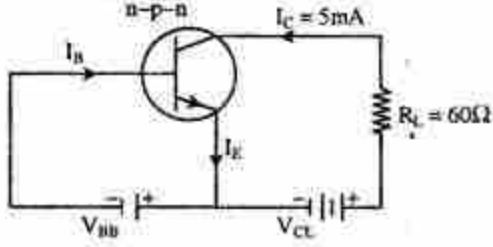


# এইস এস সি পদার্থবিজ্ঞান

## অধ্যায়-১০: সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

**প্রশ্ন ১** উদ্দীপকে একটি কমন এমিটার n-p-n অ্যামপ্লিফায়ার বর্তনী দেখানো হল। বর্তনীর গতিয় রোধ  $40\Omega$ । এর কারেন্ট গেইন 75। বর্তনীর  $R_L = 60\Omega$  এবং কালেক্টর কারেন্ট  $5\text{mA}$ ।

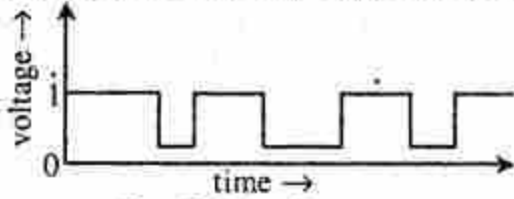


- ক. হেক্সাডেসিমাল সংখ্যা পদ্ধতি কী? ১  
খ. একটি ডিজিটাল ও একটি এনালগ সিগনাল অংকন করে দেখাও। ২  
গ. উদ্দীপকের বর্তনীর প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উদ্দীপকের বর্তনী থেকে 100% ভোল্টেজ গেইন পাওয়া সম্ভব কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই করো। ৪

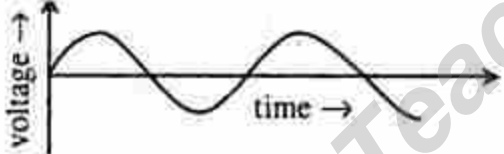
### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সংখ্যা পদ্ধতির ভিত্তি হচ্ছে 16 এবং গণনার জন্য 0 থেকে 9, A, B, C, D, E, F এই 16টি চিহ্ন ব্যবহার করা হয় তাকে বলা হয় হেক্সাডেসিমাল সংখ্যা পদ্ধতি।

**খ** নিচে একটি ডিজিটাল ও একটি এনালগ সিগনাল অংকন করা হলো—



চিত্র: ডিজিটাল সিগনাল



চিত্র: এনালগ সিগনাল

**গ** দেওয়া আছে,

কারেন্ট গেইন,  $\beta = 75$

বের করতে হবে, প্রবাহ বিবর্ধন গুণক,  $\alpha = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}$$

$$= \frac{75}{1 + 75}$$

$$= 0.987 \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক অনুসারে,

কারেন্ট গেইন,  $\beta = 75$

কালেক্টর প্রবাহ,  $I_C = 5 \text{ mA} = 5 \times 10^{-3} \text{ A}$

গতিয় রোধ,  $R = 40\Omega$

বর্তনীর রোধ,  $R_L = 60\Omega$

আমরা জানি,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\text{বা, } I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{5}{75} = 0.067 \text{ mA} = 0.067 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$\therefore$  ইনপুট বিভব,  $V_i = I_B \times \text{গতিয় রোধ}$

$$= 0.067 \times 10^{-3} \times 40$$

$$= 2.68 \times 10^{-3} \text{ V}$$

এবং আউটপুট বিভব পতন,  $V_o = I_C \times R_L$

$$= 5 \times 10^{-3} \times 60$$

$$= 0.3 \text{ V}$$

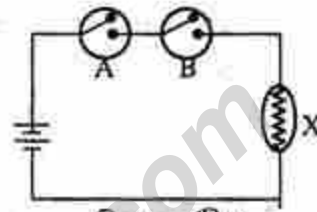
$\therefore$  ভোল্টেজ গেইন,  $A_v = \frac{V_o}{V_i} \times 100\%$

$$= \frac{0.3}{2.68 \times 10^{-3}} \times 100\%$$

$$= 111.94\%$$

সুতরাং উদ্দীপকের বর্তনী থেকে 111.94% ভোল্টেজ গেইন পাওয়া সম্ভব, যা 100% অপেক্ষা বেশি।

### প্রশ্ন ২



চিত্র: বর্তনী-১

P	Q	R
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

সত্যক সারণি

টা. বো. ২০১৭/

ক. কোয়ার্ক কী? ১

খ. বৃন্দতাপীয় প্রসারণে সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পায় কেন? ২

গ. বর্তনী-১ সত্যক সারণি লেখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকে দেয়া সত্যক সারণির লজিক গেইটের আউটপুটে একটি NOT গেইট যুক্ত করলে কোনো লজিক গেইট তৈরি হবে কিনা তা চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোয়ার্ক হলো পদার্থের মৌলিক কণা ও মৌলিক প্রয়োজনীয় উপাদান যা দ্বারা পদার্থ (প্রোটন, নিউট্রন) গঠিত।

**খ** বৃন্দতাপীয় প্রক্রিয়ায় কোনো রূপ তাপের আদান প্রদান হয়না, তাই  $dQ = 0$ । সুতরাং, তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রানুসারে,

$$0 = U + W$$

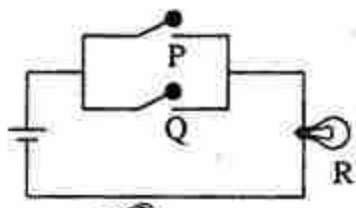
$$\therefore U = -W$$

অর্থাৎ, বৃন্দতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাস তার অন্তঃস্থ শক্তির বিনিময়ে কাজ করে। বৃন্দতাপীয় প্রসারণের ক্ষেত্রে সিস্টেম দ্বারা কাজ করা হয় বলে  $dW$  ধনাত্মক হয়। আর তাই,  $dU = -dW$  সমীকরণ অনুসারে বৃন্দতাপীয় প্রসারণে সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পায়।

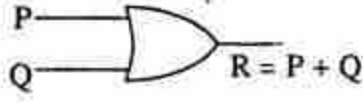
**গ** ১ নং বর্তনীটি একটি AND গেইটের। এর উভয় ইনপুট অথবা যেকোনো একটি ইনপুট 0 (শূন্য) হলেই আউটপুট 0 (শূন্য) হবে এবং কেবল মাত্র উভয় ইনপুট 1 হলেই আউটপুট 1 হবে। সুতরাং এর সত্যক সারণি হচ্ছে—

A	B	X
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

**ঘ** বুলিয়ান বীজগণিতের সাহায্যে লিখলে উদ্দীপকে প্রদত্ত সত্যক সারণিটি OR অপারেশনকে সমর্থন করে। কারণ P অথবা Q অথবা উভয়ই 1 হলে  $R = 1$  হয়। অর্থাৎ  $P + Q = R$ । তাই প্রদত্ত সারণিটি OR গেইটের। নিচে এর বর্তনী ও প্রতীক দেয়া হল।

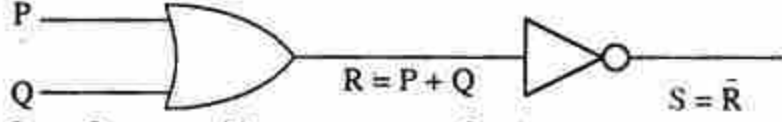


বর্তনী



প্রতীক

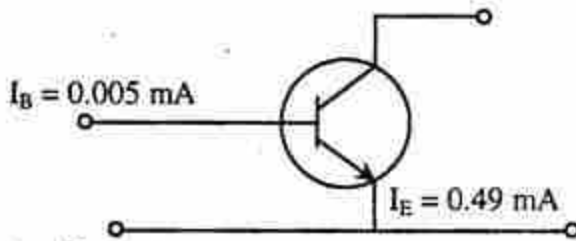
বর্তনীটির আউটপুটে একটি NOT গেইট যুক্ত করলে বর্তনীটি হবে নিম্নরূপ



এটি একটি NOR গেইট। এর সত্যক সারণি হচ্ছে-

P	Q	R	S
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

প্রশ্ন ৩



প্রদর্শিত চিত্র থেকে উত্তর দাও।

[রা. বো. ২০১৭]

- P-type অর্ধপরিবাহী কী? ১
- ডোপায়ন তড়িৎ প্রবাহে কী ভূমিকা রাখে— ব্যাখ্যা করো। ২
- প্রবাহ বিবর্ধন গুণক  $\alpha$  নির্ণয় করো। ৩
- প্রদর্শিত ট্রানজিস্টরের সাহায্যে বিবর্ধক বর্তনী তৈরি সম্ভব কিনা? চিত্রসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

কোনো বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে সামান্য পরিমাণ ত্রিযোজী মৌল অর্থাৎ পর্যায় সারণীর তৃতীয় গ্রুপের মৌল অপদ্রব্য হিসেবে মেশানো হলে, তাকে p-type অর্ধপরিবাহী বলে।

পরিবাহীতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে সামান্য পরিমাণ সুবিধাজনক নির্দিষ্ট মৌলিক পদার্থ সূনিয়ন্ত্রিতভাবে ডেজাল দেয়ার প্রক্রিয়াকে ডোপায়ন বলে। ডোপায়নের ফলে এর পরিবাহীতা বহুগুণে বৃদ্ধি পায়। অতএব, তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধিতে ডোপায়ন গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

উদ্বীপক হতে পাই,

পীঠ প্রবাহ,  $I_B = 0.005 \text{ mA}$

নিঃসারক প্রবাহ,  $I_E = 0.49 \text{ mA}$

সংগ্রাহক প্রবাহ,  $I_C = ?$

প্রবাহ বিবর্ধন গুণক,  $\alpha = ?$

আমরা জানি,

$$I_E = I_B + I_C$$

$$\text{বা, } I_C = I_E - I_B$$

$$= 0.49 - 0.005$$

$$= 0.485 \text{ mA}$$

আবার,

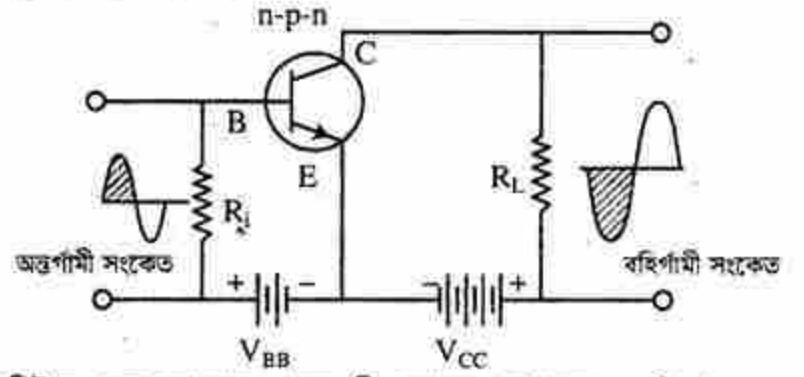
$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$= \frac{0.485}{0.49}$$

$$= 0.989 \text{ (Ans.)}$$

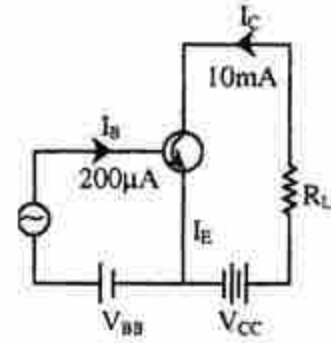
উদ্বীপকের ডিভাইসটি বিবর্ধক হিসাবে ব্যবহার করা যাবে। n-p-n ট্রানজিস্টরকে বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার করতে বেস ও এমিটারের মধ্যে ইনপুট সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয় এবং কালেক্টর ও এমিটারের মধ্য

