁଥିବା ଏକକ ସେଲ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା = 2

ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ପରମାଣୁର ଏକକ ସେଲ ପାଇଁ ଅବଦାନ = $6 \times \frac{1}{2} = 3$

$\therefore$ ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରିକ ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲ୍‌ରେ ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା = 1+3 = 4

ବିଭିନ୍ନ ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲ୍‌ରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଏକକ ସେଲ୍‌ରେ ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା ସାରଣୀ 8.3 ରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି ।

**ସାରଣୀ 8.3 :** ପ୍ରତ୍ୟେକ ଏକକ ସେଲର ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା

| | |
|---|---|
| ସରଳ ଘନ | 1 |
| କାୟ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନ | 2 |
| ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନ | 4 |

## 8.5.2 ଆୟନୀୟ କଠିନର ସଂରଚନା

କଠିନରେ ବିଭିନ୍ନ ଆକାରର ଆୟନ ଥିବାରୁ, ପ୍ରଥମେ ଆମେ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକରେ ଉଭୟ ଧନାୟନ ଓ ଋଣାୟନର ସ୍ଥିତିକୁ ସ୍ପଷ୍ଟ କରିବାକୁ ହେବ । ତେଣୁ ଆୟୋନିକ କଠିନର ସଂରଚନା ଦୁଇଟି ଆୟନର ଆପେକ୍ଷିକ ଆକାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ବାସ୍ତବରେ ଏହା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ଅନୁପାତ (r+/r-) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ, ଯାହାକୁ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତ କୁହାଯାଏ । ଏଠାରେ $r^+$ ଧନାୟନର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏବଂ $r^-$ ଋଣାୟନର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅଟେ । ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତ ଓ ଆନୁସଂଗିକ ସଂରଚନା ସାରଣୀ 8.4 ରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି ।

**ସାରଣୀ 8.4 :** ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତ (r+/r-) ଏବଂ ସଂରଚନା

| ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତ (r+/r-) | ସମନ୍ୱୟୀ ସଂଖ୍ୟା | ସଂରଚନା |
|---|---|---|
| 0.225 - 0.414 | 4 | ଚତୁଃଷ୍ଫଳକୀୟ |
| 0.414 - 0.732 | 6 | ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ |
| 0.732 - 0.91 | 8 | କାୟ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନ |
| > = 1.00 | 12 | ନିବିଡ଼ ସଂକୁଳିତ ସଂରଚନା |

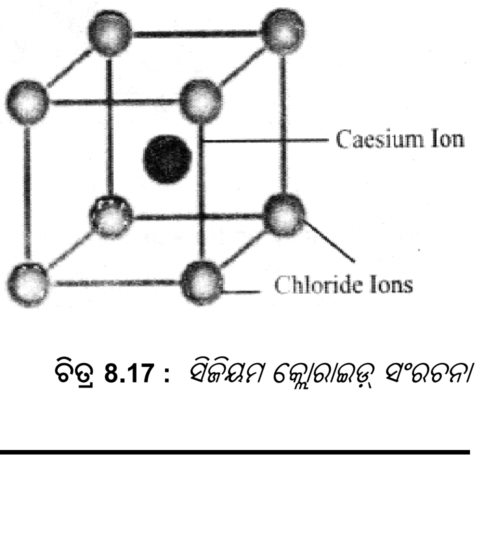
ସାର୍ବଜନିକ ଆୟନୀୟ ଯୌଗିକର ସାଧାରଣ ସଂକେତ୍ର MX, $MX_2$ ଏବଂ $MX_3$ ଯେଉଁଠାରେ M ହେଉଛି ଧାତବ ଆୟନ ଓ X ହେଉଛି ଋଣାୟନ । ଆମେ MX ଏବଂ $MX_2$ ପ୍ରକାରର କିଛି ଆୟନୀୟ ଯୌଗିକର ସଂରଚନା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବା ।

