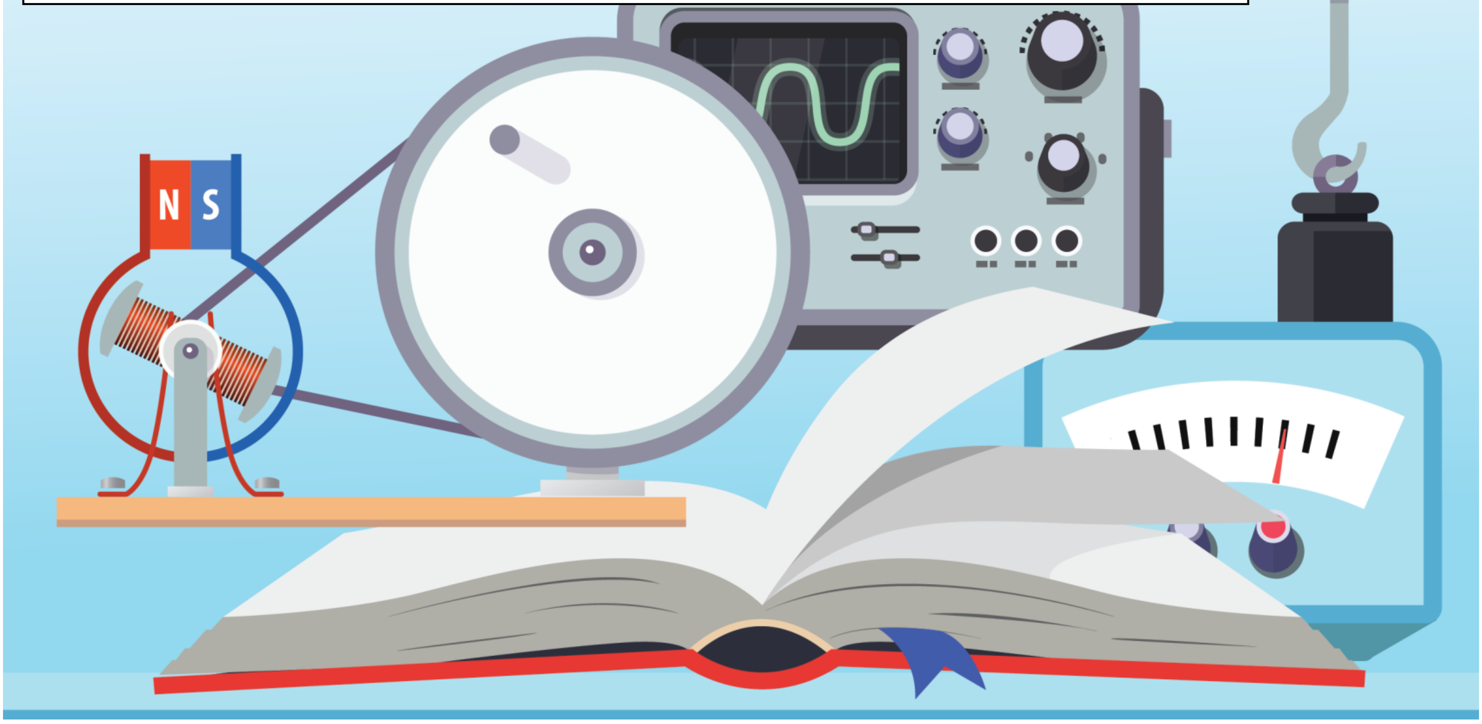
**විෂයය:** ඉංජිනේරු තාක්ෂණවේදය

**නිපුණතාවය:** ඉලෙක්ට්‍රොනික් තාක්ෂණවේදය එදිනෙදා භාවිතය සඳහා යෙදෙන ආකාරය විමර්ශනය කරයි.

**නිපුණතා මට්ටම:** 3.1 අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍යවල ලාක්ෂණික පැහැදිලි කරයි.

**පාඩම:** අර්ධසන්නායක.




**හැඳින්වීම**

අන්තර්ගතය - අර්ධසන්නායක

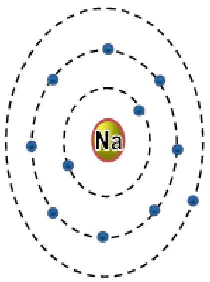
සැකසුම - ඒ.පී.ගුණතිලක මයා, බණ්ඩාරණායක විද්‍යාලය, ගම්පහ

එකොළොස් වන ශ්‍රේණියේ ඉලෙක්ට්‍රොනික් විද්‍යාව ඒකකය හදාරා ඇති ඔබ මේ වනවිට අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍ය පිළිබඳව යම් දැනුමක් සහ අවබෝධයක් ලබාගෙන ඇති බව අපි දනිමු. නමුත් උසස් පෙළ විෂයය නිර්දේශයේ දී තවදුරටත් ගැඹුරට එම විෂයය කොටස් හැදෑරීම වැදගත් වන බැවින් මෙම පාඩම් මාලාව මෙලෙස සකස් කරමු.

විදුලිය යනු ශක්ති විශේෂයක් වන අතර විදුලිය භාවිතයෙන් දෛනික ජීවිතයේ වැඩකටයුතු පහසුවෙන් කරගත හැකිබව අපි දනිමු. මේ සඳහා විදුලිය අදාල උපකරණයට ලබාදිය යුතු අතර විදුලිය ගමන් කිරිම සඳහා යම් මාධ්‍යයක් භාවිත කරයි. මෙම මාධ්‍යය විදුලිය ගමන් කිරිමේ ස්වභාවය අනුව වර්ග තුනකට වෙන්කරනු ලබයි.