থেকে আউটপুট নেয়া হয়। এসি সিগন্যাল ভোল্টেজ উৎস ছাড়াও এখানে একটি ব্যাটারী ( $V_{BB}$ ) ইনপুট সার্কিটে ব্যবহার করা হয়। এই ডি. সি. ভোল্টেজকে বলা হয় 'বায়াস ভোল্টেজ' এবং এর মান এমন হয় যেন এসি সিগন্যালের ঋণাত্মক অর্ধেকের সময়ও এমিটার বেস জাংশন সম্মুখ ঝোঁকে থাকে।



এমিটার বেস জাংশনে প্রযুক্ত সিগন্যালের ঋণাত্মক অর্ধাংশের সময় জাংশনটির সম্মুখ ঝোঁক বৃদ্ধি পায়। ফলে অধিক পরিমাণ ইলেকট্রন এমিটার থেকে বেসের মধ্য দিয়ে কালেক্টরে প্রবাহিত হয় এবং কালেক্টরের প্রবাহ বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত কালেক্টর প্রবাহ কালেক্টরের ভার রোধ  $R_L$ -তে অধিক পরিমাণে বিভব পতন ঘটায়। সিগন্যালের ঋণাত্মক অর্ধাংশের জন্য এমিটার বেস জাংশনের সম্মুখ ঝোঁক কমে যায়। ফলে কালেক্টরে প্রবাহের মাত্রাও কমে যায়। কালেক্টরে প্রবাহ কম হওয়ায় বর্তনীর আউটপুট ভোল্টেজ কম হবে। সুতরাং এভাবে n-p-n ট্রানজিস্টর বিবর্ধিত আউটপুট তৈরি করে।

প্রশ্ন ৪ চিত্রে একটি ট্রানজিস্টর দেওয়া আছে :



[রা. বো. ২০১৪]

- চার্জের তল ঘনত্ব কাকে বলে? ১
- বিচ্ছিন্ন চৌম্বক মেরু পাওয়া সম্ভব নয় কেন? ২
- প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩
- ইনপুট ভোল্টেজের পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরটিকে একটি সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায় কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

পরিবাহীর তলে কোনো বিন্দুর চতুর্দিকে ক্ষুদ্র ক্ষেত্রফলে অবস্থিত চার্জের পরিমাণ এবং ঐ ক্ষুদ্র ক্ষেত্রফলের অনুপাতকে ঐ বিন্দুর চার্জের তল ঘনত্ব বলে।

চার্জের ঘূর্ণনগতির দরুন চৌম্বক ড্রামকের উদ্ভব হয় যাতে যুগপৎভাবে উত্তর ও দক্ষিণ মেরু অবস্থান করে। অর্থাৎ শুধু উত্তর বা শুধু দক্ষিণ মেরু পাওয়া সম্ভব নয়। এ কারণেই বিচ্ছিন্ন চৌম্বক মেরু পাওয়া সম্ভব নয়।

দেওয়া আছে,

$$\text{পীঠ প্রবাহ, } I_B = 200 \mu A = 200 \times 10^{-6} A$$

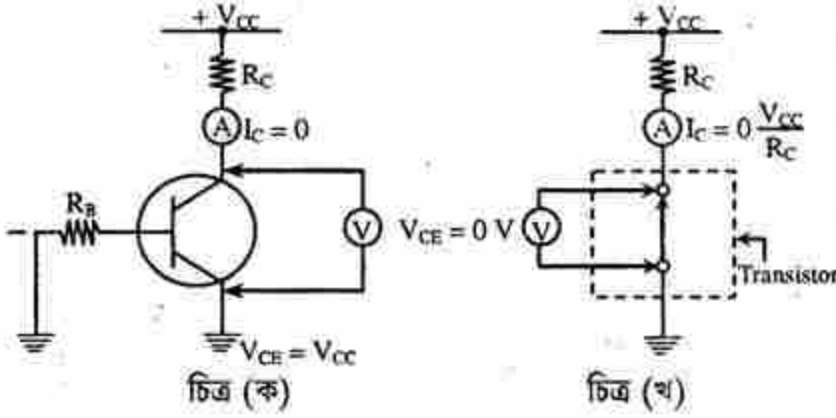
$$\text{সংগ্রাহক প্রবাহ, } I_C = 10 \text{ mA} = 10 \times 10^{-3} A$$

বের করতে হবে, প্রবাহ বিবর্ধন গুণক,  $\alpha = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_C + I_B} = \frac{10 \times 10^{-3} A}{10 \times 10^{-3} A + 200 \times 10^{-6} A} = 0.9804$$

সুতরাং, প্রবাহ বিবর্ধন গুণক 0.9804

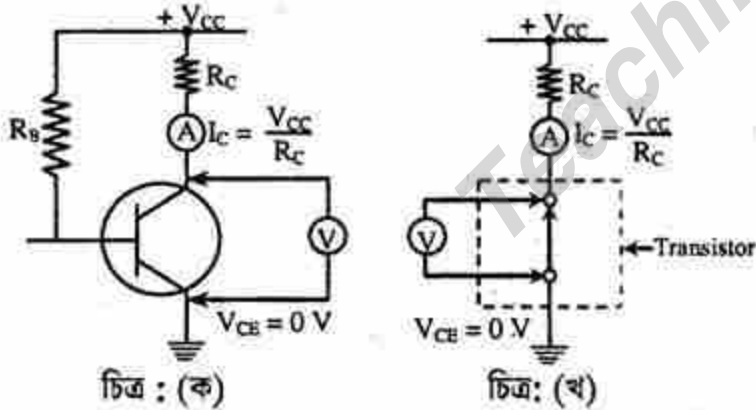
১০ নিম্নে চিত্রসহ এর বর্ণনা দেওয়া হলো—



১. যখন ভূমি অন্তর্গামী ভোল্টেজ (Input base voltage) যথেষ্ট ঋণাত্মক তখন ট্রানজিস্টর বিচ্ছিন্ন (cut-off) থাকে এবং সংগ্রাহক ভার (collector load)  $R_C$  এর মধ্যে কোনো তড়িৎপ্রবাহ থাকে না [চিত্র (ক)]। ফলে  $R_C$  এর আড়াআড়িভাবে কোনো বিভব পতন থাকে না (There is no voltage drop across  $R_C$ ) এবং বহির্গামী ভোল্টেজ ধারণাগতভাবে (ideally)  $V_{CC}$  হয়, অর্থাৎ  $I_C = 0$  এবং  $V_{CE} = V_{CC}$  (যদিও সংগ্রাহক প্রবাহ  $I_C$  পুরোপুরি শূন্য হবে না কারণ সামান্য চ্যুতানো তড়িৎ (Leakage current) সর্বদা প্রবাহিত হয়।) এই অবস্থা একটি খোলা (Open) সুইচ প্রবাহ বন্ধ করা অবস্থায় (OFF Stage-এ) যেমন থাকে [চিত্র (খ)]-তে প্রদর্শিত। তেমনই থাকে।

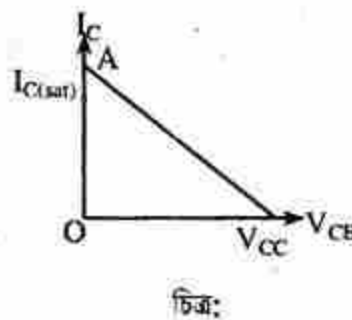
২. যখন অন্তর্গামী ভূমি ভোল্টেজ যথেষ্ট ধনাত্মক তখন ট্রানজিস্টর সম্পৃক্ততা লাভ করে (Saturates), ফলে  $R_C$  এর মধ্য দিয়ে  $I_C$  এর দ্রুত আড়াআড়ি সমগ্র বিভব  $V_{CC}$  এর পতন হবে এবং বহির্গামী ভোল্টেজ ধারণাগতভাবে শূন্য হয় অর্থাৎ,  $I_C = I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$  এবং  $V_{CE} = 0$

এই অবস্থা একটি বন্ধ (closed) সুইচ প্রবাহ চালু অবস্থায় (ON Stage-এ) যেমন থাকে [চিত্র (খ)]-তে প্রদর্শিত। তেমনই থাকে।

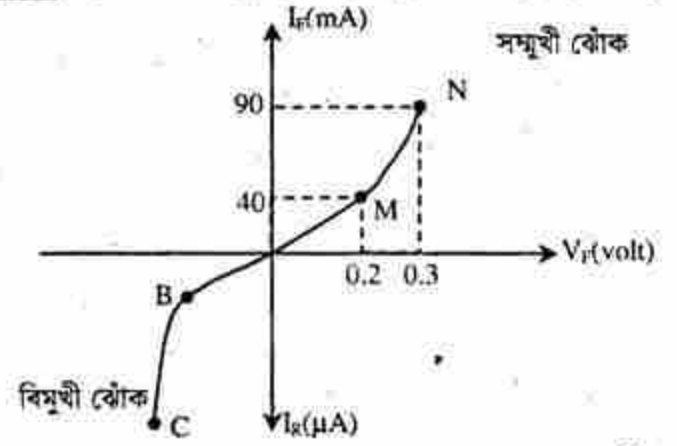


উপরোক্ত আলোচনা থেকে এই সিদ্ধান্তে আসা যায় যে উপযুক্ত শর্তের প্রেক্ষিতে ট্রানজিস্টর সুইচের কাজ করতে পারে। অর্থাৎ অন্তর্গামী ভূমি ভোল্টেজ যথেষ্ট ঋণাত্মক এবং ধনাত্মক হলে ট্রানজিস্টরকে বিচ্ছিন্নতা (cut off) এবং সম্পৃক্ততা (sturation) এর মধ্যে চালিত হবে। এই শর্ত ট্রানজিস্টর বর্তনীর ক্ষেত্রে সহজেই প্রযোজ্য।

ফলে ট্রানজিস্টর সুইচ হিসেবে কাজ করতে পারে। চিত্র ১০.৩৩-এ ডিসি লোড লাইনের ক্ষেত্রে ট্রানজিস্টরের সুইচিং ক্রিয়া দেখানো হলো। চিত্রে লোড লাইনে A বিন্দু ও B বিন্দু যথাক্রমে ON এবং OFF অবস্থা (Condition) নির্দেশ করছে।



প্রশ্ন ৫ নিচে একটি ডায়োডের V - I লেখচিত্র দেখানো হল:



দি. বো. ২০১৭/

- ট্রানজিস্টর কী?
- n শ্রেণির অর্ধপরিবাহীতে সংখ্যাগরিষ্ঠ বাহক ইলেকট্রন কেন থাকে?
- উদ্দীপকের চিত্র থেকে ডায়োডের গতিয় রোধ নির্ণয় করো।
- অনেকক্ষেত্রে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য BC অংশের প্রবাহের চেয়ে MN অংশের প্রবাহ বেশি নিরাপদ- ব্যাখ্যা করো।

#### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি একই জাতীয় অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীকে এদের বিপরীত জাতীয় অর্ধপরিবাহীর একটি পাতলা স্তর দ্বারা যুক্ত করা হলে এরূপ অর্ধপরিবাহীকে ট্রানজিস্টর বলে।

খ. জার্মেনিয়াম বা সিলিকনের কেলাসে উপযুক্ত মাত্রায় পঞ্চম গ্রুপের মৌল ভেজাল হিসেবে মিশিয়ে n শ্রেণির অর্ধপরিবাহী তৈরি করা হয়। ভেজাল পরমাণুর বহিঃস্থ স্তরের পাঁচটি ইলেকট্রনের মধ্যে চারটি জার্মেনিয়াম বা সিলিকনের সাথে সহযোগী বন্ধন গঠন করে এবং একটি ইলেকট্রন অবশিষ্ট থাকে। এটি মুক্ত ইলেকট্রন হিসেবে পরিবহণ ব্যাভে অবস্থান করে। অর্থাৎ কিছু মুক্ত ইলেকট্রন সৃষ্টি হয়। তাপমাত্রার কারণে কিছু বন্ধন ভেঙে সম সংখ্যক ইলেকট্রন ও হোল তৈরি হয়। এজন্য n শ্রেণির অর্ধপরিবাহীতে হোল অপেক্ষা মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা বেশি হয়। তাই n শ্রেণির অর্ধপরিবাহীতে ইলেকট্রন হচ্ছে গরিষ্ঠ আধান বাহক।