### 8.5.2.1 MX ପ୍ରକାରର ଆୟନୀକ ଯୌଗିକର ସଂରଚନା

MX ପ୍ରକାରର ଆୟନୀୟ ଯୌଗିକ ପାଇଁ ସାଧାରଣ ଭାବେ ତିନିପ୍ରକାର ସଂରଚନା ଦେଖାଯାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକ ହେଲା ସୋଡିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ / ଜିଙ୍କ୍ ସଲଫାଇଡ ଓ ସିଜିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ଇତ୍ୟାଦି । ଆସ ଏହାକୁ ବିଷଦ ଭାବେ ଆଲୋଚନା କରିବା

**ସିଜିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ସଂରଚନା**

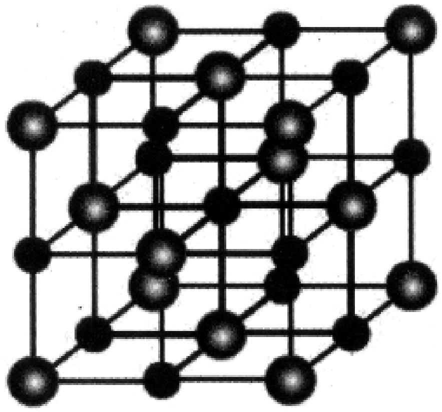
CsCl ରେ ଧନାୟନ ଓ ଋଣାୟନର ତୁଳନାତ୍ମକ ଆକାର ପ୍ରାୟ ସମାନ (ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତ = 0.93) ଏବଂ ତାହାର bcc ସଂରଚନା ଅଛି ଯେଉଁଥିରେ କି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଆୟନ 8 ଟି ବିପରୀତ ଆୟନ ଦ୍ୱାରା ଘେରି ହୋଇ ରହିଥାଏ । $Cs^+$ ଆୟନ କାୟକେନ୍ଦ୍ରୀକ ସ୍ଥିତିରେ ଥାଏ ଏବଂ ଆଠଟି $Cl^-$ ଆୟନ ଘନର କଣରେ ଥାଏ [ ଚିତ୍ର 8.17] ତେଣୁ ଏହାର ସମନ୍ୱୟୀ ସଂଖ୍ୟା 8 ଅଟେ ।




**ଚିତ୍ର 8.17 :** *ସିଜିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ସଂରଚନା*

## ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ସଂରଚନା :

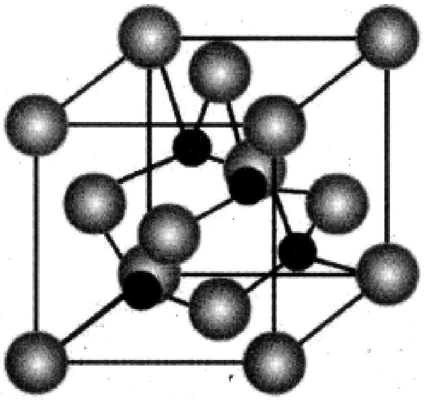
NaCl କ୍ଷେତ୍ରରେ ଋଣାୟନ ($Cl^-$), ଧନାୟନ ($Na^+$)ଠାରୁ ଆକାରରେ ବଡ଼ । ଏହାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତ 0.52 ଅଟେ । ସାରଣୀ 3.3 ଅନୁଯାୟୀ ଏହା ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଅଟେ । ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍‌ରେ ($Cl^-$) ଏକ ନିବିଡ଼ ଘନ ସକୁଳ (ccp) କିମ୍ବା ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନ (fcc) ସଂରଚନା ଗଠନ କରେ ଏବଂ ସୋଡ଼ିୟମ ଆୟନ ଅଷ୍ଟଫଳକୀୟ ଶୂନରେ ରୁହେ । ତୁମେ ଏହି ସଂରଚନାକୁ ଏହି ପ୍ରକାରରେ ଦେଖିବ; ଯଥା- ($Cl^-$) ଆୟନ କଣରେ ଏବଂ ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଓ ଆୟନ $Na^+$ ଧାରର ମଧ୍ୟ ଭାଗରେ ଏବଂ ଘନର ମଧ୍ୟ ଭାଗରେ (ଚିତ୍ର 8.18 ) ।