1. විදුලි සන්නායක ද්‍රව්‍ය
2. විදුලි පරිවාරක ද්‍රව්‍ය
3. අර්ධසන්නායක ද්‍රව්‍ය

ඉහත සඳහන් ද්‍රව්‍ය වර්ගීකරණය සඳහා විදුලි සන්නායකතාව හෙවත් විදුලිය ගමන් කිරීමේ හැකියාව පදනම් කරගනු ලබන අතර මෙම සන්නායකතාව නම් ගුණාංගය ඇතිවන ආකාරය පිළිඳව විමසා බලමු.




පරමාණුවක ව්‍යුහය (රූපය 1)

රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට පරමාණුවක කවච කිහිපයක් පවතින අතර ඒ අතරින් අවසාන කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන වින්‍යාසය ඉහත සඳහන් ද්‍රව්‍ය ස්වභාවය තීරණය කිරිම සඳහා වැදගත් වෙයි. අවසන් කවචයේ පිහිටන ඉලෙක්ට්‍රෝන න්‍යෂ්ටිය සමඟ ඇති කරගන්නා ලද බැඳීම අනුව ඉලෙක්ට්‍රෝන බාහිරයට මුක්ත කර හෝ බාහිරයෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රහණය කර (ලබාගෙන) ස්ථායි තත්වයට පත්වෙ යි.

මෙසේ ඉලෙක්ට්‍රෝන මුක්ත කිරිමේ හැකියාව ලෝහ සතු ගුණාංගයක් වෙයි. මෙලෙස මුක්ත කරන ලද ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන (free electrons) ලෙස හඳුන්වන අතර ඒවා එම ද්‍රව්‍යය තුල නිදහසේ ගමන් කරමින් පවති යි. ඉලෙක්ට්‍රෝන මුක්ත වීමට උෂ්ණත්වය විශාල බලපෑමක් කරයි. ඉහත සඳහන් කරන ලද නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන පදනම් කරගෙන විදුලි සන්නායක, පරිවාරක හා අර්ධ සන්නායක පිළිබඳ විමසා බලමු.

## විදුලි සන්නායක(Conductors)

සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වයෙදී නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන බහුල ද්‍රව්‍ය විදුලි සන්නායක වෙයි.මේවා රත්කළ විට සන්නායක බව තරමක් අඩුවෙයි. එනම් විදුලි පරිවාරක ගුණාංග වැඩිවෙයි. සාමාන්‍යයෙන් ලෝහ වර්ග විදුලි සන්නායක වේ.
උදාහරණ : තඹ, රිදී, ඇලුමිනියම්, යකඩ, රන්, රසදිය, මිනිරන් ආදී ද්‍රව්‍ය

## විදුලි පරිවාරක(Insulators)

සාමාන්‍ය උෂ්ණත්ව යටතේ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන නොමැති හෝ ඉතාමත් අල්ප ද්‍රව්‍යයි. මේවා රත්කළවිට සන්නායකතාව වැඩිවෙයි. නැතහොත් පරිවාරක බව අඩුවෙයි. බොහෝමයක් අලෝහ විදුලි පරිවාරක වෙයි.
උදාහරණ : ප්ලාස්ටික්,පොලිතින්,විදුරු,බේක්ලයිට්,ඇස්බැස්ටස්,තලාතු මිනිරන් (මයිකා)

## අර්ධසන්නායක (Semiconductors)

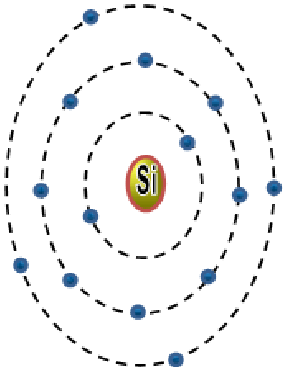
සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වයේදී නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ස්වල්ප වශයෙන් ඇති ද්‍රව්‍ය අර්ධ සන්නායක වෙයි. මේවා විදුලි සන්නායක තරම් සන්නයනතාවයන් නොපෙන්වුව ද යම් තරමකට විදුලිය සන්නයනය කරයි.

අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍ය නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයේ දී හෙවත් කෙල්වින් 0 දී ($0K^0/-273C^0$) පරිවාරක ගුණාංග පෙන්වන අතර මෙම උෂ්ණත්වය වැඩිවත්ම සන්නායකතාව වැඩිවෙයි.

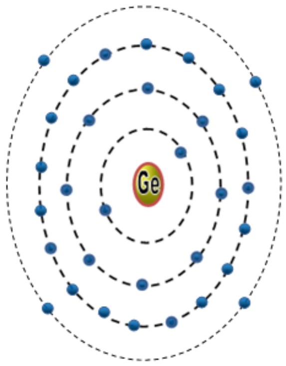
උදාහරණ : සිලිකන් (Si), ජර්මේනියම් (Ge).

### අර්ධසන්නායකවල පරමාණු හා දැලිස් ව්‍යුහය

ඉහත සඳහන් කරන ලද සිලිකන් හා ජර්මේනියම් යන ස්වභාවික අර්ධ සන්නායක ආවර්තිතා වගුවේ iv වන කාණ්ඩයේ පිහිටයි. මේවා iv වන කාණ්ඩයට යොමුකර ඇත්තේ ඒවායෙහි අවසන් කවචයේ /ශක්ති මට්ටමේ පිහිටන ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව පදනම් කරගෙන ය.