গ. লেখচিত্র হতে পাই,

তড়িৎ প্রবাহে ক্ষুদ্র পরিবর্তন,  $\Delta I = 90 \text{ mA} - 40 \text{ mA} = 50 \times 10^{-3} \text{ A}$

বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন,  $\Delta V = 0.3 - 0.2 = 0.1 \text{ V}$

গতিয় রোধ,  $R = ?$

$$\begin{aligned} \text{জানা আছে, } R &= \frac{\Delta V}{\Delta I} \\ &= \frac{0.1}{50 \times 10^{-3}} \\ &= 2 \Omega (\text{Ans.}) \end{aligned}$$

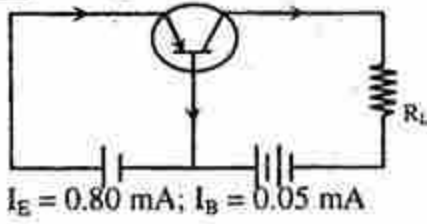
ঘ. উদ্দীপকের লেখচিত্রেটিতে ডায়োডের V - I লেখচিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্রটিতে MN দ্বারা সম্মুখী ঝোঁক বোঝানো হচ্ছে এবং BC দ্বারা বিমুখী ঝোঁক বোঝানো হয়েছে।

ভোল্টেজ যদি এমনভাবে প্রয়োগ করা হয় যে, কোষের ধনাত্মক প্রান্ত p-টাইপ বস্তুর সাথে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত n-টাইপ বস্তুর সাথে সংযুক্ত হয়, তবে তাকে সম্মুখী ঝোঁক বলে। এই সংযোগের ফলে p-n জংশন ও বহিঃস্থ বর্তনীতে প্রবাহ চলে। এই প্রবাহকে বলা হয় সম্মুখী প্রবাহ। এই ধরনের প্রবাহ সম্পূর্ণ নিরাপদ। তাই বেশি সময় ধরে ব্যবহার করলেও যন্ত্রপাতি নষ্ট হওয়া বা পুড়ে যাওয়ার কোনো সম্ভাবনা থাকে না।

কিন্তু বিমুখী ঝোঁকে ভোল্টেজের পার্থক্য যতই বাড়ানো হোক না কেন তড়িৎ প্রবাহে মানের পরিবর্তন খুবই কম হয়। এই অবস্থায় ভোল্টেজ আরো বাড়ালে থাকলে শেষে হঠাৎ বিপুল পরিমাণ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই বিপুল প্রবাহের কারণে বিমুখী ঝোঁক বা BC অংশ ব্যবহার করা নিরাপদ নয়। কারণ এতে যন্ত্রপাতি নষ্ট হয়ে যায়, পুড়ে যায়।



প্রশ্ন ৬ নিচের ট্রানজিস্টারটির বর্তনী লক্ষ কর:



ক. ডোপিং কী?

খ. P-N জংশন ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার চার্জ নিরপেক্ষ কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ট্রানজিস্টারটির প্রবাহ লাভ বের কর। ৩

ঘ. "বর্তনীটির ইনপুটে একটি দুর্বল সংকেত প্রয়োগ করে আউটপুটে একটি বিবর্ধিত সংকেত পাওয়া যাবে"-উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পঞ্চমোজী বা ত্রয়োজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. একটি P-টাইপ ও একটি N-টাইপ অর্ধ-পরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থামানে সংযুক্ত করলে সংযোগ পৃষ্ঠকে P-N জংশন বলে। P-N জংশনের যে পাশে P-টাইপ অঞ্চল সেখানে সংখ্যাগুরু বাহক হোল এবং যে পাশে N-টাইপ অঞ্চল সেখানে ইলেকট্রনের আধিক্য অনেক বেশি। যখন P-টাইপ অঞ্চল এবং N-টাইপ অঞ্চল যুক্ত হয় তখন N-অঞ্চলের ইলেকট্রনগুলো P-অঞ্চলের হোল দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে ব্যাপন ক্রিয়ার মাধ্যমে জংশনের দিকে ছুটে যায়। একইভাবে P-অঞ্চলের হোলগুলো N-অঞ্চলের ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে ব্যাপনের মাধ্যমে সংযোগস্থলের দিকে ছুটে যায়। P-N জংশনস্থলে ইলেকট্রন ও হোল পরমাণু মিলিত হয়ে নিরপেক্ষ হয়ে যায়। এ কারণে P-N জংশন ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার সামগ্রিকভাবে তড়িৎ নিরপেক্ষ।

গ. এখানে,

$$I_E = 0.80 \text{ mA}$$

$$\text{এবং } I_B = 0.05 \text{ mA}$$

$$\text{প্রবাহ লাভ, } \beta = ?$$

আমরা জানি,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

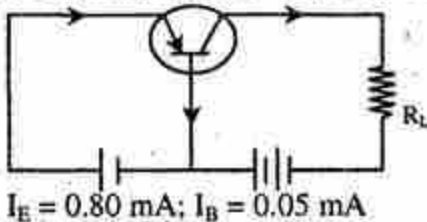
$$\text{কিন্তু, } I_E = I_C + I_B$$

$$\therefore I_C = I_E - I_B$$

$$\therefore \beta = \frac{I_E - I_B}{I_B} = \frac{0.80 \text{ mA} - 0.05 \text{ mA}}{0.05 \text{ mA}} = 15$$

অতএব, উদ্দীপকের ট্রানজিস্টারটির প্রবাহ লাভ 15। (Ans.)

ঘ. এটি একটি PNP ট্রানজিস্টার সাধারণ নিঃসরক বিবর্ধক বর্তনী (বর্তনীতে প্রয়োজনীয় সংশোধন করে দেয়া হলো)।

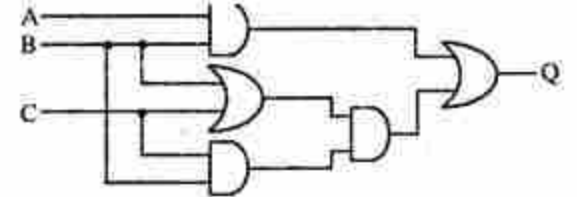


$$I_E = 0.80 \text{ mA}; I_B = 0.05 \text{ mA}$$

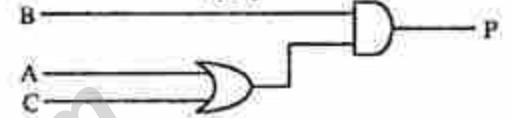
এতে নিঃসরক ও পীঠ ইনপুট এবং নিঃসরক ও সংগ্রাহক আউটপুট হিসেবে কাজ করে। নিঃসরক ডায়োডকে সম্মুখী বায়াস করার জন্য নিঃসরক ও পীঠের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{be}$  এবং সংগ্রাহক ডায়োডকে বিমুখী বায়াস করার জন্য সংগ্রাহক ও নিঃসরকের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{ce}$  প্রয়োগ করা হয়। ইনপুট বায়াস বিভব  $V_{be}$  ইনপুট সংকেতের বিস্তার বিভব থেকে বড় হতে হবে যেন ইনপুট সংকেত বায়াস বিভবের বিপরীতে ক্রিয়া করলেও তা সম্মুখী বায়াস বিশিষ্ট হয়। ইনপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত  $R_i$  রোধে ইনপুট সংকেত প্রয়োগ করা হয় এবং আউটপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত উচ্চ ভার রোধ  $R_L$  থেকে আউটপুট সংকেত গ্রহণ করা হয়।

ইনপুট সংকেত বিভব  $V_s$  এর পরিবর্তনে নিঃসরক ও পীঠের মধ্যে বিভব  $V_{be}$  পরিবর্তিত হয়, ফলে  $i_b$  ও পরিবর্তিত হয়।  $V_{be}$  বৃদ্ধি পেলে নিঃসরক সংগ্রাহক রোধ ভ্রাস পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  বৃদ্ধি পায়। এতে নিঃসরক সংগ্রাহক বিভব  $V_{ce}$  ভ্রাস পায় এবং ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_R$  বৃদ্ধি পায়। একইভাবে  $V_{be}$  ভ্রাস পেলে নিঃসরক সংগ্রাহক রোধ  $R_{ce}$  বৃদ্ধি পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  ভ্রাস পায়। এতে নিঃসরক সংগ্রাহক বিভব বৃদ্ধি পায় এবং ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_R$  ভ্রাস পায়।  $R_L$  এর রোধ খুব বেশি হওয়ায়  $i_c$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_R$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। সুতরাং, বলা যায়,  $V_s$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_R$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। তাই ইনপুটে একটি কম বিস্তারের সংকেত প্রয়োগ করা হলে আউটপুটে একটি বেশি বিস্তারের সংকেত পাওয়া যায় অর্থাৎ সংকেতটি বিবর্ধিত হয়।

প্রশ্ন ৭



চিত্র-১



চিত্র-২

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. রেকটিফায়ার কাকে বলে? ১

খ. ট্রানজিস্টরে ডিসি বায়াসিং অবস্থায় বেস কারেন্ট খুব কম হয় কেন? ২

গ. Q এর জন্য বুলিয়ান বীজগাণিতিক সমীকরণ নির্ণয় করো। ৩

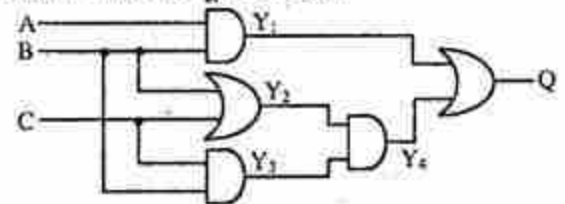
ঘ. উভয় চিত্রের সত্যক সারণী এক কী না যাচাই করো। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে ইলেকট্রনিক ডিভাইসের সাহায্যে দিক পরিবর্তী প্রবাহকে একমুখী প্রবাহে পরিণত করা হয়, তাকে বলা হয় রেকটিফায়ার।

খ. ট্রানজিস্টরে ডিসি বায়াসিং অবস্থায় নিঃসরক বা সংগ্রাহকের তুলনায় খুব সামান্য পরিমাণ প্রবাহ পাওয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ একটি npn ট্রানজিস্টরে নিঃসরক পীঠ জংশনকে সম্মুখী এবং সংগ্রাহক পীঠ জংশনকে বিমুখী বায়াস করা হলে সম্মুখী বায়াস n অঞ্চলের ইলেকট্রনগুলোকে পীঠের দিকে প্রবাহিত করে ফলে নিঃসরক প্রবাহ হয়। ইলেকট্রনগুলো p টাইপ পীঠে প্রবেশের পর সেখানকার হোলের সাথে মিলতে চায়। কিন্তু পীঠ খুব পাতলা হওয়ার কারণে সামান্য কিছু ইলেকট্রন (প্রায় 5%) হোল এর সাথে মিলিত হয়ে  $I_B$  সৃষ্টি করে। এ কারণেই ট্রানজিস্টরে ডিসি বায়াসিং অবস্থায় বেস কারেন্ট খুব কম হয়।

গ.