**ଚିତ୍ର 8.18 :** *ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ସଂରଚନା*

## ଜିଙ୍କ ସଲଫାଇଡ୍ ସଂରଚନା

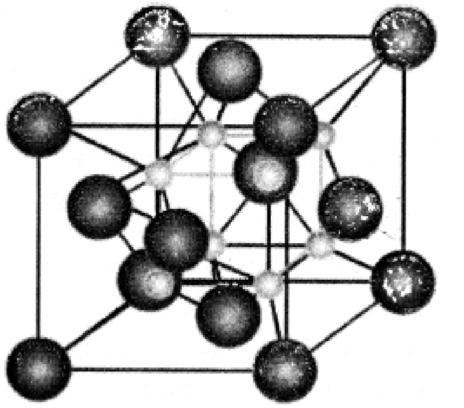
ଜିଙ୍କ ସଲ୍‌ଫାଇଡ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତ = 0.40 । ସାରଣୀ 3.3 ଅନୁଯାୟୀ ଏହାର ଏକ ଚତୁଃଷ୍ଫଳକୀୟ ବ୍ୟବସ୍ଥା ହେବ । ଜିଙ୍କ ସଲ୍‌ଫାଇଡ୍ ସଂରଚନାରେ ସଲଫାଇଡ୍ ଆୟନ ccp ସଂରଚନାରେ ବ୍ୟବସ୍ଥିତ ହୋଇ ରୁହେ । ଜିଙ୍କ ଆୟନ ଚତୁଃଷ୍ଫଳକର କୋଣର ଅବସ୍ଥାନ କରେ, ଯାହା ଘନ ଭିତରେ ରୁହେ ଯାହା ଚିତ୍ର 8.19 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହା ଗୋଟିକପରେ ଗୋଟିଏ ଚତୁଃଷ୍ଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟରେ ରୁହେ ।



**ଚିତ୍ର 8.19 :** *ଜିଙ୍କ ସଲ୍‌ଫାଇଡ୍ ସଂରଚନା*

## କ୍ୟାଲସିୟମ୍ ଫ୍ଲୋରାଇଡ୍ କିମ୍ବା ଫ୍ଲୋରାଇଟ୍ ସଂରଚନା

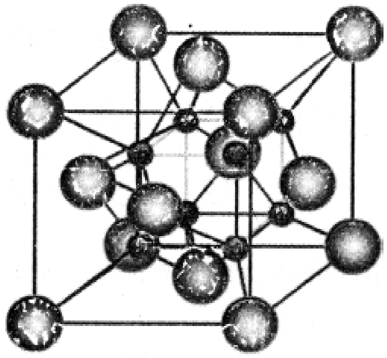
ଏହି ସଂରଚନାରେ $Ca^{2+}$ ଆୟନଗୁଡ଼ିକ ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକଘନ (fcc) ବ୍ୟବସ୍ଥା ଗଠନ କରେ ଏବଂ ଫ୍ଲୋରାଇଡ୍ ଆୟନଗୁଡ଼ିକ ଚତୁଃଷ୍ଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟରେ ରୁହେ (ଚିତ୍ର 8.20)



**ଚିତ୍ର 8.20 :** *କ୍ୟାଲସିୟମ୍ ଫ୍ଲୋରାଇଡ୍ କିମ୍ବା ଫ୍ଲୋରାଇଟ୍ ସଂରଚନା, କ୍ୟାଲସିୟମ ଆୟନ ଘନର କଣରେ ଏବଂ ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରରେ ରୁହନ୍ତି । $F^-$ ଆୟନଗୁଡ଼ିକ କ୍ଷୁଦ୍ରଘନର କଣରେ ରହନ୍ତି ।*