සිලිකන් (Si) පරමාණුවක ව්‍යුහය
(රූපය 2a)



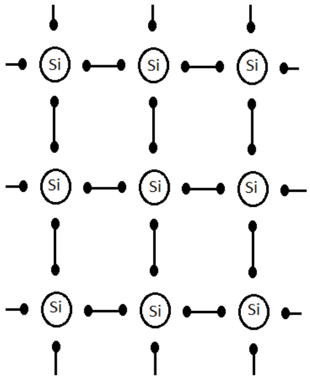

ජර්මේනියම් (Ge) පරමාණුවක ව්‍යුහය
(රූපය 2b)

අවසන් කවචය ඉලෙක්ට්‍රෝන 4 බැගින් පිහිටා ඇත.

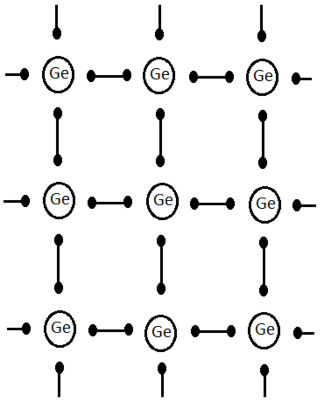
ඉහත පරමාණු වල Si සඳහා කවච 3ක් ද, Ge සඳහා කවච 4ක් ද ඇති බව පැහැදිලි වෙයි. තවද මෙම පරමාණු වල අවසන් ශක්ති මට්ටමේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 4ක් පිහිටයි. ඉලෙක්ට්‍රෝන 4ක් ඇති බැවින් මෙම මූල ද්‍රව්‍යවල පරමාණු සහසංයුජ බන්ධන සෑදීමට වැඩි නැඹුරුවක් දක්වන අතර මේවා විශාල දැලිස් (latice) වශයෙන් පිහිටයි.


සැකසුම - ඒ.පී.ගුණතිලක මයා, බණ්ඩාරණායක විද්‍යාලය, ගම්පහ

පහත දැක්වෙනුයේ නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයේ පවතින සිලිකන් හා ජර්මේනියම් කොටසක දැලිස් ව්‍යුහය යි.




OK දී සිලිකන් (Si) දැලිසේ ව්‍යුහය
(රූපය 3a)

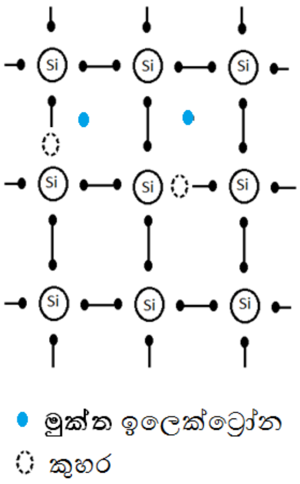



OK දී ජර්මේනියම් (Ge) දැලිසේ ව්‍යුහය
(රූපය 3b)

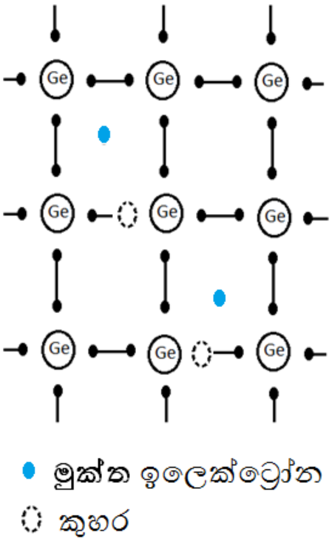
ඉහත ව්‍යුහයෙන් පැහැදිලි වන්නේ සිලිකන් හෝ ජර්මේනියම් පරමාණුවේ අවසන් ශක්තිමට්ටමේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන යාබද පරමාණු සතු ඉලෙක්ට්‍රෝන සමඟ සහ සංයුජ බන්ධන (Covalent bonds) සාදමින් යෝධ දැලිස් ව්‍යුහ ගොඩනගන ආකාරයයි.

තවද මෙම දැලිස් නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයේ ඇති බැවින් ඒවායේ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන හමු නොවෙයි. නමුත් මෙම දැලිස නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයට වඩා වැඩි උෂ්ණත්වයකට පැමිණි කල සහසංයුජ බන්ධන බිඳී ඉලෙක්ට්‍රෝන බාහිරයට නිදහස් කරයි. ඉලෙක්ට්‍රෝන බාහිරයට නිදහස් වීම නිසා පරමාණුවේ ශක්ති මට්ටමේහි ඉලෙක්ට්‍රෝන නොමැති අවකාශයක් හෙවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන රහිත ප්‍රදේශයක් ඇතිවෙයි. මේවා හිදැසක් හෙවත් කුහරයක් (Hole) ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රහණය කළහැකි බැවින් ආරෝපණයෙන් ධන (+)වෙයි.

පහත රූප සටහන් වලින් මෙවැනි දැලිසක ව්‍යුහ දැක්වේ.




නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය ඉක්මවූ
සිලිකන් දැලිසක්
(රූපය 4a)

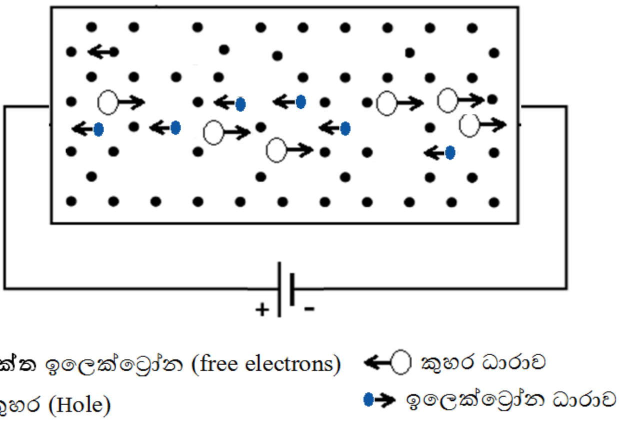



නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය ඉක්මවූ
ජර්මේනියම් දැලිසක
(රූපය 4b)