চিত্র-১

প্রথমে A ও B পরস্পরের সাথে AND গেট দিয়ে যুক্ত তাই,  $Y_1 = AB$   
B ও C পরস্পরের সাথে OR গেট দিয়ে যুক্ত। এদের আউটপুট  $Y_2 = B + C$   
আবার B ও C পরস্পরের সাথে AND দিয়ে যুক্ত। এক্ষেত্রে তাদের আউটপুট  $Y_3 = BC$   
আবার,  $Y_3$  ও  $Y_2$  পরস্পরের সাথে AND দিয়ে যুক্ত।  
 $\therefore$  আউটপুট  $Y_4 = BC(B + C)$   
 $Y_4$  এবং  $Y_1$  পরস্পরের সাথে OR গেট দিয়ে যুক্ত থাকায় চূড়ান্ত আউটপুট  $Q = Y_1 + Y_4$   
 $= AB + BC(B + C)$   
ইহাই Q এর জন্য বুলিয়ান বীজগাণিতিক সমীকরণ। (Ans.)

ঘ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় চিত্রে,

A ও C পরস্পরের সাথে OR গেট দিয়ে যুক্ত

$$\therefore Y_1 = A + C$$

এই  $Y_1$  আবার B এর সাথে AND গেট দিয়ে যুক্ত।

$$P = B (A + C)$$

এর জন্য সত্যক সারণি :

A	B	C	$Y_1 = A + C$	$P = B (A + C)$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

১ম চিত্রের জন্য সত্যক সারণি:

A	B	C	AB	B+C	BC	$BC(B+C)$	$Q = AB + BC(B+C)$
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1

যেহেতু ১নং চিত্রের আউটপুট Q এবং ২ নং চিত্রের আউটপুট P এর সকল উপাদান সমান, তাই বলা যায় এদের সত্যক সারণী মূলত একই।

**প্রশ্ন ৮** রাইসা সাধারণ ভূমি n-p-n বর্তনী ব্যবহার করে একটি টিভি তৈরি করল, যার ইনপুট প্রবাহ 25mA এবং আউটপুট প্রবাহ 20mA। টিভিটি 12V ডিসিতে চলার কথা থাকলেও সে তার বাড়ির 220V এসিতে টিভিটিকে সংযুক্ত করায় টিভিটি চলতে আরম্ভ করল।

[কৃ. বো. ২০১৬]

- সম্মুখ ব্লক কাকে বলে? ১
- অনিয়ন্ত্রিত নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না কেন? ২
- বর্তনীর ভূমি প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
- যে দুটি কার্যক্রম অনুসরণ করায় রাইসার পক্ষে বাড়িতে টিভি চালানো সম্ভব হয়েছে তা বর্তনী ঐকে বিশ্লেষণ কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তড়িৎ উৎসের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রান্তকে যথাক্রমে জংশনের P ও n অঞ্চলের সাথে যুক্ত করা হলে জংশনের বিভব প্রাচীর হ্রাস পায় এবং প্রবাহ সহজ হয় বলে এ ধরনের সংযোগকে সম্মুখী ব্লক বলে।

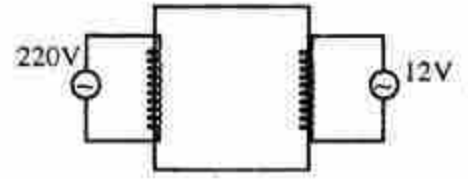
**খ** অনিয়ন্ত্রিত নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় যে নিউট্রন মুক্তি লাভ করে বা বেরিয়ে আসে তা বিক্রিয়াকে সম্ভব করে তোলে। তাই বিক্রিয়াতে অতি অল্প সময়ে অধিক পরিমাণ শক্তির উদ্ভব হয়। একটি নিউট্রন দ্বারা শুরু করা একটি অনিয়ন্ত্রিত নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া নজীরবিহীন বিস্ফোরণ ঘটাতে পারে। তাই অনিয়ন্ত্রিত নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না।

**গ** এখানে, সাধারণ ভূমি n-p-n বর্তনীতে,  
ইনপুট প্রবাহ,  $I_E = 25 \text{ mA}$   
আউটপুট প্রবাহ,  $I_C = 20 \text{ mA}$   
ভূমি প্রবাহ,  $I_B = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } I_E &= I_B + I_C \\ \therefore I_B &= I_E - I_C \\ &= 25 \text{ mA} - 20 \text{ mA} \\ &= 5 \text{ mA (Ans.)} \end{aligned}$$

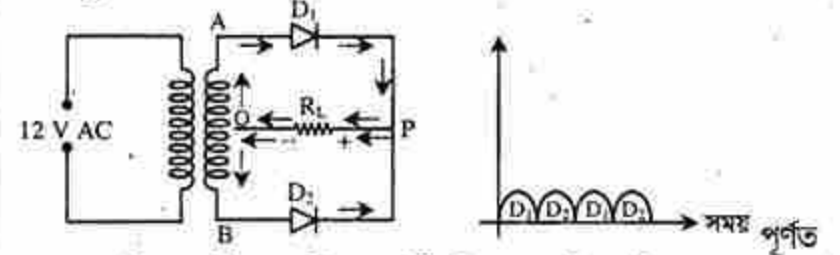
ঘ. উদ্দীপকে রাইসা প্রথমে একটি স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করে 220V এসিকে 12V এসিতে নামিয়ে আনে। ট্রান্সফর্মারটির মূখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ যথাক্রমে  $E_p = 220\text{V}$  ও  $E_s = 12\text{V}$  হলে এবং মূখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা যথাক্রমে  $n_p$  ও  $n_s$  হলে,

$$\begin{aligned} \frac{E_p}{E_s} &= \frac{n_p}{n_s} \\ \text{বা, } \frac{220\text{V}}{12\text{V}} &= \frac{n_p}{n_s} \\ \text{বা, } \frac{n_p}{n_s} &= \frac{55}{3} \end{aligned}$$



অতএব, রাইসা প্রথমে (55 : 3) অনুপাতে একটি স্টেপডাউন ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে 12V এ নামিয়ে এনেছে।

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে রাইসা একটি পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার ব্যবহার করে 12V এসিকে 12V ডিসিতে পরিবর্তিত করায় টিভিটি চলতে আরম্ভ করেছিল। নিচে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার বর্তনীর চিত্র দেয়া হলো।



রজা রেকটিফায়ারটিতে এসি অন্তর্গামী উৎসের দুই চক্রই কাজে লাগানো হয়। এজন্য বর্তনীতে দুটি ডায়োড  $D_1$  ও  $D_2$  ব্যবহার করা হয়। ডায়োড দুটিকে ট্রান্সফর্মারটির গৌণকুণ্ডলীর AB অংশের সাথে সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ডায়োড  $D_1$  এসি অন্তর্গামী উৎসের গৌণকুণ্ডলীর OA অংশে আগত উপরের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে এবং ডায়োড  $D_2$  গৌণকুণ্ডলীর OB অংশে আগত নিচের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে। এসি অন্তর্গামী প্রথম ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A ধনাত্মক হয়। ফলে ডায়োড  $D_1$  সম্মুখী ব্লক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। কিন্তু  $D_2$  ডায়োড বিমুখী ব্লক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এক্ষেত্রে OAD<sub>1</sub>PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

অন্তর্গামী দ্বিতীয় অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং B প্রান্ত ধনাত্মক হয়। ফলে ডায়োড  $D_2$  সম্মুখী ব্লক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় কিন্তু  $D_1$  বিমুখী ব্লক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যে দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। এক্ষেত্রে OBD<sub>2</sub>PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। বর্তনীর  $R_L$  রোধের স্থানে টিভিটিকে স্থাপন করলে উভয় ক্ষেত্রেই টিভির মধ্য দিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ টিভিটির মধ্য দিয়ে একমুখী তড়িৎ বা ডিসি প্রবাহ প্রবাহিত হয়।

**প্রশ্ন ৯** X ও Y যথাক্রমে ত্রিযোজী ও পঞ্চযোজী মৌল। এদেরকে সিলিকন খণ্ডে ডোপিং করে তুমি একটি ডায়োড তৈরি করলে। এখন X মৌলকে অন্য একটি সিলিকন খণ্ডের মাঝখানে ডোপিং করে একটি ট্রানজিস্টরও তৈরি করলে। এটি দেখে তোমার বন্ধু Y মৌলকে মাঝখানে ডোপিং করে আরেকটি ট্রানজিস্টর তৈরি করলো। [কৃ. বো. ২০১৬]

- মৌলিক বল কী? ১
- অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর প্রয়োজনীয়তা কী? ২
- তোমার তৈরিকৃত ডায়োডটির সম্মুখ ব্লক এবং বিমুখী ব্লক এর বায়াস বর্তনী দেখাও। ৩
- তোমার এবং তোমার বন্ধু দু'জনের তৈরি ট্রানজিস্টর দুটির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের (সচিত্র) তুলনামূলক ব্যাখ্যা দাও। ৪

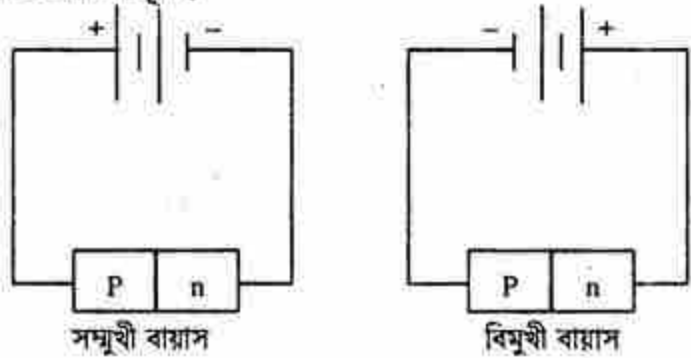
৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সকল বল মূল বা অকৃত্রিম অর্থাৎ অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয় না বরং অন্যান্য বলে এ সকল বলের প্রকাশ তাদেরকে মৌলিক বল বলে।

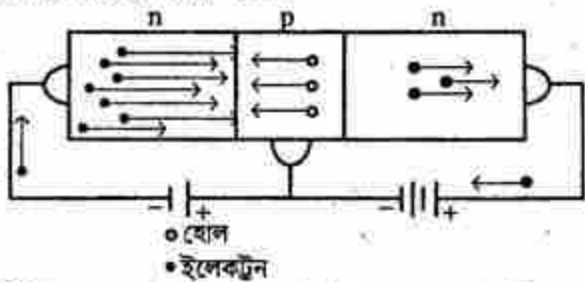
**খ** বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর তড়িৎ পরিবাহিতা অত্যন্ত স্বল্প মানের। তাই বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী ব্যবহারিক কাজে ব্যবহার করা যায় না। তাই এতে প্রয়োজনমত ডোপিং করে অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে (p বা n টাইপ) পরিণত করা হয়। এতে করে তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় ও তা দিয়ে বিভিন্ন ডিভাইস (যেমন ডায়োড, ট্রানজিস্টর) তৈরি করা হয়।



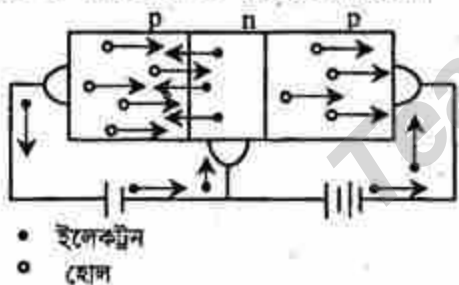
গ. আমার তৈরিকৃত ডায়োডটির সম্মুখ বোঁক এবং বিমুখী বোঁক এর বায়াস বর্তনী নিম্নরূপ :



ঘ. X (ত্রিযোজী) মৌলকে অন্য একটি সিলিকন খণ্ডের মাঝখানে ডোপিং করলে n-p-n ট্রানজিস্টর তৈরি হয়। সুতরাং আমি npn এবং আমার বন্ধু pnp ট্রানজিস্টর তৈরি করলাম। এদের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ নিম্নে ব্যাখ্যা করা হলো।

