26

26 వ ప్రయోగం

పురోబయాస్‌లో ఉన్న pn సంధి డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రాలను గీయుట మరియు డయోడ్ యొక్క స్థైతిక మరియు గతిక నిరోధంలను కనుగొనుట.

26.1 లక్ష్యాలు

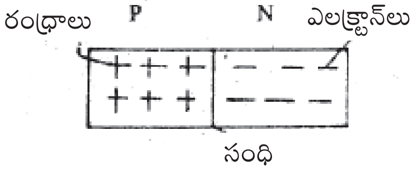
ఈ ప్రయోగం చేసిన తరువాత మీరు ఈ క్రింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- pn సంధి డయోడ్ యొక్క కేథోడ్ మరియు ఆనోడ్‌లను గుర్తించుట
- మీరు ఉపయోగించే డయోడ్ గుండా ప్రవహింపజేయగల గరిష్ట సురక్షిత విద్యుత్ ప్రవాహం విలువను తయారీదారుడు ఇచ్చిన దత్తాంశం నుండి కనుగొనుట.
- డయోడ్ యొక్క స్థైతిక మరియు గతిక నిరోధముల మధ్య తేడాను తెలుసుకొనుట.
- డయోడ్ యొక్క నీ వోల్టేజ్ (knee voltage)ను తెలుసుకొనుట
- ప్రయోగం చేయడానికి సరియైన వ్యాప్తి కలిగిన మీటర్లను ఎంచుకొనుట

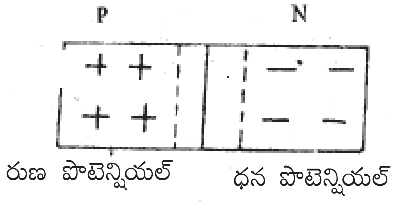
26.2 మీకు తెలిసి ఉండవలసిన విషయాలు

పటం 26.1(a)లో చూపినట్లు p-n సంధి డయోడ్ సంధిని ఏర్పరచే p –రకం మరియు n –రకం పదార్థాలను కలిగి ఉంటుంది. p –రకం పదార్థంలో III వ గ్రూపు మూలకం మాలిన్యం ఉంటుంది. అది రంధ్రాలను ఇస్తుంది. దానిలో విద్యుత్ ప్రవాహం ఈ రంధ్రాల చలనం మూలంగా జరుగుతుంది. n–రకం పదార్థంలో V వ గ్రూపు మాలిన్యం

ఉంటుంది. ఇది స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులను ఇస్తుంది. దీనిలో విద్యుత్ ప్రవాహం ఎలక్ట్రానుల చలనం మూలంగా జరుగుతుంది.



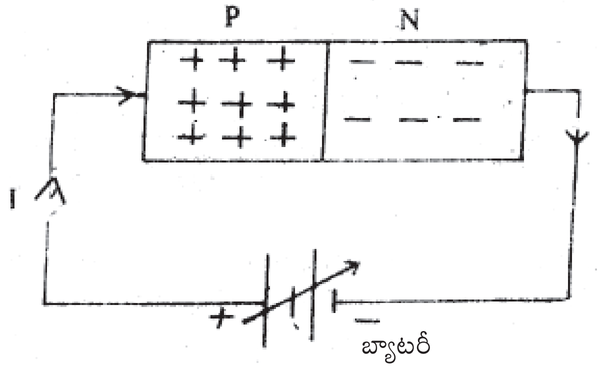
పటం 26.1(a) p-n సంధి డయోడ్



పటం 26.1(b) రంధ్రాలు ఎలక్ట్రానుల పునః సంయోగం వల్ల p-ప్రాంతం ఋణావేశితమై, N-ప్రాంతం ధనావేశిత మవ్వడం

రెండు పదార్థాలూ విద్యుత్‌రీత్యా తటస్థంగా ఉంటాయి. p- రకంలో రంధ్రాలు, n-రకంలో ఎలక్ట్రానులు స్వేచ్ఛగా ఉండటం వల్ల సంధి వద్ద సంయోగం చెందుతాయి. రంధ్రాల ఎలక్ట్రానుల సంయోగం వల్ల, p-రకం పదార్థం ఋణ పొటెన్షియల్‌ను, n-రకం ధన పొటెన్షియల్‌ను పొందుతాయి. (పటం 26.1(b)). సంధి వద్ద ఈ పొటెన్షియల్ భేదం రంధ్రాలను ఎలక్ట్రానులను, దూరంగా లాగి, అవి ఇంకా సంయోగం చెందడాన్ని నిరోధిస్తుంది.