## නිසඟ අර්ධ සන්නායක

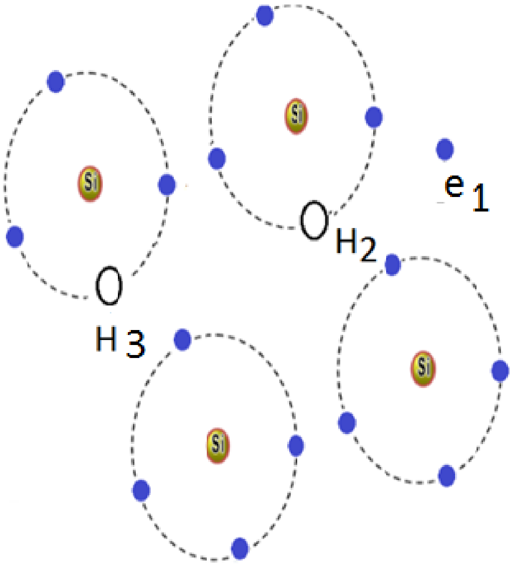
නිසඟ අර්ධ සන්නායකයක් යනු Si හෝ Ge හෝ අදාල මූලද්‍රව්‍යය පමණක් අන්තර්ගත වෙනත් මූලද්‍රව්‍ය පරමාණු වලින් තොර පිරිසිදු අර්ධ සන්නායක යි. මේවා සංශුද්ධ අර්ධ සන්නායක

ලෙසද හඳුන්වයි. උෂ්ණත්වය වැඩිවත්ම මේවායේ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර සංඛ්‍යාව වැඩි වන අතර එම ව්‍යුහය තුල නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර සංඛ්‍යාව තුලිතව පවතියි. එමෙන්ම උෂ්ණත්වය වැඩිවීමේදී නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන හා කුහර සාන්ද්‍රන වැඩිවීමෙන් මෙම දැලිස තුල විදුලිය ගලායාමේ හැකියාව හෙවත් සන්නායකතාවය වැඩිවේ.බාහිර විභවයක් යෙදවු කල ඍණ ආරෝපිත ඉලෙක්ට්‍රෝන මෙන්ම ධන ආරෝපිත කුහර ද ධාරා ගමන් කිරිමට උපකාරී වෙයි.



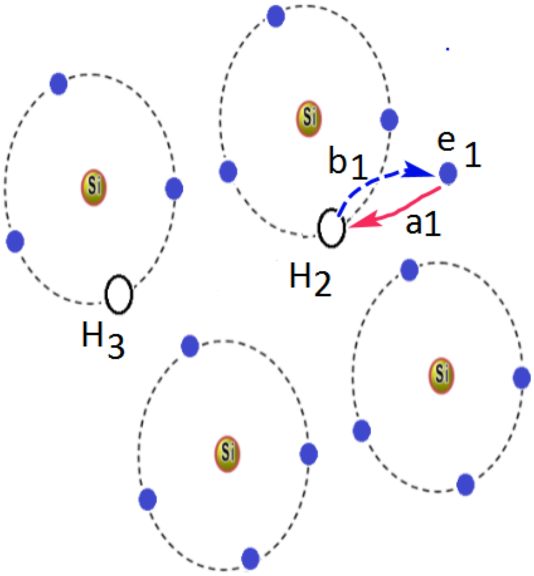

(රූපය 5a)

සත්‍ය වශයෙන්ම සැලකු කළ මෙම ධාරාව ගමන් කිරිම සිදුවනුයේ බාහිරයෙන් යොදන ලද විදුලි පීඩනය මගින් නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් යාබද කුහරයක් වෙත ගමන් කිරිම සහ එම ඉලෙක්ට්‍රෝනය පිහිටි ස්ථානයේ කුහරයක් ගොඩ නැගීමෙනි. මෙම යාන්ත්‍රනය පහත ( 5b) රූපයෙන් දැක්වෙයි.



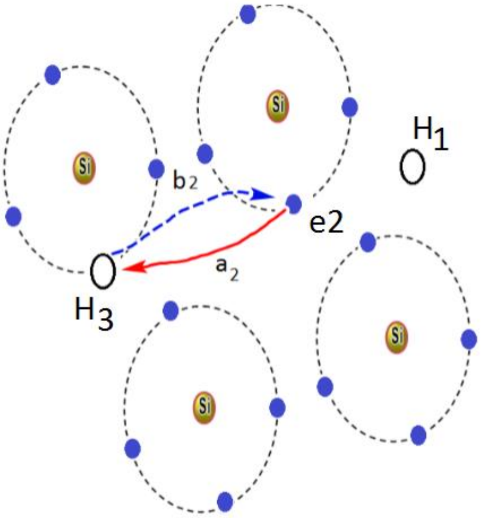

නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රොන සහ කුහර හුවමාරු යන්ත්‍රණය (රූපය 5b)

මෙම යාන්ත්‍රනය ඇරඹීමට ප්‍රථම නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන හා කුහර 5b රූපයේ පරිදි පිහිටා ඇත. මෙහි $H_2$ හා $H_3$ කුහර දෙකක් ගොඩනැගී ඇති අතර e1 ස්ථානයෙහි නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් පවතියි.