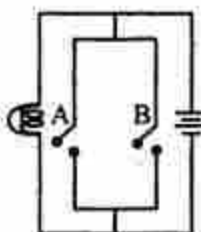


এখানে এমিটার বেস জাংশনে সম্মুখ বায়াস এবং কালেক্টর বেস জাংশনে পশ্চাৎমুখী বায়াস প্রয়োগ করা হয়েছে। এমিটার ও বেসের মধ্যে সম্মুখ বায়াস থাকায় প্রথমটি হতে প্রচুর ইলেকট্রন বেগের দিকে যায়। এমিটার বেস জাংশনে কিছু হোল ও ইলেকট্রন একে অপরের সাথে যুক্ত হয়ে নিরপেক্ষ হয়ে যাবে এবং তা 5% এর কম। এরূপ মিলনের ফলে সামান্য বেস প্রবাহের সৃষ্টি হয়। আর বাকি যেসমস্ত ইলেকট্রন হোলের সাথে যুক্ত হয়না তারা বেস অঞ্চল ভেদ করে উচ্চ পজিটিভ কালেক্টর ভোল্টেজের আকর্ষণে কালেক্টরে গিয়ে পৌঁছবে। এ ইলেকট্রনগুলোই হচ্ছে কালেক্টর কারেন্টের উপাদান। অতএব দেখা যাচ্ছে n-p-n ট্রানজিস্টরের মধ্যস্থিত কারেন্ট বাহক হচ্ছে ইলেকট্রন। এক্ষেত্রে বাইরের বর্তনীতেও কারেন্ট বাহক হচ্ছে ইলেকট্রন।



এখানে এমিটার বেস জাংশনে সম্মুখ বায়াস এবং কালেক্টর বেস জাংশনে পশ্চাৎমুখী বায়াস করা হয়েছে। এমিটার ও বেসের মধ্যে সম্মুখ বায়াস থাকায় এমিটার হতে প্রচুর হোল বেসের দিকে যায়। এমিটার বেস জাংশনে কিছু হোল ও ইলেকট্রন একে অপরের সাথে যুক্ত হয়ে নিরপেক্ষ হয়ে যাবে এবং তা 5% এর কম। এরূপ মিলনের ফলে সামান্য বেস প্রবাহের সৃষ্টি হয়। আর বাকি যেসমস্ত হোল ইলেকট্রনের সাথে যুক্ত হলোনা, তারা বেস অঞ্চল ভেদ করে উচ্চ ঋণাত্মক কালেক্টর ভোল্টেজের আকর্ষণে কালেক্টরে গিয়ে পৌঁছবে। এই হোলগুলোই হচ্ছে কালেক্টর কারেন্টের উপাদান। অতএব দেখা যাচ্ছে যে, p-n-p ট্রানজিস্টরের মধ্যস্থিত কারেন্ট বাহক হচ্ছে হোল।

প্রঃ ১০



চ. বো. ২০১৬/

- ক. বিনতি কী? ১  
খ. হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতিতে সর্বোচ্চ চার বিট কেন দরকার হয়? ২  
গ. উদ্দীপকের বর্তনীটি যে লজিক গেটের সমতুল্য তার চিত্র ও সত্যক সারণী দাও। ৩  
ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীতে কী পরিবর্তন করলে এমন একটি গেট পাওয়া যাবে যার দুটি ইনপুট লজিক সত্য হলে আউটপুট লজিক মিথ্যা হবে? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্র অনুভূমিকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে বিনতি বলে।

খ. হেক্সাডেসিমেল সংখ্যাকে সমতুল্য বাইনারিতে রূপান্তরের জন্য হেক্সাডেসিমেল সংখ্যার প্রতিটি ডিজিটকে আলাদাভাবে চার বিটের বাইনারি গ্রুপে রূপান্তরিত করা হয় এবং প্রাপ্ত গ্রুপগুলোকে পরপর সাজালে উক্ত হেক্সাডেসিমেল সংখ্যার সমতুল্য বাইনারি সংখ্যা পাওয়া যায়। এ কারণে হেক্সাডেসিমেল সংখ্যাপদ্ধতিতে সর্বোচ্চ চার বিট দরকার হয়।

গ. উদ্দীপকের বর্তনীটি অর-গেট (OR-gate) এর। এই গেটের চিত্রটি নিম্নরূপ :



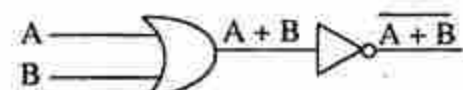
(OR-gate) এর সত্যক সারণি

ইনপুট		আউটপুট
A	B	C = A + B
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীর আউটপুটের সাথে একটি নট গেট (NOT-gate) যুক্ত করলে এমন একটি গেট পাওয়া যাবে যার দুটি ইনপুট লজিক সত্য হলে আউটপুট লজিক মিথ্যা হবে। এই ধরনের গেটকে নর (NOR) গেট বলে।

অর্থাৎ, OR gate + NOT gate = NOR gate.

নিচে এর প্রতীক ও কার্যক্রম সত্যক সারণীর মাধ্যমে দেখানো হলো :

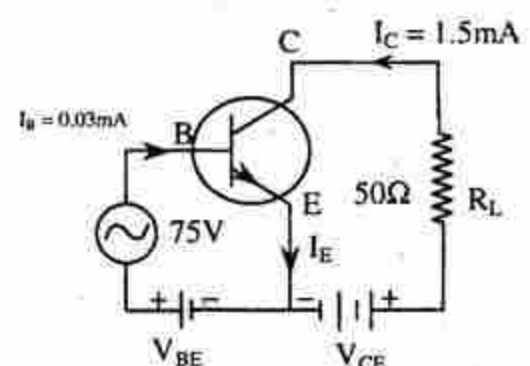


চিত্র: NOR gate

সত্যক সারণি

ইনপুট		OR	আউটপুট
A	B	A + B	C = $\overline{A + B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

প্রঃ ১১ উদ্দীপকে একটি কমন এমিটার n-p-n ট্রানজিস্টর বর্তনী দেখানো হলো—



সি. বো. ২০১৭/

- ক. বিগ ব্যাং কী? ১  
খ. ব্রাকহোলকে দেখা যায় না কেন?— ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. উদ্দীপকের বর্তনীর কারেন্ট গেইন  $\alpha$  কত? ৩  
ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীটিকে ইলেকট্রনিক সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায় কি?— বিশ্লেষণ করো। ৪

### ১১নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** দূর অতীতে এ মহাবিশ্বের সব কিছু খুব কাছাকাছি অতি উত্তপ্ত ও প্রায় অসীম ঘনত্বের এক পুঞ্জীভূত অবস্থায় ছিল। আর সে অবস্থা থেকে আকস্মিক এক বিস্ফোরণের মধ্য দিয়ে উদ্ভব ঘটেছে এ মহাবিশ্বের। এটাই মহাবিশ্ব সৃষ্টির 'বিগ ব্যাং' তত্ত্ব।

**খ** ব্রাক হোলের আয়তন প্রায় শূন্য কিন্তু ভর খুব বেশি হওয়ায় এর মহাকর্ষ বল খুব বেশি হয়। এ প্রচণ্ড মহাকর্ষের কারণে এর পৃষ্ঠ থেকে কোনো বস্তুর মুক্তিবৈগ আলোর বেগ অপেক্ষাও বেশি। তাই এরূপ বস্তু থেকে আলোও বের হয়ে আসতে পারে না। তাই ব্রাক হোল দেখা যায় না।

**গ** দেওয়া আছে,

কালেক্টর কারেন্ট,  $I_C = 1.5 \text{ mA}$

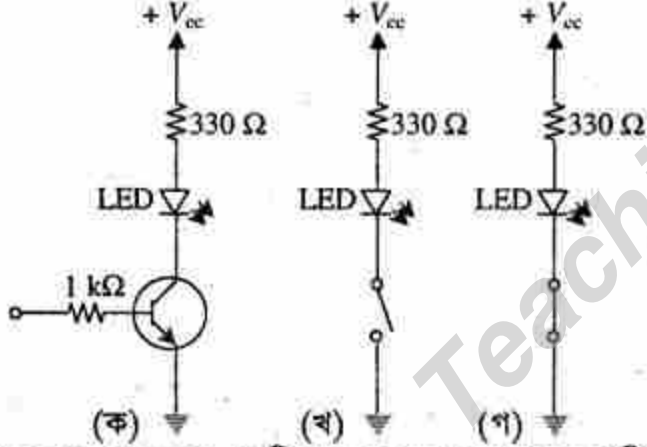
বেস কারেন্ট,  $I_B = 0.03 \text{ mA}$

বের করতে হবে, কারেন্ট গেইন,  $\alpha = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1.5}{0.03} = 50 \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপকের বর্তনীটিকে ইলেকট্রনিক সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায়। নিচের চিত্রে এর সুইচ হিসেবে ব্যবহার দেখানো হয়েছে। এক্ষেত্রে সংগ্রাহক বায়াস বিভব  $+V_{CC}$  প্রয়োগ করা হয় এবং নিঃসারককে ভূ সংযুক্ত করা হয়।



পীঠ বিভব শূন্য বা ন্যূনতম একটি মানের কম হলে সংগ্রাহক ও নিঃসারকের মধ্যে কোনো তড়িৎ প্রবাহ চলে না। একটি সিলিকন ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে এ ন্যূনতম মান হচ্ছে  $0.7 \text{ V}$ । একে ট্রানজিস্টরের "কাট অফ" অবস্থা বলে। এ অবস্থায় LED জ্বলে না (চিত্র-খ)। আবার পীঠ বিভবের একটি নির্দিষ্ট মান অপেক্ষা বেশি বিভব প্রয়োগ করা হলে নিঃসারক ও সংগ্রাহকের মধ্যে কোনো রোধ থাকে না বললেই চলে ফলে বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ চলে। একে ট্রানজিস্টরের "সম্পূর্ণ অবস্থা" বলে। সিলিকন ট্রানজিস্টরের পীঠ বিভব  $1.4 \text{ V}$  এর বেশি হলে ট্রানজিস্টর সম্পূর্ণ অবস্থা প্রাপ্ত হয়। উপরোক্ত আলোচনা থেকে আমরা বলতে পারি, পীঠ বিভব নিম্ন (শূন্য) হলে সুইচ অফ এবং উচ্চ হলে সুইচ অন। এ অবস্থায় LED জ্বলে (চিত্র-গ)।

**প্রশ্ন ১২** A ও B যথাক্রমে ত্রিযোজী এবং পঞ্চযোজী মৌল এদের দ্বারা সিলিকনকে ডোপিং করা যায়।

সি. বো. ২০১৪/

- ক. বিগ ব্যাং কী? ১  
খ. তাপমাত্রার পরিবর্তন সাপেক্ষে অর্ধপরিবাহী ও পরিবাহীর রোধের মধ্যে ভিন্নতা কীরূপ দেখা যায়? ২  
গ. A মৌলটিকে সিলিকনের সাথে ডোপিং করা হলে সিলিকনের বৈশিষ্ট্যের কীরূপ পরিবর্তন ঘটে চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৩

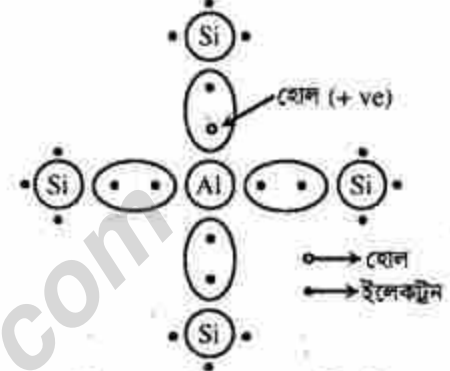
- ঘ. যদি সিলিকন খন্ডের কিছু অংশ A মৌল এবং একই সাথে বাকী অংশে B মৌল ডোপিং করা হয় তবে প্রাপ্ত যন্ত্রাংশ কী কাজে ব্যবহার করা যেতে পারে? তা প্রয়োজনীয় চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। ৪