## ଆଣ୍ଟିଫ୍ଲୋରାଇଟ୍ ସଂରଚନା

$Na_2O$ ପରି କେତେକ ଯୌଗିକଙ୍କର ଆଣ୍ଟିଫ୍ଲୋରାଇଟ୍ ସଂରଚନା ଅଛି । ଫ୍ଲୋରାଇଟ୍ ସଂରଚନାରେ ଥିବା ଧନାୟନ ଓ ଋଣାୟନର ସ୍ଥିତିକୁ ଅଦଳବଦଳ କରାଯାଇପାରେ । ତେଣୁ ଏଥିପାଇଁ ଏହାକୁ ଆଣ୍ଟି ଫ୍ଲୋରାଇଟ୍ ସଂରଚନା କୁହାଯାଇପାରେ । $Na_2O$ ରେ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ଆୟନ ନିବିଡଘନ ସଂକୁଳିତ (ccp) ଗଠନ କରେ ଏବଂ ସୋଡ଼ିୟମ୍ ଆୟନ ଚତୁଃଷ୍ଫଳକୀୟ ଶୂନ୍ୟରେ ରୁହେ (ଚିତ୍ର 8.21)



**ଚିତ୍ର 8.21 :** *$Na_2O$ର ଆଣ୍ଟିଫ୍ଲୋରାଇଟ୍ ସଂରଚନା । ଅକ୍ସାଇଡ୍ ଆୟନଗୁଡ଼ିକ କଣରେ ଓ ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରରେ ରୁହନ୍ତି ଏବଂ $Na^+$ ଆୟନଗୁଡ଼ିକ (କଳା ହୋଇ ଦେଖାଯାଇଛି) ଛୋଟଘନର କଣମାନଙ୍କରେ ରୁହନ୍ତି ।*

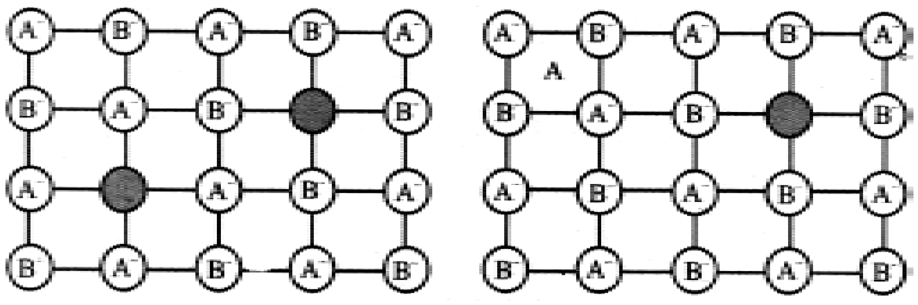
## 8.6 ଆୟନୀୟ ସ୍ଫଟିକର ତ୍ରୁଟି

ତୁମେ ପଢ଼ିଛଯେ ଏକ ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନରେ ଥିବା କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ନିୟମିତ ତ୍ରିବିମ ଜାଲରେ ବ୍ୟବସ୍ଥିତ ହୋଇ ରୁହନ୍ତି । ବାସ୍ତବରେ ସ୍ଫଟିକରେ ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥା ଏତେ ସୁବ୍ୟବସ୍ଥିତ ନୁହେଁ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଫଟିକ ନିୟମିତ ବ୍ୟବସ୍ଥାରୁ କିଛି ବିଚ୍ୟୁତି ଦେଖାନ୍ତି । ଏହି ବିଚ୍ୟୁତିକୁ ଅପୂର୍ଣ୍ଣତା ବା ତ୍ରୁଟି କୁହାଯାଏ । ଏହି ତ୍ରୁଟିକୁ ଦୁଇଟି ଶ୍ରେଣୀରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ହେଲା ରସସମୀକରଣମିତୀୟ ସଂଘଟନ (stoichiometric) ଏବଂ ଅନ୍ୟଟି ହେଲା ରସଅସମୀକରଣ ମିତୀୟ ସଂଘଟନ (Nonstoichiometric) । ଏହି ତ୍ରୁଟି ସ୍ଫଟିକ ପଦାର୍ଥର ରସସମୀକରଣ ମିତୀୟ ସଂଘଟନକୁ ଗୋଳମାନ କରେ କି ନାହିଁ ତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏଠାରେ ଆମେ କେବଳ ରସସମୀକରଣ ମିତୀୟ ସଂଘଟନର ତ୍ରୁଟି ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିବା । ଏହି ଯୌଗିକରେ ଧନାତ୍ମକ ଓ ଋଣାତ୍ମକ ଆୟନର ସଂଖ୍ୟା ରସସମୀକରଣ ମିତୀୟ ସଂଘଟନ ଅନୁପାତରେ ଥାଏ । ରସସମୀକରଣ ମିତୀୟ ସଂଘଟନ ତ୍ରୁଟି ଦୁଇପ୍ରକାରର ।