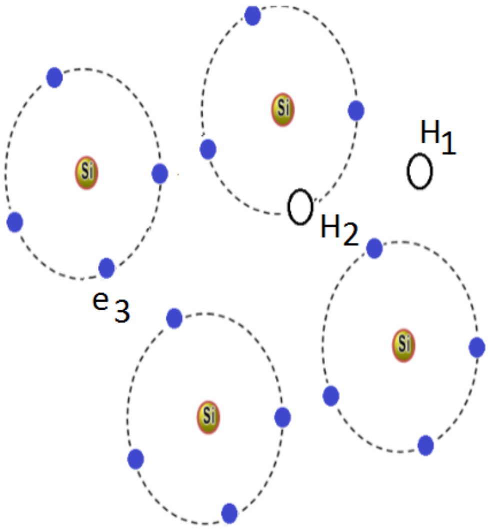

නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර හුවමාරු යාන්ත්‍රණය (රූපය 5c)

5a රූපය පරිදි බාහිර විභවයක් යෙදවූ කළ එහි සෘණ අග්‍රයෙන් අර්ධ සන්නායක කොටස මත ඇතිකරනු ලබන විද්‍යුත් පීඩනය මගින් e1 නැමැති ස්ථානයේ පිහිටි ඉලෙක්ට්‍රෝනය a1 ඊතලයෙන් දැක්වෙන ආකාරයට H2 කුහරය කරා ගමන් කරනු ලබන අතර H2 කුහරය b1තිත් ඊතලය මගින් දැක්වෙන ආකාරයට e1ස්ථානය කරා ගමන් කරයි.




නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර හුවමාරු යාන්ත්‍රණය (රූපය 5d)

ඉන්පසු (5d) රූපයේ පරිදි e2 නැමැති ස්ථානයට පැමිණි ඉලෙක්ට්‍රෝනය a2 ඊතලයෙන් දැක්වෙන ආකාරයට H3 කුහරය කරා ගමන් කරනු ලබන අතර H3 කුහරය b2තිත් ඊතලය මඟින් දැක්වෙන ආකාරයට e2 ස්ථානය කරා ගමන් කරයි.




නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර හුවමාරු යාන්ත්‍රණය (රූපය 5e)

ඊලඟ අවස්ථාවේ දී (5e) රූපයේ පරිදි ව්‍යුහයක් දක්නට ලැබෙයි. එනම් H1 නව කුහරය (e1ඉවත්වීමෙන්) , H2 අහෝසි වූ කුහරය (e1හි ඉලෙක්ට්‍රෝනය පැමිණීමෙන්), e3හි ඉලෙක්ට්‍රෝනය (e1හි ඉලෙක්ට්‍රෝනය e3ට පැමිණීමෙන්) ලෙසයි.

මේ ආකාරයට බාහිර විභවයක් සපයා ඇතිතාක් නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ කුහර හුවමාරුවීමේ යාන්ත්‍රනය සිදුවෙයි. කුහර මගින් සම්මත විදුලි ධාරාවක් ගලායයි.

## බාහ්‍ය අර්ධසන්නායක (Extrinsic Semiconductor)

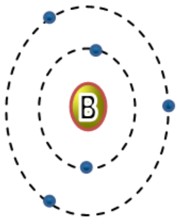
නිසඟ අර්ධසන්නායක අශුද්ධ ද්‍රව්‍යයකින් (Impurity) මාත්‍රණය (Doping) කිරිමෙන් බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායකයක් ලැබෙයි.

නිසඟ අර්ධ සන්නායකයක සන්නායකතාව යම් මට්ටමක පවතින අතර එම සන්නායකතාව වර්ධනය කර ගැනීම සඳහා යොදාගනු ලබන්නේ iii හෝ v වන කාණ්ඩයේ මුද්‍රව්‍යයි. මෙම මූල ද්‍රව්‍යය විලීන ක්‍රියාවලියක් මගින් මාත්‍රණය කරනු ලබයි. මාත්‍රණය සඳහා යොදාගනු ලබන අශුද්ධ ද්‍රව්‍යයේ සංයුජතාව අනුව බාහ්‍ය අර්ධ සන්නායක ආකාර දෙකකි.

## P වර්ගයේ අර්ධසන්නායක (P - Type Semiconductor)

සිලිකන්, ජර්මේනියම් වැනි නිසඟ අර්ධ සන්නායකයක් තුන්වන කාණ්ඩයේ B,Al,Ga,In වැනි මූල ද්‍රව්‍යයකින් මාත්‍රණය කිරිමෙන් P වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් ලැබෙයි.

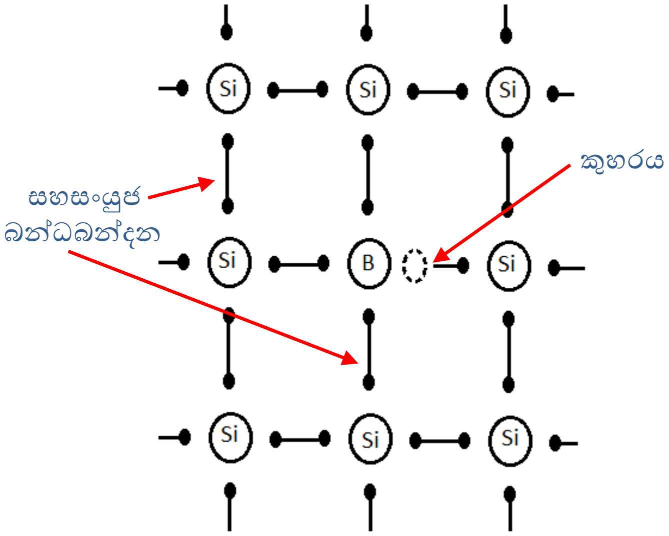
බෝරෝන් මූලද්‍රව්‍ය - භාවිතයෙන් P වර්ගයේ අර්ධසන්නායකයක් සාදා ගන්නා ආකාරය සලකා බලමු.