### ১২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বিজ্ঞানীদের ধারণা, সুদূর অতীতে এক মহাবিস্ফোরণের মাধ্যমে এই মহাবিশ্বের উৎপত্তি হয়েছিল। এ ঘটনাকে বিগ ব্যাং বলে।

**খ** তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অর্ধপরিবাহীর রোধ হ্রাস পায়। কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায়। এটিই হলো তাপমাত্রার পরিবর্তন সাপেক্ষে অর্ধপরিবাহী ও পরিবাহীর রোধের মধ্যে ভিন্নতা। আবার পরিবাহীর ক্ষেত্রে রোধের উচ্চতা গুণাংক ধনাত্মক কিন্তু অর্ধপরিবাহীর রোধের উচ্চতা গুণাংক ঋণাত্মক।

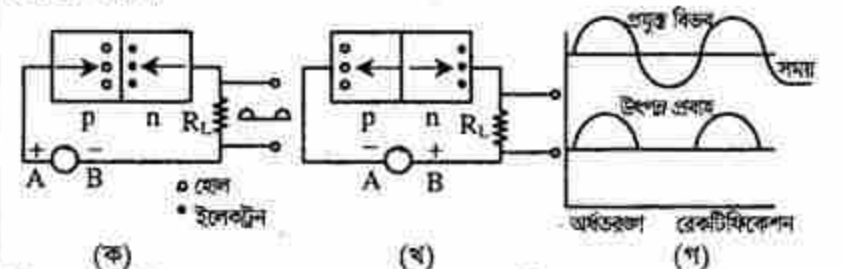
**গ** A (ত্রিযোজী) মৌলটিকে সিলিকনের সাথে ডোপিং করা হলে p-টাইপ অর্ধপরিবাহী উৎপন্ন হয়। নিম্নে এরূপ ডোপিং-এ সিলিকনের বৈশিষ্ট্যের পরিবর্তন চিত্রসহ ব্যাখ্যা করা হলো:



চিত্র : p-টাইপ অর্ধপরিবাহী

বিশুদ্ধ জার্মেনিয়াম ও সিলিকনের সঙ্গে ত্রিযোজী মৌল যেমন গ্যালিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি অপদ্রব্য সামান্য পরিমাণে নিয়ন্ত্রিতভাবে মেশানো হলে p-টাইপ কেলাস তৈরি করা যায়। অ্যালুমিনিয়ামের যেহেতু তিনটি যোজন ইলেকট্রন রয়েছে এই পরমাণু তার চারপাশের জার্মেনিয়াম বা সিলিকন পরমাণুর তিনটি যোজন ইলেকট্রনের সঙ্গে সহযোজী বন্ধন তৈরি করে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে জার্মেনিয়াম বা সিলিকন পরমাণুর চতুর্থ ইলেকট্রন কোন সহযোজী বন্ধন তৈরি করে না। কারণ অ্যালুমিনিয়ামের একটি ইলেকট্রনের ঘাটতি রয়েছে। ইলেকট্রনের এ ঘাটতির জন্য অ্যালুমিনিয়ামের পরমাণুতে একটি হোলের সৃষ্টি হবে। সুতরাং প্রত্যেক অ্যালুমিনিয়াম পরমাণুতে হোলের সৃষ্টি হবে এবং এভাবে সৃষ্ট হোলগুলো ইলেকট্রন গ্রহণে উদগ্রীব থাকবে। এজন্য অ্যালুমিনিয়াম পরমাণুকে গ্রহীতা পরমাণু বলা হয়। ধনাত্মক তড়িৎধর্মী হোলের সংখ্যা তাপীয় উত্তেজনায় সৃষ্ট ইলেকট্রনের তুলনায় অনেকগুণ বেশি থাকে। সুতরাং p-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে ধনাত্মক তড়িৎপ্রধানই মুখ্য ভূমিকা পালন করে।

**ঘ** যদি সিলিকন খন্ডের কিছু অংশ A মৌল এবং একই সাথে বাকী অংশে B মৌল ডোপিং করা হয় তবে প্রাপ্ত যন্ত্রাংশ হলো p-n জংশন ডায়োড যা অর্ধতরঙ্গ একমুখীকরণ বা রেকটিফিকেশনে ব্যবহার করা যেতে পারে।



চিত্রে একটি p-n জংশনকে রেকটিফায়ার হিসেবে দেখানো হয়েছে। বর্তনীটি একটি পরিবাহী ডোন্টেনজ উৎসের সাথে সংযুক্ত। ফলে উৎসের প্রতিচক্রের (Cycle) এক অর্ধচক্রে জংশনটি সম্মুখ বায়াসে এবং অপর অর্ধচক্রে পশ্চাৎমুখী বায়াসে থাকবে। যখন A প্রাপ্ত ধনাত্মক বিভবযুক্ত, তখন p-n জংশনটি সম্মুখ বায়াস প্রাপ্ত হয়। ফলে বর্তনীটিতে সংযুক্ত



লোড রেজিস্ট্যান্স  $R_L$  এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলে। আবার A প্রান্ত যখন ঋণাত্মক বিভবযুক্ত হয় তখন p-n জংশনটি পশ্চাৎমুখী বায়াস প্রাপ্ত হয় ফলে লোড রেজিস্ট্যান্স  $R_L$  এর মধ্য দিয়ে তেমন কোন প্রবাহ চলে না এবং  $R_L$  এর দুই প্রান্তে কোন বিভব পার্থক্য পাওয়া যায় না। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, রোধের ভিতর দিয়ে একটি সর্বদা একমুখী প্রবাহ হচ্ছে। রোধের ভিতর দিয়ে উৎপন্ন প্রবাহ বনাম সময় লেখচিত্র অংকন করলে (গ) নং চিত্রের মত দেখাবে। লেখচিত্র হতে সহজে বুঝা যায় যে উৎপন্ন প্রবাহের দিক একই থাকে বলে একে অর্ধতরঙ্গ একমুখীকরণ বলা হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৩

Input		output
P	Q	R
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

সত্যক সারণি-১

Input		output
P	Q	R
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

সত্যক সারণি-২

/ঘ. বো. ২০১৭/

- ক. কৃষ্ণ বিবর কী? ১  
খ. সূর্য কৃষ্ণ বিবর হবে না—ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. সত্যক সারণি-১ কোন লজিক গেইটকে নির্দেশ করে—ব্যাখ্যা কর। ৩  
ঘ. সত্যক সারণি-২ এর নির্দেশক লজিক গেইট দ্বারা  $R = P + Q$  সমীকরণ বাস্তবায়ন সম্ভব—বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মহাকাশে এমন কিছু বস্তু আছে যা থেকে আলো বেরিয়ে আসতে পারে না বলে একে দেখা যায় না অথচ এর উপস্থিতি বোঝা যায় এর মহাকর্ষ প্রভাব দেখে। এরূপ বস্তুকে কৃষ্ণ বিবর বলে।

খ. কোনো নক্ষত্রের ভর যখন ৩.২ সৌর ভরের চেয়ে বেশী হয় তখন সুপার নোভা বিস্ফোরণের পর এটি সংকুচিত হয়ে কৃষ্ণ বিবরে পরিণত হয়। অর্থাৎ কোনো নক্ষত্র কৃষ্ণ বিবরে পরিণত হতে হলে এর ভর হতে হবে ৩.২ সৌর ভরের চেয়ে বেশী। তাই সূর্য কৃষ্ণ বিবরে পরিণত হবে না।

গ. সত্যক সারণি-১ থেকে পাই,

input		output		
P	Q	$\bar{P}$	$\bar{Q}$	$R = \bar{P} \cdot \bar{Q}$
0	0	1	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	0

সুতরাং  $R = \bar{P} \cdot \bar{Q}$

আবার, ডি-মরগান তত্ত্ব অনুসারে,  $\bar{P} \cdot \bar{Q} = \overline{P + Q}$

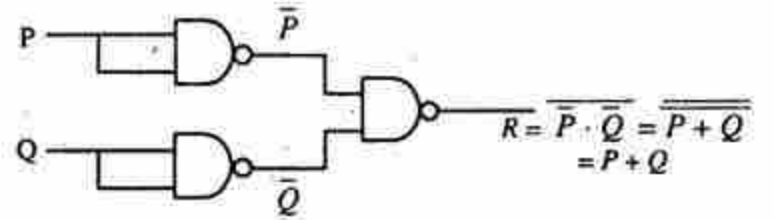
অতএব আমরা বলতে পারি সত্যক সারণি-১ NOR গেট নির্দেশ করে।

ঘ. সত্যক সারণি-২ অনুসারে

Input		output		
P	Q	$\bar{P}$	$\bar{Q}$	$R = \bar{P} + \bar{Q}$
0	0	1	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	0

সুতরাং  $R = \bar{P} + \bar{Q}$

আবার, ডি-মরগান তত্ত্ব অনুসারে,  $R = \bar{P} + \bar{Q} = \overline{PQ}$ , অর্থাৎ সারণি-২ এ ব্যবহৃত গেটটি একটি NAND গেইট যা সার্বজনীন অর্থাৎ এই গেইট দ্বারা সকল গেইট বাস্তবায়ন সম্ভব। NAND গেট দ্বারা  $R = P + Q$  বাস্তবায়ন যা নিচে দেখানো হল।



অর্থাৎ P ও Q ইনপুটদ্বয়কে উপরোক্ত চিত্রের মতো NAND গেটে সংযুক্ত করলে  $R = P + Q$  আউটপুট পাওয়া সম্ভব।

প্রশ্ন ▶ ১৪ একটি কমন বেস সংযোগে থাকা ট্রানজিস্টরের নিঃসারক ও বেস প্রবাহ যথাক্রমে ০.৮৫ এবং ০.০৫ mA. /ঘ. বো. ২০১৫/

- ক. ডোপিং কী? ১  
খ. ট্রানজিস্টরের বেস অংশ পাতলা হয় কেন? ব্যাখ্যা দাও। ২  
গ. উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরটির বিবর্ধন ফ্যাক্টর নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. নিঃসারক ও বেস প্রবাহদ্বয় দ্বিগুণ করা হলে ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী কেলাসের মধ্যে ত্রয়োজী বা পঞ্চয়োজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর বিশেষ প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয় বৈদ্যুতিক সংকেত বিবর্ধন করার উদ্দেশ্যে। ট্রানজিস্টরের সক্রিয় অঞ্চল হলো ভূমি/পীঠ। পীঠ যত পাতলা হবে, নিঃসারক সংগ্রাহক তড়িৎক্ষেত্র তত বেশি শক্তিশালী হবে এর ফলে পীঠ অঞ্চলে অল্প প্রবাহ প্রবেশ করলেই তার বিশাল প্রভাব বর্তনীতে পড়বে। অর্থাৎ প্রবাহ লাভের ( $\beta$ ) মান অত্যধিক হবে। এ কারণেই ট্রানজিস্টরের বেস অংশ পাতলা করা হয়।

গ. ৩(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: ০.৯৪

ঘ. ১ম ক্ষেত্রে,

এখানে, কমন বেস সংযোগটির ইনপুট বা, নিঃসারক প্রবাহ,  $I_E = 0.85$  mA

বেস প্রবাহ,  $I_B = 0.05$  mA

∴ আউটপুট বা, সংগ্রাহক প্রবাহ,  $I_C = I_E - I_B = 0.85 - 0.05 = 0.8$  mA

আমরা জানি, কমন বেস সংযোগে প্রবাহ লাভ,  $\beta = \frac{I_C}{I_E} = \frac{0.8}{0.85} = 0.9412$

২য় ক্ষেত্রে,

এখানে, নিঃসারক প্রবাহ,  $I_E' = 2 I_E = 2 \times 0.85 \text{ mA} = 1.7 \text{ mA}$