- ସ୍କଟ୍‌କି ତ୍ରୁଟି (Schottky defect)
- ଫ୍ରେଙ୍କେଲ୍ ତ୍ରୁଟି (Frenkel defect)

**ସ୍କଟ୍‌କି ତ୍ରୁଟି :** ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକରେ କେତେକ ଧନାତ୍ମକ ଓ ଋଣାତ୍ମକ ଆୟନ, ସେମାନଙ୍କ ସ୍ଥାନରେ ଅନୁପସ୍ଥିତ ଯୋଗୁ ଏହି ପ୍ରକାର ତ୍ରୁଟି ହୋଇଥାଏ । ଜାଲକରେ ଖାଲିଥିବା ସ୍ଥାନକୁ ଗର୍ତ୍ତ (holes) କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ଆୟନୀୟ ଯୌଗକରେ ଧନାତ୍ମକ ଓ ଋଣାତ୍ମକ ଆୟନ ସମାନ ଆକାରର ଥାଆନ୍ତି, ସେଥିରେ ଏହି ପ୍ରକାରର ତ୍ରୁଟି ଦେଖାଯାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ NaCl ଏବଂ CsCl । ଅନୁପସ୍ଥିତ ଥିବା ଧନାତ୍ମକ ଓ ଋଣାତ୍ମକ ଆୟନର ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ଅଟେ । ସ୍କଟ୍‌କି ତ୍ରୁଟିର ଉପସ୍ଥିତି ଯୋଗୁ ସ୍ଫଟିକର ଘନତ୍ୱ କମିଥାଏ [ ଚିତ୍ର 8.22(a)] ।

**ଫ୍ରେଙ୍କଲ୍ ତ୍ରୁଟି :** ଯେତେବେଳେ କିଛି ଆୟନ ସେମାନଙ୍କର ଜାଲକ ସ୍ଥିତିରୁ ଖସିଯାଇ ଆନ୍ତରାକାଶୀ ସ୍ଥାନରେ (Interstitial site) ରୁହନ୍ତି ସେତେବେଳେ ଏହି ପ୍ରକାର ତ୍ରୁଟି ଦେଖାଯାଏ । ଆନ୍ତରାକାଶୀ ସ୍ଥାନ କହିଲେ ଆମ ଦୁଇ ଆୟନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଖାଲି ସ୍ଥାନକୁ ବୁଝିଥାଉ । ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ଆୟନ ଏହାର ଜାଲକସ୍ଥାନକୁ ପରିତ୍ୟାଗ କରେ ସେତେବେଳେ ସେଠାରେ ଏକ ଗର୍ତ୍ତ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ZnS ଏବଂ AgBr ଭଳି ଆୟନୀୟ ଯୌଗିକ ଫ୍ରେଙ୍କଲ୍ ତ୍ରୁଟି ଦର୍ଶାଇଥାନ୍ତି । ଏହି ଆୟନୀୟ ଯୌଗିକରେ ଧନାତ୍ମକ ଓ ଋଣାତ୍ମକ ଆୟନ ସେମାନଙ୍କର ଆକାରରେ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭିନ୍ନ । ସାଧାରଣତଃ ଧନାୟନମାନେ ଜାଲକ ସ୍ଥିତିରୁ ବାହାରି ଯାଆନ୍ତି କାରଣ ଏମାନେ ଆକାରରେ ଛୋଟ ଏବଂ ସେମାନେ ଆନ୍ତରାକାଶୀ ସ୍ଥାନରେ ରହିପାରନ୍ତି । ଫ୍ରେଙ୍କେଲ୍‌ଙ୍କ ତ୍ରୁଟି କଠିନର ଘନତ୍ୱ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରେ ନାହିଁ [ ଚିତ୍ର 8.22(b) ] ।