డయోడ్‌ను పురోబయాస్‌లో ఉంచడానికి p-రకంను ఏనోడ్ అంటారు దీనిని బ్యాటరీ యొక్క ధనధృవానికి, n-రకంను కేథోడ్ అంటారు దీనిని బ్యాటరీ ఋణధృవానికి పటం 26.2లో చూపినట్లు కలుపుతారు. ఈ బాహ్య అనువర్తితపొటెన్షియల్ తేడా ప్రభావం వల్ల రంధ్రాలు ఎలక్ట్రానులు ఒకదానివైపు నుండి ఇంకొకవైపుకు తోయబడతాయి. అనువర్తిత వోల్టేజ్ సంధి వద్ద స్పర్శా పొటెన్షియల్ తేడా కంటె ఎక్కువైనపుడు అవి రెండు ఒకదానితో ఒకటి సంయోగం చెంది విద్యుత్ ప్రవహించుట ప్రారంభమవుతుంది. అనువర్తిత వోల్టేజ్‌తో ఇది ఎక్కువ వేగంగా పెరుగుతుంది. బ్యాటరీ ధృవాలను మార్చినపుడు రంధ్రాలు ఎలక్ట్రానులు ఇంకా దూరంగా లాగబడి డయోడ్‌లో విద్యుత్ ప్రవహించదు.



పటం 26.2

పటం 26.2 బ్యాటరీతో పురోబయాస్ ఉన్న p-n సంధి డయోడ్ బ్యాటరీ ధనధృవం p-ప్రాంతానికి ధనావేశాన్ని సరఫరా చేస్తుంది. బ్యాటరీ ఋణ ధృవం, N-ప్రాంతానికి ఋణావేశాన్ని సరఫరా చేస్తుంది. అవి రెండు సంధి వద్ద సంయోగం చెంది విద్యుత్ ప్రవహించడం ప్రారంభమవుతుంది.

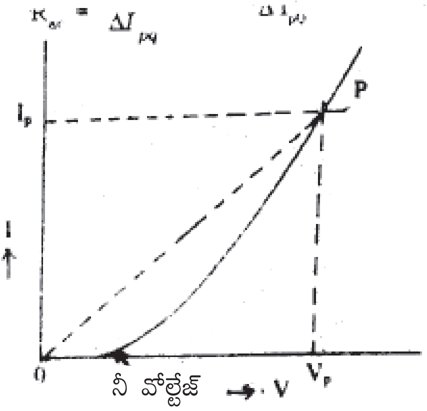
ఈ ప్రయోగంలో మీరు, అనువర్తిత వోల్టేజ్‌తో విద్యుత్ ఏవిధంగా మారుతుందో అధ్యయనం చేయాల్సి ఉంది. అనువర్తిత వోల్టేజ్ స్పర్శా PD (నీ వోల్టేజ్ అంటారు) ను చేరుకొనేంతవరకు విద్యుత్ సున్నా వద్దే ఉండటం మనం చూస్తాం. ఈ బిందువు కన్నా ఎక్కువ వోల్టేజిని అనువర్తింపజేసినపుడు డయోడ్ గుండా ప్రవహించే విద్యుత్తు వేగంగా పెరుగుతుంది. పటం 26.3లో చూపినట్లు V మరియు I మధ్య గీచిన గ్రాఫ్ సరళరేఖ కాదు. దీనిని డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రం అంటారు. (V మరియు I)గ్రాఫ్ సరళరేఖ కాని సందర్భాలలో మనం రెండు నిరోధాలను నిర్వచించవచ్చు. స్థైతిక నిరోధం లేదా DC నిరోధం మరియు గతిక నిరోధం లేదా AC నిరోధం. వక్రం మీద P అనే బిందువును తీసుకొని అనువర్తిత వోల్టేజ్ V_P మరియు దాని అనురూప విద్యుత్ ప్రవాహం I_P లను నోట్ చేసుకోండి. అపుడు P బిందువు వద్ద స్థైతిక నిరోధంను ఈ క్రింది విధంగా నిర్వచించవచ్చు.