বেস প্রবাহ,  $I_B' = 2 I_B = 2 \times 0.05 \text{ mA} = 0.1 \text{ mA}$

∴ সংগ্রাহক প্রবাহ,  $I_C' = I_E' - I_B' = (1.7 - 0.1) \text{ mA} = 1.6 \text{ mA}$

প্রবাহ লাভ,  $\beta' = \frac{I_C'}{I_E'} = \frac{1.6}{1.7} = 0.9412$

অর্থাৎ, নিঃসারক প্রবাহ ও বেস প্রবাহদ্বয় দ্বিগুণ করলে ও প্রবাহ লাভ একই থাকবে। সুতরাং, প্রবাহ লাভের কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৫ একটি npn ট্রানজিস্টরের 108টি ইলেকট্রন  $10^{-8}$ s সময়ে এমিটারে গমন করে। /ঘ. বো. ২০১৭/

- ক. লিকেজ প্রবাহ কাকে বলে? ১  
খ. ট্রানজিস্টর কি ডায়োড? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. এমিটার প্রবাহ নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. যদি ১% মুক্ত ইলেকট্রন পীঠ অঞ্চলে নষ্ট হয় তবে প্রবাহ বিবর্ধকের মান কীরূপ হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ডায়োডের বিমুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে গরিষ্ঠ আধান বাহক কোনো তড়িৎ প্রবাহ তৈরী করতে পারে না কিন্তু p-টাইপের লঘিষ্ঠ আধান বাহক ইলেকট্রন এবং n-টাইপের লঘিষ্ঠ আধান বাহক হোল বিমুখী ঝোঁকেও কিছু তড়িৎ প্রবাহ তৈরী করে। এই প্রবাহকেই লিকেজ প্রবাহ বলে।

খ. ট্রানজিস্টর ডায়োড নয়। যদিও ট্রানজিস্টর দুটি p-n জংশন দিয়ে তৈরি, কিন্তু এর ক্রিয়া ডায়োড থেকে ভিন্ন। ডায়োডের মূল কাজ সিগন্যালকে একমুখী করা। অপরদিকে ট্রানজিস্টরের প্রধান কাজ



সিগন্যাল বিবর্ধন করা এবং দ্রুত সুইচিং করা। আবার গাঠনিক বৈশিষ্ট্য পর্যালোচনা করলেও দেখা যায়, ট্রানজিস্টরের গঠন ডায়োডের গঠন অপেক্ষা ভিন্ন। ডায়োডের দুটি প্রান্তে অপরদিকে ট্রানজিস্টরের তিনটি প্রান্ত রয়েছে। আবার, ডায়োডের দুই অংশই সমানভাবে ডোপায়িত থাকে কিন্তু ট্রানজিস্টরের তিনটি অংশ ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণে ডোপায়িত থাকে।

দেওয়া আছে,

ইলেকট্রন সংখ্যা,  $N = 108$

সময়,  $t = 10^{-8} \text{ s}$

জানা আছে,

ইলেকট্রনের চার্জ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

বের করতে হবে, এমিটার প্রবাহ,  $I_E = ?$

আমরা জানি,

$$I_E = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t}$$

$$\text{বা, } I_E = \frac{108 \times 1.6 \times 10^{-19}}{10^{-8}}$$

$$\therefore I_E = 1.728 \times 10^{-9} \text{ A (Ans.)}$$

উদ্দীপক অনুসারে, এমিটারে প্রবাহিত ইলেকট্রনের সংখ্যা  $N = 108$ টি

1% মুক্ত ইলেকট্রন পীঠ অঞ্চলে নষ্ট হলে,

অবশিষ্ট ইলেকট্রন,  $N' = N - N \times 1\%$

$$= 108 - \frac{108}{100} = 106.92 \approx 107 \text{ টি}$$

এই  $N'$  সংখ্যক ইলেকট্রন সংগ্রাহক বা কালেক্টর দিয়ে গমন করে।

আমরা জানি, প্রবাহ বিবর্ধক,  $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$

$$= \frac{N'}{N} = \frac{107}{108} = 0.99$$

অর্থাৎ, যদি 1% মুক্ত ইলেকট্রন পীঠ অঞ্চলে নষ্ট হয় তবে প্রবাহ বিবর্ধকের মান হবে 0.99।

**প্রশ্ন ১৬** গবেষণাগারে একজন শিক্ষার্থী চারটি একই রকমের ডায়োড নিয়ে পরীক্ষা করছিল। সে দেখতে পেল যে প্রতিটি ডায়োডের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 0.4 volt পরিবর্তন করা হলে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন 100 mA হয়। ডায়োডগুলো ব্যবহার করে সে একটি পূর্ণ তরঙ্গ রেকটিফায়ার তৈরি করে পরীক্ষণ শুরু করল। কিছুক্ষণ পর সে বর্তনী থেকে একটি ডায়োড খুলে ফেলল।

(ব. নং ২০১৪)

- ডোপিং কাকে বলে? ১
- ট্রানজিস্টরের পীঠের পুরুত্ব কম রাখা হয় কেন? ২
- উদ্দীপকে উল্লিখিত ডায়োডের গতীয় রোধ কত? ৩
- ডায়োডটি খুলে ফেলার পর আউটপুট সিগন্যালের পরিবর্তন কীভাবে হবে তা সচিত্র বর্ণনা কর। ৪

**১৬ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী কেলাসের মধ্যে ত্রিযোজী বা পঞ্চযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর বিশেষ প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

**খ** ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয় বৈদ্যুতিক সংকেত বিবর্ধন করার উদ্দেশ্যে। ট্রানজিস্টরের সক্রিয় অঞ্চল হলো ভূমি/পীঠ। পীঠ যত পাতলা হবে, নিঃসারক সংগ্রাহক তড়িৎক্ষেত্র তত বেশি শক্তিশালী হবে। এর ফলে পীঠ অঞ্চলে অল্প প্রবাহ প্রবেশ করলেই তার বিশাল প্রভাব পড়বে। অর্থাৎ প্রবাহ লাভের ( $\beta$ ) মান অত্যধিক হবে। এ কারণেই ট্রানজিস্টরের পীঠ অংশ পাতলা করা হয়।

**গ** এখানে, ডায়োডের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন,

$$\Delta V = 0.4 \text{ V}$$

এবং তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন হয়,  $\Delta I = 100 \text{ mA}$

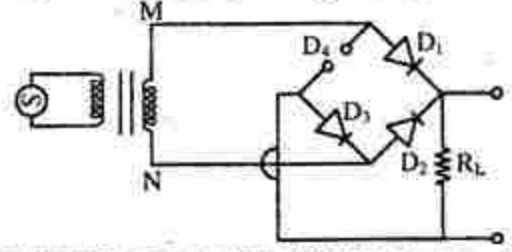
$$= 100 \times 10^{-3} \text{ A} = 0.1 \text{ A}$$

ধরা যাক, ডায়োডটির গতীয় রোধ  $R$

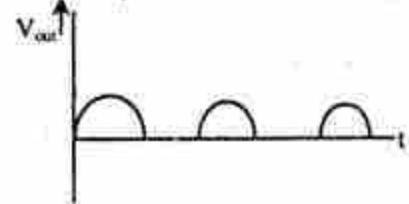
$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.4 \text{ V}}{0.1 \text{ A}} = 4$$

অতএব, উল্লিখিত ডায়োডটির গতীয় রোধ  $4\Omega$ । (Ans.)

**ঘ** মনে করি, পূর্ণতরঙ্গ ব্রীজ রেকটিফায়ারের চতুর্থ ডায়োডটি খুলে ফেলা হলো। তাতে বর্তনীটি দেখতে নিম্নরূপ হবে:

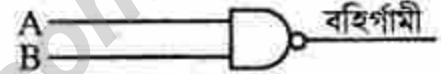


এবার  $M$  প্রান্ত ধনাত্মক এবং  $N$  প্রান্ত ঋণাত্মক হলে  $D_1$  ও  $D_3$  এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হবে অর্থাৎ আউটপুট ভোল্টেজ অশূন্য হবে। কিন্তু  $M$  ঋণাত্মক ও  $N$  ধনাত্মক হলে কোনো ডায়োডের মধ্য দিয়েই তড়িৎ প্রবাহিত হবে না, বিধায় আউটপুট শূন্য হবে। সুতরাং আউটপুট সিগন্যাল দেখতে হবে নিম্নরূপ:



যা একটি অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের আউটপুট। সুতরাং চারটি ডায়োড সমন্বয়ে গঠিত ব্রীজ পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারের একটি ডায়োড খুলে নিলে তখন তা অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ার রূপে আচরণ করবে।

**প্রশ্ন ১৭**



(রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ)

- ডোপিং কাকে বলে? ১
- যেকোনো সংকেত বিবর্ধনে ট্রানজিস্টর কেন ব্যবহার করা হয়। ২
- সত্যক সারপীর সাহায্যে উদ্দীপকের লজিক গেটটির ব্যাখ্যা করো। ৩
- "উদ্দীপকের লজিক গেটটি সার্বজনীন গেট হিসেবে পরিচিত"— উক্তিটি সঠিক কি? যথাযথ যুক্তির সাহায্যে তোমার মতামত ব্যাখ্যা করো। ৪

**১৭ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পঞ্চযোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

**খ** ট্রানজিস্টরের ইনপুটে কোনো সংকেত দিলে আউটপুটে তার বিবর্ধিত সংকেত পাওয়া যায়। একারণে কোনো দুর্বল সংকেতকে শক্তিশালী করতে হলে একে বিবর্ধিত করার জন্য ট্রানজিস্টরকে বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

**গ** উদ্দীপকের লজিক গেটটি হলো NAND গেট।

আউটপুটের :  $X = A \text{ NAND } B = \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

NAND গেটের সত্যক সারণি নিম্নরূপ—

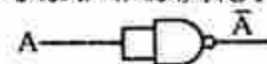
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

এ গেটে ইনপুটের সংকেতগুলোর মধ্যে যে কোন একটি সত্য হলে অর্থাৎ ১ হলে এ গেটের আউটপুট মিথ্যা হয় অর্থাৎ 0 হয়।

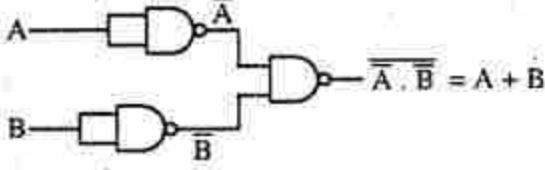
সত্যক সারণি হতে আমরা দেখতে পাই ইনপুট A ও B এর দুইটিই যখন মিথ্যা কেবল তখনই আউটপুট সত্য হয়। এদের একটি কিংবা উভয়েই সত্য হলে আউটপুট মিথ্যা হয়।

**ঘ** উদ্দীপকের লজিক গেটটির সাহায্যে অন্য সব লজিক গেট তৈরি করা যায় বলে একে সার্বজনীন গেট বলা হয়।

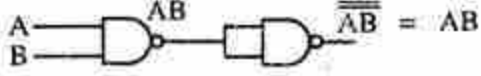
যেমন— NAND লজিক গেটের সাহায্যে NOT লজিক গেট তৈরি—



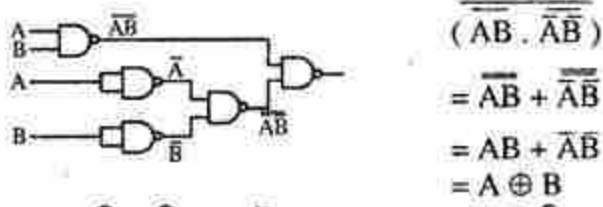
NAND লজিক গেটের সাহায্যে OR লজিক গেট তৈরি—