බෝරෝන් (B) පරමාණුවක ව්‍යුහය (රූපය 6)

රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ බෝරෝන් (B) පරමාණුවක ආකෘතිය යි. මෙහි අවසන් කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන තුණක් ඇත.

බොරෝන් මූල ද්‍රව්‍ය මගින් සිලිකන් (Si) දැලිසක් මාත්‍රණය කලවිට පරමාණු හුවමාරු වීමක් සිදුවන අතර ගොඩනැගෙන දැලිසේ ව්‍යුහය පහත රූපයෙන් දැක්වේ.




P වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක (රූපය 6b)

බෝරෝන් පරමාණුවේ අවසන් කවචයේ සංයෝජනය විය හැකි ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇත්තේ තුණ කි. නමුත් සිලිකන් පරමාණුවේ අවසන් කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන හතරක් ඇති බව අප දනිමු. 6 b රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට ව්‍යුහයේ මැද පිහිටි බෝරෝන් පරමාණුව යාබදව පිහිටි සිලිකන් Si පරමාණු තුණ ක් සමඟ ඒවායේ අවසන් කවචයේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන සමඟ සහසංයුජ බන්ධන තුනක් ඇති කර ගනියි. නමුත් දැලිස සම්පූර්ණ වීම සඳහා සෑම පරමාණුවක්ම සහසංයුජ බන්ධනඇති කර ගතයුතුය.රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට එක් Si පරමාණුවකට බන්ධන සාදාගැනීම සඳහා අවැසි ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් බෝරෝන් පරමාණුව සතු නොවන බැවින් (අවසන් කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන තුනක් පමණක් ඇති නිසා ) බෝරෝන් පරමාණුව ආශ්‍රයෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඌන ප්‍රදේශයන් ඇතිවේ. මේවා කුහර (Hole) ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර ආරෝපනයෙන් ධන අගයක් ගනියි. මෙම ධන අගය ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ආරෝපනයට ප්‍රමාණාත්මකව සමාන වන අතර විශාලත්වයෙන් ප්‍රතිවිරුද්දධ වෙයි. බෝරෝන් පරමාණුව මෙම ධන ආරෝපිත කුහරය ඉලෙක්ට්‍රෝනයන් මගින් පුරවා ගැනීමට උත්සහ දරණ අතර ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රහණය කිරිමට (ලබා ගැනීම) නැඹුරුවක් දක්වයි. මෙම නැඹුරුව නිසා iii වන කාණ්ඩයේ බෝරෝන් වැනි මූලද්‍රව්‍ය වල පරමාණු , ප්‍රතිග්‍රාහක පරමාණු (Acceptor Atoms) යනුවෙන් හඳුන්වනු ලබයි.

මාත්‍රණය සඳහා යොදාගන්නා සෑම බෝරෝන් පරමාණුවකම සහසංයුජ බන්ධන සඳහා ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ඌනතාවක් පවතින බැවින් සෑම පරමාණුවක් හා අදාලවම කුහරයක් බිහි වෙයි. මේවා බහුතර වාහක වශයෙන් (Majority Carries) හඳුන්වන අතර ප්‍රධාන වශයෙන් P වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක විදුලිය ගමන් කිරිමට උපකාරි වෙයි.

මීට අමතරව තාපය මගින් ඇතිවන බලපෑමෙන් යම් ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයක් සුළු වශයෙන් පරමාණුවෙන් මිදී බාහිරයට පැමිණෙන අතර ඒවා සුළුතර වාහක (Minority carrier) ලෙස හඳුන්වයි.

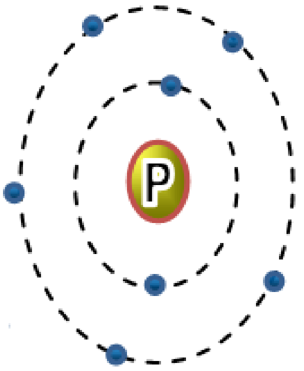
මේ අනුව සලකා බැලූකල P වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක බහුතර වාහකය කුහර වන අතර සුළුතර

වාහකය නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන වෙයි.

## N වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක (N Type Semiconductor)

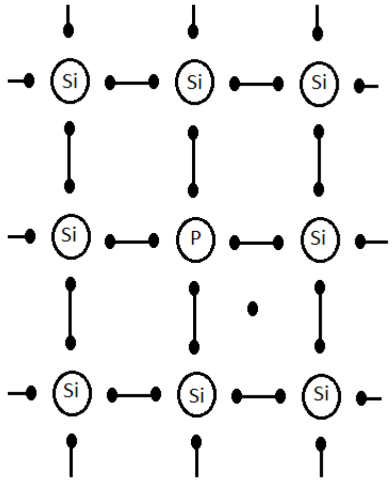
සිලිකන් ජර්මේනියම් වැනි නිසඟ අර්ධ සන්නායකයක් පස්වන කාණ්ඩයේ පොස්පරස්(P), ආසනික්(As),ඇන්ටිමනි(Sb), බිස්මත්(Bi) වැනි මූලද්‍රව්‍යයක් මගින් මාත්‍රණය කිරීමෙන් N වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් ලැබෙයි.

පොස්පරස් මූලද්‍රව්‍ය භාවිතයෙන් N වර්ගයේ අර්ධසන්නායකයක් සාදා ගන්නා ආකාරය සලකා බලමු.