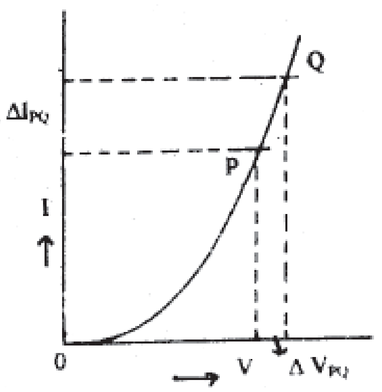
$$R=\frac{V_P}{I_P}$$

ఈ నిరోధం విలువ స్థిరంగా ఉండక బిందువు నుండి బిందువుకు మారుతుంది. వక్రం సరళరేఖపై దగ్గరగా ఉన్న P మరియు Q అనే బిందువులను తీసుకొని గ్రాఫ్ నుండి వాటి అనురూప వోల్టేజ్ ΔV_{pq}, విద్యుత్ ΔI_{pq}లను కనుక్కోండి.

R గతిక లేదా R_{ac} ను

$$R_{ac}=\frac{\Delta V_{pq}}{\Delta I_{pq}},\ R_{ac}=\frac{\Delta V_{PQ}}{\Delta I_{PQ}}$$ గా నిర్వచించవచ్చు.





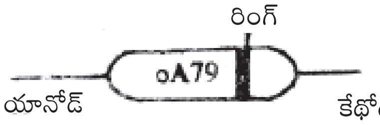
పటం 26.3 : P వద్ద $R_{DC} = \frac{V_p}{I_p}$, ఇది OP గీత వాలు, వివిధ P స్థానాలకు వివిధ R_{DC} విలువలుంటాయి.

పటం 26.4 : $R_{ac}=\frac{\Delta V_{PQ}}{\Delta I_{PQ}}$ ఇది వక్రం సరళరేఖ భాగంలో సుమారుగా స్థిరంగా ఉంటుంది. ఇది R_{DC} కన్నా చాలా తక్కువ.

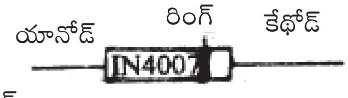
వక్రంలో తిన్నని భాగంలో ఈ నిరోధం సుమారుగా స్థిరంగా ఉంటుంది. డయోడ్ గతిక నిరోధం, స్థైతిక నిరోధం కన్నా చాలా తక్కువ. డయోడ్‌ను AC నుండి DC కు మార్చేధిక్కారిగా ఉపయోగించునపుడు డయోడ్ AC కు కలుగ జేసే నిరోధం.

డయోడ్ నీ వోల్టేజ్ దానిని తయారుచేసిన పదార్థం మీద ఆధారపడుతుంది. సిలాకాన్ డయోడ్‌కు దీని విలువ 0.7 V మరియు జర్మేనియం డయోడ్‌కు దీని విలువ 0.3V.

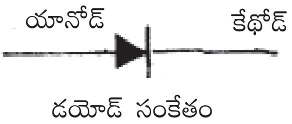
ప్రయోగశాలలో సాధారణంగా ఉపయోగించే డయోడులు 0A79, 1N4007 Ge డయోడ్ ఇది గాజు గొట్టం లో సీల్ చేయబడి ఉంటుంది. 1N 4007 Si డయోడ్ ఇది ప్లాస్టిక్ గొట్టంలో ఉంటుంది. మూతమీద ప్రత్యేక సంఖ్య ముద్రించి ఉంటుంది. రెండు అక్షీయ తంత్రులుంటాయి. ఒకవైపు రంగు రింగు ఉంటుంది. పటం 26.5(a) మరియు పటం 26.5(b). ఈ రింగు కేథోడ్‌ను సూచిస్తుంది. ఈ రింగు ఉన్నవైపు తంత్రిని డయోడ్‌లో n-రకం పదార్ధానికి కలుపుతారు. వేరొక తంత్రిని డయోడ్‌లోని p–రకం పదార్థానికి కలుపుతారు. తయారీదారు ఇచ్చిన దత్తాంశం నుండి 0A79 కు 1.5V వద్ద $I_{\text{గరిష్ఠ}}$ విలువ 30ma అని తెలుస్తుంది. 1N 4007 కు 1.5V వద్ద $I_{\text{గరిష్ఠ}}$ విలువ 1. పటం 26.5(c) డయోడ్ సంకేతంను ఇచ్చారు.