ଚିତ୍ର **8.22 :** *ରସସମୀକରଣମିତୀୟ ତ୍ରୁଟି a) ସ୍କଟ୍‌କି b) ଫ୍ରେଙ୍କେଲ୍ ତ୍ରୁଟି*

ଏହି ପ୍ରକାରର ତ୍ରୁଟି ପାଇଁ ସ୍ଫଟିକ କିଛି ପରିମାଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବହନ କରେ । କଣିକା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆୟନ ଗର୍ତ୍ତ ଆଡ଼କୁ ଗତିକରିବା ଯୋଗୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଏକ ଆୟନ କୌଣସି ଗର୍ତ୍ତକୁ ଆସେ ଏହା ଏକ ନୂଆ ଗର୍ତ୍ତ ସୃଷ୍ଟିକରେ, ଯାହାକୁ ଅନ୍ୟ ଆୟନ ଅଧିକାର କରେ ଏବଂ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲୁରହିଥାଏ ।

## ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 8.3

a) ତୁମେ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?

.......................................................................................................

b) ଏକକ ସେଲ୍ କ'ଣ ?

.......................................................................................................

c) ଫଳକକେନ୍ଦ୍ରୀକ (fcc) ଏକକ ସେଲ୍‌ରେ କେତେ ପରମାଣୁ ଥାଏ ?

.......................................................................................................

## ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ :

- କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ ଏଥିରେ ଥିବା କଣିକାମାନେ ନିୟମିତ ସଂକୁଳିତ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ଏହା ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ଖାଲି ସ୍ଥାନ ନ ଥାଏ । ଏମାନେ ନିଜ ନିଜ ଭିତରେ ପ୍ରବଳ ଆକର୍ଷଣ ବଳଦ୍ୱାରା ବାନ୍ଧିହୋଇ ଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ନିଜର ସ୍ଥାୟୀ ସ୍ଥାନରେ ଦୋଳାୟିତ ହୁଅନ୍ତି । କଠିନ ପଦାର୍ଥ ଗୁଡ଼ିକ ଅସଂଚାପିତ, ଦୃଢ଼ ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାରର ହୋଇଥାଏ ।
- କଠିନ ଗୁଡ଼ିକ ସ୍ଫଟିକାକାର ଓ ଅସ୍ଫଟିକାକାର ଭାବରେ ବର୍ଗୀକରଣ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର ଦୀର୍ଘ ପରିସର ବ୍ୟବସ୍ଥା ଥାଏ, ଯେଉଁଠାରେ କି ଅସ୍ଫଟିକାର କଠିନର ଲଘୁ ପରିସର ବ୍ୟବସ୍ଥା ଥାଏ ।
- ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନକୁ ଚାରୋଟି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ବର୍ଗୀକରଣ କରାଯାଇପାରେ । ଆୟନୀୟ, ଆଣବିକ, ସହଯୋଜୀ ଏବଂ ଧାତବୀୟ କଠିନ, ଯାହା ଏଥିରେ ଥିବା କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।
- ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ କଠିନ ପଦାର୍ଥଟି ତରଳି ତରଳରେ ପରିଣତ ହୁଏ, ତାହାକୁ ଗଠନର ଗଳନାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।
- କଠିନର ସ୍ଫଟିକାକାର ସଂରଚନା ଏକ ପ୍ରକାର ଗୋଲକଙ୍କ ନିବିଡ଼ ସଂକୁଳିତ ଦ୍ୱାରା ବୁଝାଯାଇପାରେ ।
- ତ୍ରିବିମରେ ସମାନ ଗୋଲକର ସଂକୁଳିତ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ହୁଏ । ଷଡ଼କୋଣୀୟ ନିବିଡ଼ ସଂକୁଳିତ (hcp) ଏବଂ ଘନୀକାର ନିବିଡ଼ ସଂକୁଳିତ (ccp) । AB AB ପ୍ରକାରର ଦ୍ୱିମାତ୍ରୀକ ପୁନରାବୃତ୍ତି ଯୋଗୁ hcp ବ୍ୟବସ୍ଥା ଓ ABC ABC ର ପୁନରାବୃତ୍ତି ଦ୍ୱାରା ccp ବ୍ୟବସ୍ଥା ମିଳିଥାଏ ।
- ସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନର ତ୍ରିବିମ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ସଂରଚନାକୁ ସ୍ଫଟିକ୍ ଜାଲକ ରୂପେ ନିରୂପିତ କରାଯାଏ, ଯେଉଁଥିରେ କି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗଠନକାରୀ କଣିକାକୁ ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ ।
- ଏକକ ସେଲ୍‌କୁ ତିନି ଦିଗରେ ଘୁରାଇଲେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।
- ବାହ୍ୟ ରୂପରେଖ ଉପରେ ଆଧାର କରି ଜଣାଥିବା ସ୍ଫଟିକକୁ ସାତ ଭାଗରେ ବର୍ଗୀକରଣ କରାଯାଏ, ଯାହାକୁ ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା କୁହାଯାଏ ।
- ଘନ ସ୍ଫଟିକ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଏକକ ସେଲ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ତିନିଟି ସାମ୍ଭାବ୍ୟ ଜାଲକ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଅଛି । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା ସାଧାରଣ ଘନ, କାୟ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନ ଏବଂ ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରୀକ ଘନ ।
- ଘନୀକାର ଏକକ ସେଲର କଣରେ ଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁ ଆଠଟି ଏକକ ସେଲ୍ ଦ୍ୱାରା ସହଭାଜିତ ହୋଇଥାଏ, ଯେଉଁଠାରେ କି ଫଳକ କେନ୍ଦ୍ରିକ ପରମାଣୁ ଦୁଇଟି ଏକକ ସେଲ୍ ଦ୍ୱାରା ସହଭାଜିତ ହୋଇଥାଏ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ କାୟକେନ୍ଦ୍ରର ପରମାଣୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବେ ଏକକ ସେଲ୍‌ର ଓ ଏହା କାହା କାହା ସହ ସହଭାଜିତ ହୋଇ ନଥାଏ ।
- ସରଳ ଘନ, bcc ଏବଂ fcc ଏକକ ସେଲ୍‌ର ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା ଯଥାକ୍ରମେ 1, 2 ଏବଂ 4 ଅଟେ ।
- ଆୟନୀୟ କଠିନର ସଂରଚନା ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ଅନୁପାତ ଉପରେ ($r+/r-$) ନିର୍ଭର କରେ, ଯାହାକୁ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନୁପାତ କୁହାଯାଏ ।
- ସରଳ ଆୟନୀୟ କଠିନର କିଛି ସଂରଚନାକୁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାରର ଆୟନର ନିବିଡଘନ ସଂକୁଳ (ccp) ଏବଂ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରିଥିବା ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର ଆୟନର ଅବସ୍ଥିତି ଦ୍ୱାରା ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଏ ।