පොස්පරස් (P) පරමාණුවක ව්‍යුහය(රූපය 7a)

7 a රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ පොස්පරස් (P) පරමාණුවක ආකෘතිය යි. මෙහි අවසන් කවචයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන පහක් ඇති අතර බන්දන පහක් සාදා ගැනීමේ හැකියාව ඇත. පොස්පරස් මූල ද්‍රව්‍යයෙන් සිලිකන් (Si) දැලිසක් මාත්‍රණය කළවිට පරමාණු හුවමාරුවීමක් සිදුවන අතර ගොඩනැගෙන දැලිසේ ව්‍යුහය (රූපය 7b)රූපයෙන් දැක්වෙයි.




N වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක (රූපය 7b)

පොස්පරස් පරමාණුවේ අවසන් කවචයේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන හතරක් යාබද සිලිකන් පරමාණු හතරක් සමඟ සහසංයුජ බන්ධන සාදා ගනී. නමුත් පොස්පරස් පරමාණුව සතුව සංයෝජනය විය හැකි තවත් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් පවතියි. දැලිස තුල සෑදිය හැක්කේ එක් පරමාණුවකට සහසංයුජ බන්ධන හතරක්

බැවින් ඉතිරි පරමාණුව කවචයෙන් නිදහස් වී මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන (නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනය) ලෙස සිලිකන් දැලිසට ගමන් කරයි. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ආරෝපනය සෘණ බැවින් මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝනය මගින් Si දැලිසට සෘණ ආරෝපණයක් (Negative Charge) ලබාදෙන බැවින් මෙම අර්ධ සන්නායකය Nවර්ගයේ (N Type) අර්ධ සන්නායක ලෙස හඳුන්වයි. N වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකය සතු සෑම අපද්‍රව්‍ය (මෙහිදී පොස්පරස්) පරමාණුවක් මගින්ම ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස් කරන බැවින් දැලිසට සෘණ ආරෝපණයක් ලබාදෙයි. එබැවින් මෙම අර්ධ සන්නායක කොටස N වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක (N- Type Semiconductor) ලෙස හඳුන්වයි. පොස්පරස් පරමාණුව සැමවිටම මෙලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝන කුහරයක් වෙත දායක කිරීමට උත්සහයක් දරණ බැවින් V වන කාණ්ඩයේ පරමාණු ඉලෙක්ට්‍රෝන දායක පරමාණු (Donner Atoms) යනුවෙන් හඳුන්වයි.

N වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක දැලිසක පවතින මෙම දායක ඉලෙක්ට්‍රෝන (මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන) බහුලව පවතින අතර මේවා බහුතර වාහක (Majority carries) ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර ප්‍රධාන වශයෙන් විදුලි ගමන් කිරිමට උපකාරිවේ.

මීට අමතරව තාපය මගින් ඇතිවන බලපෑමෙන් පරමාණුවේ කවචයෙන් නිදහස් වන ඉලෙක්ට්‍රෝන පවතින අතර එසේ ඉලෙක්ට්‍රෝන නිදහස් වීමෙන් කුහර ගොඩනැගෙයි. මෙම කුහර සුළු වශයෙන් ඇති අතර ඒවා සුළුතර වාහක (Minority carries) ලෙස හඳුන්වයි.

මේ අනුව සලකා බැලුකල N වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක බහුතර වාහකය නිදහස් (මුක්ත) ඉලෙක්ට්‍රෝන වන අතර එමගින් ප්‍රධාන ධාරාව ගලායයි. සුළුතර වාහකය ලෙස කුහර ක්‍රියාත්මක වෙයි.

වර්ථමානයේ සිලිකන් හා ජර්මේනියම් වලට අමතරව අර්ධ සන්නායක වශයෙන් ද්‍රව්‍ය ගණනාවක් යොදාගන්නා අතර ඒවා විශේෂ අවශ්‍යතා අනුව භාවිත කරයි. මෙවැනි ද්‍රව්‍ය කිහිපයක් පහත දැක්වෙයි.

මූලද්‍රව්‍ය - සිලිකන් Si , ජර්මේනියම් Ge, සෙලිනියම් Se , ටෙලියුරියම් Te.

සංයෝග - කොපර් ක්ලෝරයිඩ් $CuCl_2$, කොපර් ඔක්සයිඩ් CuO, සින්ක් ඔක්සයිඩ් ZnO, ෆෙරස් ඔක්සයිඩ් $Fe_2O_3$, ගැලියම් ආසනයිඩ් GaCN.

මාත්‍රණ ක්‍රියාවලිය සඳහා යොදා ගන්නා අශුද්ධ ද්‍රව්‍ය (Impurity) ගණනාවක් පවතින අතර ඒවා කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

ඉලෙක්ට්‍රෝන දායක (Donner) -පොස්පරස් P, ආසනික් As, ඇන්ටිමනි Sb, බිස්මත් Bi
ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රාහක (Acceptor) - බෝරෝන් B, ඇළුමිනියම් Al, ගැලියම් Ge,ඉන්ඩියම් In

<u>සාරාංශය</u>.

- ජීවිතයේ දෛනික වැඩකටයුතු කර ගැනීම සඳහා ඉලෙක්ට්‍රොනික තාක්ෂණය බහුලව භාවිත කරනු ලබයි.
- මෙහිදී භාවිත වන අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍ය ඉලෙක්ට්‍රොනික තාක්ෂණයේ දී හැරවුම් ලක්ෂයක් ලෙස හඳුන්වනු ලබයි.
- සිලිකන් Si, ජර්මේනියම් Ge, වැනි ස්වභාවික තත්වය යටතේ පවතින මූලද්‍රව්‍ය අර්ධ සන්නායක ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර මේවා යෝද දැලිස් වශයෙන් පවතියි.
- පිරිසිදු සිලිකන් හෝ ජර්මේනියම් දැලිසක් නිසඟ අර්ධ සන්නායකයක් හෙවත් සංශුද්ධ දැලිසක් ලෙස හඳුන්වයි.