పటం 26.5(a)



పటం 26.5(b)



పటం 26.5(c)

కావలసిన పరికరాలు

0A79 Ge డయోడ్, 0 - 1.5V వోల్ట్‌మీటర్

0-30 ma అమ్మీటర్, 25Ω రియోస్టాట్

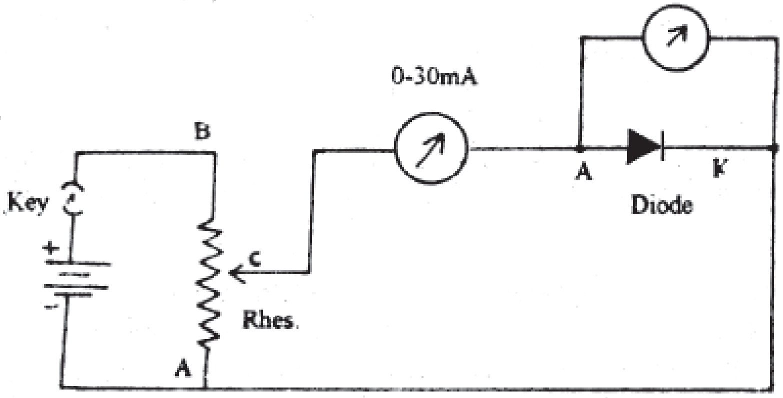
2V లీడ్ సంచాకం, కీ మరియు సంధాన తీగలు

26.3 ప్రయోగం ఎలా చేయాలి

(i) రెండు మీటర్లు సున్నా చూపించేలా సరిచేసుకోండి.

(ii) రెండు మీటర్ల కనీసపు కొలతను నమోదు చేసుకోండి.

(iii) పటం 26.6లో చూపినట్లు కనెక్షన్స్ చేయండి.



పటం 26.5

(iv) రియోస్టాట్‌లోని చరబిందువు C ను A బిందువు దగ్గరకు జరిపి కీను పెట్టండి. రెండు మీటర్లలోని రీడింగు సున్నా ఉంటుంది. వోల్టుమీటర్‌లోని సూచి స్కేలు మీద ఒక గీత మీదికి జరిగేలా C బిందువును B వైపుకు జరిపి వోల్టుమీటర్ మరియు అమ్మీటర్‌లోని రీడింగు mA ను పరిశీలన పట్టికలో నోట్ చేసుకోండి.

(v) ఈ విధంగా దశల వారీగా C బిందువును B వైపుకు జరుపుతూ ప్రతీసారి అమ్మీటర్, వోల్టుమీటర్ల రీడింగులను తీసుకోండి. 0.1 volt అంచెల వారీగా డయోడ్‌లో 25 mA నుండి 30 mA విద్యుత్తు ప్రవహించే వరకు రీడింగులు తీసుకోండి.

(vi) ఈ రీడింగుల నుండి గ్రాఫ్ గీయండి. ఈ గ్రాఫ్ పటం 26.3 లో చూపించిన గ్రాఫ్‌లాగానే ఉంటుంది.

26.4 ఏం పరిశీలించాలి

వోల్టుమీటర్‌లో శూన్యాంశ దోషం	= లేదు
అమ్మీటర్‌లోని శూన్యాంశ దోషం	= లేదు
వోల్టు మీటర్ కనీసపు కొలత	= V/div
అమ్మీటర్ కనీసపు కొలత	= mA/div

వరుస సంఖ్య	వోల్టు మీటర్ విభాగాలు	రీడింగ్ V	అమ్మీటర్ విభాగాలు	రీడింగ్ mA
1				
2				
.				
.				
.				
15				

26.5 విశ్లేషణ మరియు ముగింపు

i) గ్రాఫ్ నుండి, పట్టికలోని పరిశీలనల నుండి డయోడ్ వద్ద పొటెన్షియల్ తేడా తక్కువగా ఉంటే దాని గుండా విద్యుత్ ప్రవహించదని మీకు తెలుస్తుంది. ఏ వోల్టేజ్ (నీ వోల్టేజ్) నుంచయితే విద్యుత్ ప్రవహించడం ప్రారంభమవుతుందో దానిని కనుక్కోండి.

ii) గ్రాఫ్ మీద A, B మరియు C అని మూడు బిందువులను తీసుకోవండి. ఈ బిందువులకు వోల్టేజ్ మరియు విద్యుత్ ప్రవాహ అనురూప విలువలను కనుక్కోని ఈ బిందువుల వద్ద స్థైతిక నిరోధాన్ని కనుక్కోండి. అవి సమానంగా ఉన్నాయా?

iii) A, B మరియు C బిందువులకు దగ్గరగా మూడు జతల బిందువులను తీసుకోండి. A బిందువుకు దగ్గరగా ఉండే బిందువులు రెండూ A నుండి సమానదూరంలో ఉండాలి. అలాగే మిగతా బిందువులు కూడా. ఈ బిందువుల వద్ద పెరుగుతున్న వోల్టేజి మరియు విద్యుత్ ప్రవాహంలను కనుక్కోండి. వీటి నుండి ఈ బిందువుల వద్ద గతిక నిరోధాన్ని కనుక్కోండి. అవి సమానంగా ఉన్నాయా?