- ବାସ୍ତବିକ ସ୍ଫଟିକର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ସଂରଚନାରେ କିଛି ଅଂସପୂର୍ଣ୍ଣତା ରହିଛି ଏଗୁଡ଼ିକୁ ତ୍ରୁଟି କୁହାଯାଏ ।
- ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇ ପ୍ରକାର ତ୍ରୁଟି ରହିଛି । ଗୋଟିଏ ହେଲା ଇସସମୀକରଣ ମିତୀୟ ଓ ଅନ୍ୟଟି ରସ ଅସମୀକରଣ ମିତୀୟ, ଏହା ସ୍ଫଟିକ ପଦାର୍ଥର ରସସମୀକରଣମିତ୍ରୀୟ ସଂଘଟନକୁ ବିଶୃଙ୍ଖଳିତ କରୁଛି କି ନାହିଁ ତା' ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।
- ଦୁଇ ପ୍ରକାର ରସସମୀକରଣମିତୀୟ ତ୍ରୁଟି ଅଛି । ଗୋଟିଏ ହେଲା : ସ୍କଟ୍‌କି ତ୍ରୁଟି ଓ ଅନ୍ୟଟି ଫ୍ରେଙ୍କେଲ୍ ତ୍ରୁଟି ।

## ପାଠ୍ୟାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନ

1. ଏକ ସ୍ଫଟିକାକାର ଓ ଅସ୍ଫଟିକାକାର କଠିନ ମଧରେ ଥିବା ତଫାତ୍ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
2. କଠିନରେ ଥିବା କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧରେ ଥିବା ବଳର ପ୍ରକୃତି ଅନୁଯାୟୀ ତୁମେ କିପରି କଠିନକୁ ବର୍ଗୀକରଣ କରିବ ?
3. କଠିନର ଗଳନାଙ୍କ କହିଲେ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝ ? କଠିନରେ ଥିବା କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧରେ ଥିବା ପରସ୍ପର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ଏହା କି ତଥ୍ୟ ପ୍ରଦାନ କରେ ।
4. ସମନ୍ୱୟୀ ସଂଖ୍ୟା କହିଲେ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝ ?
5. ଉପଯୁକ୍ତ ଉଦାହରଣ ଦ୍ୱାରା ନିମ୍ନଲିଖିତ ତ୍ରୁଟିକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର :

   (a) ସ୍କଟ୍‌କି ତ୍ରୁଟି

   (b) ଫ୍ରେଙ୍କେଲ୍ ତ୍ରୁଟି

## ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

### 8.1

1. କଠିନର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ଏବଂ ଆୟତନ ଅଛି ।
   ତରଳର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନ ଅଛି କିନ୍ତୁ ଆକାର ନାହିଁ ।
   ଗ୍ୟାସର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ନାହିଁ କି ଆୟତନ ନାହିଁ ।
2. କୁଲମ୍ବିକ ବଳ, ଦ୍ୱିମେରୁ-ଦ୍ୱିମେରୁ ଆକର୍ଷଣ, ସହଯୋଜୀ ବନ୍ଧନ ଓ ଧାତବୀୟ ବନ୍ଧନ
3. ଏକ ସ୍ଫଟିକ ପଦାର୍ଥର ଆକାର ଓ ପ୍ରକାର ଯାହା ହେଉନା କାହିଁକି ଆନ୍ତପୃଷ୍ଠୀୟ କୋଣ ସବୁବେଳେ ସମାନ ଅଟେ ।

### 8.2

1. ଭାଗ 8.4 ଦେଖ
2. ଷଡ଼କୋଣୀୟ ନିବିଡ଼ ସଂକୁଳିତ

ଟିପ୍ପଣୀ

3. ଭାଗ 8.4 ଦେଖ

## 8.3

a. ବିନ୍ଦୁମାନଙ୍କର ନିୟମିତ ତ୍ରିବିମ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଯାହା କଣିକାମାନଙ୍କର ସ୍ଥିତିକୁ ଦର୍ଶାଏ ।

b. ସ୍ଫଟିକ ଜାଲକ ସମୂହକୁ ଏକକ ସେଲ୍ କୁହାଯାଏ ।

c. 4