- සංශුද්ධ හෙවත් නිසඟ අර්ධසන්නායකයක වෙනත් මූල ද්‍රව්‍ය අන්තර්ගත නොවේ.

- නිසඟ අර්ධ සන්නායකයක් තුන්වන කාණ්ඩයේ මූල ද්‍රව්‍යයකින් මාත්‍රණය කිරීමෙන් P වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් ලැබෙයි. බහුතර වාහකය කුහරයි.

- නිසඟ අර්ධ සන්නායකයක් පස්වන කාණ්ඩයේ මූලද්‍රව්‍යයක් මගින් මාත්‍රණය කිරීමෙන් N වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් ලැබෙයි. බහුතර වාහකය නිදහස් (මුක්ත) ඉලෙක්ට්‍රෝනයි.

ඇගයීම

1. විද්‍යුලි සන්නායක සඳහා උදාහරණ පහක් ලියන්න.
2. විද්‍යුලි පරිවාරක සඳහා උදාහරණ පහක් ලියන්න.
3. අර්ධසන්නායක යනු මොනවාද?
4. අර්ධසන්නායක ලෙස යොදාගන්නා මූලද්‍රව්‍ය හතරක් නම් කරන්න.
5. ඉහත අර්ධසන්නායකයක ද්විමාන පරමාණුක ව්‍යුහය අඳින්න.
6. කාමර උෂ්ණත්වයේදී Si දැලිසක සිදුවන ඉලෙක්ට්‍රෝන කුහර යාන්ත්‍රණය රූප සටහන් මගින් විස්තර කරන්න.
7. බාහ්‍ය අර්ධසන්නායක යනු මොනවාද?
8. N වර්ගයේ අර්ධසන්නායකයක පරමාණුක ව්‍යුහය අඳින්න.
9. P වර්ගයේ අර්ධසන්නායකයක පරමාණුක ව්‍යුහය අඳින්න.
10. ප්‍රතිග්‍රාහක පරමාණු සඳහා උදාහරණ තුනක් ලියන්න.

පිළිතුරු

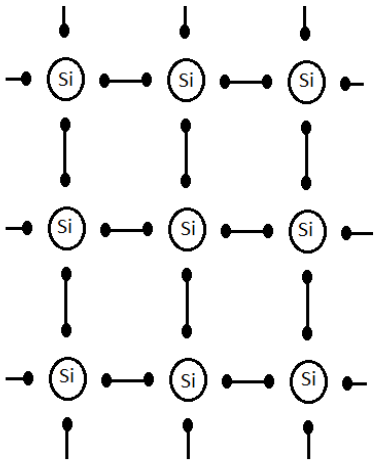
1. තඹ, රිදී, ඇලුමිනියම්, යකඩ, රන්

2. ප්ලාස්ටික්,පොලිතින්,විදුරු,බේක්ලයිට්,ඇස්බැස්ටස්

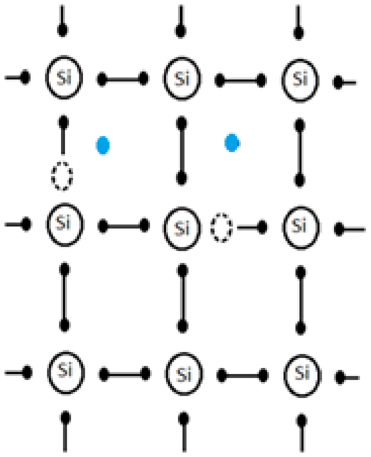
3. සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වයේ දී නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ස්වල්ප වශයෙන් ඇති ද්‍රව්‍ය අර්ධසන්නායක වෙයි.

4. සිලිකන් Si , ජර්මේනියම් Ge, සෙලිනියම් Se , ටෙලියුරියම් Te

5.



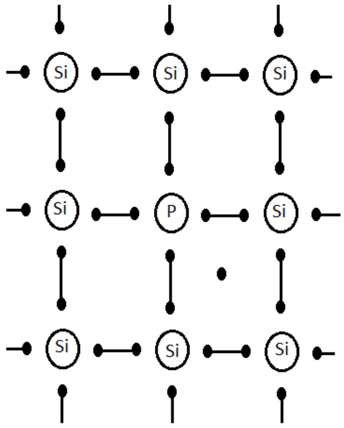
6.



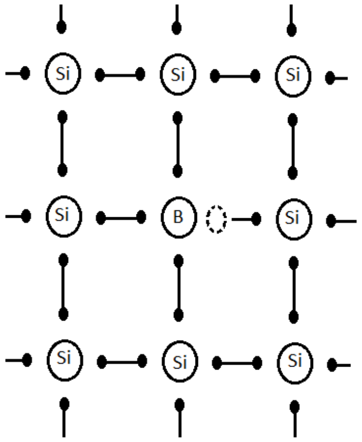
තාපය මගින් ඉලෙක්ට්‍රෝන ශක්තිය ලබාගෙන පරමාණුවේ කුහර සාදමින් මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන ලෙස නිදහස් වේ.

7. අශුද්ධ ද්‍රව්‍යයකින් මාත්‍රණය කරනලද අර්ධ සන්නායකයකි.

8.



9.



10. ආසනික්, ඇන්ටිමනි, බිස්මත්