(iv) గ్రాఫ్ మీద వివిధ బిందువుల వద్ద స్థైతిక, గతిక నిరోధముల గురించి నీవు ఏం అర్థం చేసుకున్నావు.

26.6 దోషకారకాలు

i) కనెక్షన్స్ వదులుగా ఉంటే స్పర్శానిరోధం ఉండవచ్చు.

ii) మీటర్లలోని శూన్యాంశ దోషం పూర్తిగా తొలగించలేక పోవచ్చు.

iii) ప్రారంభపు అపవర్తనం చాలా తక్కువగా ఉండవచ్చు ....

iv) ప్రతీసారీ అమ్మీటర్‌లోని సూచి స్కేల్‌లో గీత వద్దే ఉండి ఉండకపోవచ్చు.

v) వోల్టుమీటర్ మరియు డయోడ్ యొక్క విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని అమ్మీటర్ కొలుస్తుంది.

26.7 మీ పురోగతిని పరీక్షించుకోండి

i) డయోడ్ యొక్క నిరోధాలలో ఏది ఎక్కువ విలువను కలిగి ఉంటుంది ఎందుకు?

....

ii) గతిక నిరోధం సుమారుగా స్థిరంగా ఉంటే, స్థైతిక నిరోధం గ్రాఫ్‌పై వివిధ బిందువుల వద్ద వేరువేరుగా ఉంటుంది ఎందుకు?

....

iii) ఈ ప్రయోగంలో ఎందుకు సున్నితమైన వోల్టు మీటర్ నుపయోగించాలి?

....

iv) A (B మరియు C లకు కూడా) బిందువుకు దగ్గరగా తీసుకొనే రెండు బిందువులు A కు సమీపంలోనే ఎందుకుండాలి?

....

26.8 సమాధానాలు

i) డయోడు యొక్క గతికనిరోధం చాలా తక్కువ మరియు DC నిరోధం చాలా ఎక్కువ. ఈ కారణం వల్లనే డయోడులో కొంత ప్రారంభవోల్టేజికి ఎటువంటి విద్యుత్ ప్రవహించదు. విద్యుత్ ప్రవాహం పెరగడం ప్రారంభమయినపుడు కొద్దిపాటి వోల్టేజ్ పెరుగుదలకే విద్యుత్ ప్రవాహం ఎక్కువగా పెరుగుతుంది.

ii) V-I అభిలక్షణ వక్రం వాలు విలోమం గతిక నిరోధం (V ను x-అక్షంపై, I ను y-అక్షంపై తీసుకొని గీసిన గ్రాఫ్) అభిలక్షణ వక్రంలో సరళరేఖ భాగం వెంబడి ఈ వాలు స్థిరంగా ఉంటుంది. అందువల్లనే గతిక నిరోధం స్థిరంగా ఉంటుంది. మూలబిందువు నుండి గ్రాఫ్‌లోని వివిధ బిందువుల వద్ద వాలు వేరుగా ఉంటుంది కనుక స్థైతిక నిరోధం మారుతూ ఉంటుంది.

iii) మిల్లీ అమ్మీటర్ యొక్క విద్యుత్ ప్రవాహ రీడింగ్‌లో వోల్టు మీటర్ గ్రహించిన విద్యుత్ ఉండటం దోషం. వోల్టు మీటర్ మరియు డయోడ్‌లో ప్రవహించే మొత్తం విద్యుత్తును మిల్లీ మీటర్ కొలుస్తుంది. కనుక వోల్టు మీటర్ చాలా సున్నితత్వాన్ని కలిగి ఉండి తక్కువ విద్యుత్‌ను మాత్రమే గ్రహించగలిగినదై ఉండాలి.

iv) పెరుగుతున్న విద్యుత్ (incremental current) మరియు (incremental voltage) పెరుగుతున్న వోల్టేజ్‌ల మధ్య గల నిష్పత్తి గ్రాఫ్‌లో రెండు బిందువుల మధ్య సరాసరి వాలును ఇస్తుంది. గ్రాఫ్ యొక్క వాలు మారుతున్న సందర్భంలో కూడా A వాటి మధ్య బిందువు వద్ద ఉంటే, A వద్ద గ్రాఫ్ యొక్క వాలుకు ఇది సమానమవుతుంది.