NAND লজিক গেটের সাহায্যে AND লজিক গেট তৈরি—



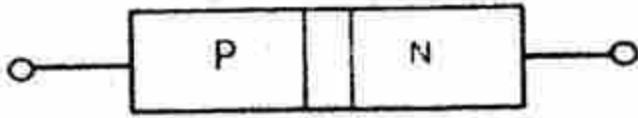
NAND গেটের সাহায্যে XOR লজিক গেট—



এভাবে সবকটি লজিক গেটকে কেবল NAND লজিক গেট ব্যবহার করে তৈরি করা যায়। একারণে একে সার্বজনীন লজিক গেট বলা হয়।

প্রশ্ন ১৮

নিংশেষিত স্তর



PN জংশন ডায়োড

[পাঠনা ক্যাডেট কলেজ]

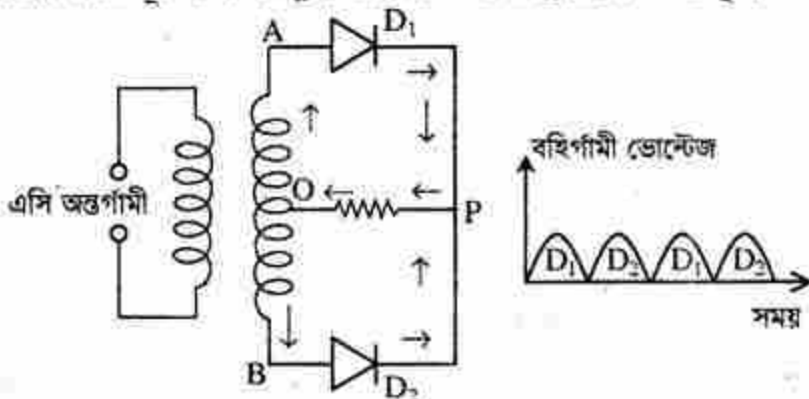
- ক. ডোপায়ন কাকে বলে? ১
- খ. ডায়োডে কীভাবে ডিপ্লেশন স্তর তৈরি হয়? ২
- গ. উপরের ডায়োডটিকে কীভাবে একটি পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে? ৩
- ঘ. উপরের ডায়োডটির বৈশিষ্ট্য লেখচিত্র আঁক এবং লেখচিত্রটি ব্যাখ্যা করো। সেখানে থেকে দেখাও যে, উপরোক্ত ডায়োডটির রোধ ধ্রুবক নয়। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পঞ্চাযোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপায়ন বলে।

খ. একটি ডায়োড তৈরি হয় একটি p-টাইপ ও একটি n-টাইপ অর্ধপরিবাহী দ্বারা। একটি ডায়োডে ব্যাপনের কারণে n-অঞ্চল থেকে মুক্ত ইলেকট্রন p-অঞ্চলে প্রবেশ করে হোল এর সাথে মিলিত হয়। ফলে p-অঞ্চলের কেলাসে আবদ্ধ ঋণাত্মক গ্রাহক আয়ন উন্মুক্ত হয়। একইভাবে p-অঞ্চল থেকে মুক্ত হোল n-অঞ্চলে প্রবেশ করে সংযোগতলের নিকটবর্তী মুক্ত ইলেকট্রনের সাথে মিলিত হয় ফলে n অঞ্চলের কেলাসে আবদ্ধ ধনাত্মক আয়ন মুক্ত হয়। এভাবে সংযোগতলের উভয়পাশে মুক্ত আধানবিহীন একটি অঞ্চল তথা ডিপ্লেশন স্তর তৈরি হয়।

গ. উদ্দীপকে চিত্র ১ এর যন্ত্রটি হলো ডায়োড। দুটি ডায়োড ব্যবহার করে তৈরি একটি পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকের বর্তনী ও ক্রিয়াকৌশল নিম্নরূপ:



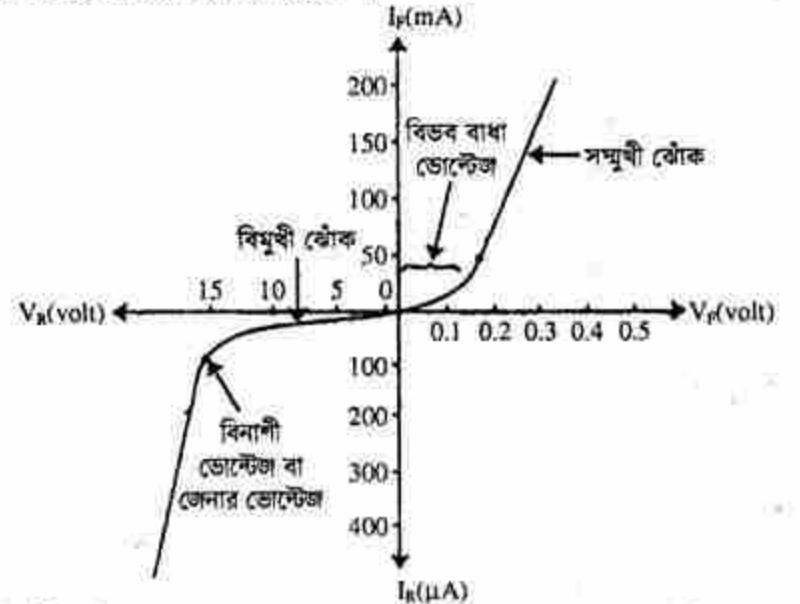
পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকে এসি অন্তর্গামী উৎসের দুটি চক্রই কাজে লাগানো হয়। এজন্য বর্তনীতে কমপক্ষে দুটি ডায়োড ব্যবহার করা হয়। চিত্রে D<sub>1</sub> ও D<sub>2</sub> ডায়োড দুটিকে একটি ট্রান্সফর্মারের গৌণ কুন্ডলী AB এর সাথে সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ডায়োড D<sub>1</sub> এসি অন্তর্গামী উৎসের গৌণকুন্ডলীর OA অংশে আগত উপরের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে এবং ডায়োড D<sub>2</sub> গৌণকুন্ডলীর OB অংশে আগত নিচের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে।

এসি অন্তর্গামীর প্রথম ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং B প্রান্ত ঋণাত্মক হয়, ফলে ডায়োড D<sub>1</sub> সম্মুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহিত হয় কিন্তু D<sub>2</sub> ডায়োড বিমুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এ ক্ষেত্রে OAD<sub>1</sub> PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। অন্তর্গামীর দ্বিতীয় অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং B প্রান্ত ধনাত্মক হয় ফলে ডায়োড D<sub>2</sub> সম্মুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

কিন্তু D<sub>1</sub> বিমুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যে দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। এক্ষেত্রে OBD<sub>2</sub> PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। উভয় ক্ষেত্রেই ভার R<sub>L</sub> এর মধ্যদিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ, ভার R<sub>L</sub> এর মধ্যদিয়ে একমুখী তড়িৎ (D.C) প্রবাহিত হয়। চিত্রে অন্তর্গামী ও বহির্গামী প্রবাহ দেখানো হয়েছে। অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের বেলায় যেখানে শুধুমাত্র অর্ধচক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায় সেখানে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারের ক্ষেত্রে পূর্ণ চক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায় বলে একে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার বলে।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ডায়োডটি একটি p-n জংশন ডায়োড। নিচে এর বৈশিষ্ট্য লেখচিত্র অঙ্কন করে ব্যাখ্যা করা হলো—

ডায়োডের বৈশিষ্ট্য লেখ থেকে দেখা যায় যে, সম্মুখী বোঁকের ক্ষেত্রে সংযোগ দেওয়ার পর p-n জংশনের বিভব বাধার কারণে প্রথমে কোনো প্রবাহ পাওয়া যায় না। প্রযুক্ত বিভবের মান একটি নির্দিষ্ট মান অতিক্রম করার পর তড়িৎ প্রবাহ দ্রুত সূচকীয়ভাবে বৃদ্ধি পেতে থাকে। ডায়োডের এই নির্দিষ্ট প্রযুক্ত ভোল্টেজকে সূচন ভোল্টেজ (Threshold voltage) বা কাট-ইন ভোল্টেজ (Cut in voltage) বা নী ভোল্টেজ (Knee Voltage) বলে। সিলিকনের জন্য এই ভোল্টেজের মান 0.7V এবং জার্মেনিয়ামের জন্য এই ভোল্টেজের মান 0.3V।



বিমুখী বোঁকের ক্ষেত্রে সংযোগ দেওয়ার পর জংশনের বিভব বাধা বহুলাংশে বৃদ্ধি পায় ফলে সজ্জাত কারণে কোনো তড়িৎপ্রবাহ হওয়ার কথা নয়। কিন্তু p-টাইপ-এর লঘিষ্ঠ আধান বাহক ইলেকট্রন এবং n-টাইপ-এর লঘিষ্ঠ আধান বাহক হোল-এর জন্য খুবই সামান্য (মাইক্রো অ্যাম্পিয়ার পর্যায়ের) তড়িৎ প্রবাহ দেখা যায়। প্রযুক্ত বিভব বৃদ্ধি করলেও এই প্রবাহের মান প্রায় একই থাকে। এই প্রবাহকে বিমুখী সম্পৃক্ত প্রবাহ (Reverse saturation current) বা লিকেজ প্রবাহ (Leakage current) বলে। সিলিকন ডায়োডের জন্য, এর মান 1μA এর চেয়ে কম তবে জার্মেনিয়াম ডায়োডের বিমুখী ভোল্টেজ ক্রমাগত বাড়তে থাকলে এক সময় হঠাৎ বিপুল পরিমাণ তড়িৎপ্রবাহ পাওয়া যায়,

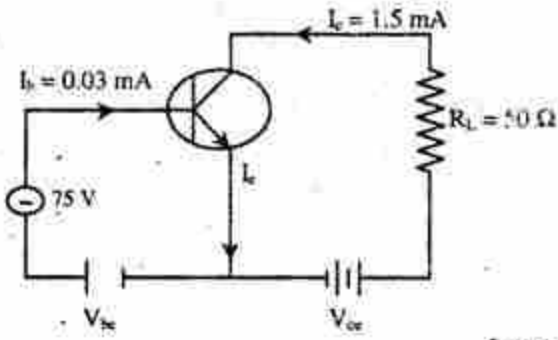


যেন মনে হয় p-n জংশনের বিভব বাধা একেবারে বিলুপ্ত হয়ে গেছে। যে উচ্চ ভোল্টেজ এ ঘটনা গটে তাকে বিনাশী ভোল্টেজ (Breakdown voltage) বলে। 1934 সারে আমেরিকান বিজ্ঞানী সি. জেনার এ ঘটনার ব্যাখ্যা দেন বলে এই ঘটনাকে জেনার ক্রিয়া এবং এই ভোল্টেজকে জেনার ভোল্টেজ (Zener voltage) বলে।

যেহেতু ডায়োডের লেখচিত্র তড়িৎপ্রবাহ বনাম বিভবপার্থক্য লেখচিত্র তাই এ লেখচিত্রের  $\frac{1}{\text{ঢাল}}$  হবে ডায়োডের রোধ। কিন্তু লেখচিত্রটি একটি

বক্ররেখা। ফলে এর ঢাল ধ্রুবক নয়। অতএব, এর  $\frac{1}{\text{ঢাল}}$  অর্থাৎ ডায়োডটির রোধও ধ্রুবক নয়।

প্রশ্ন ১৯



[বিঃপূর ক্যাডেট কলেজ]

- ক. লজিক গেট কি? ১
- খ. কোনো কণার বেগ এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্দীপক থেকে  $\alpha$  এর মান বের করো। ৩
- ঘ. এই বর্তনীটিকে কি বৈদ্যুতিক সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা সম্ভব? ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে সমস্ত ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিট এক বা একাধিক ইনপুট গ্রহণ করে এবং একটিমাত্র আউটপুট প্রদান করে এবং যুক্তিভিত্তিক সংকেতের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে তাদেরকে লজিক গেট বলে।

খ. কোনো গতিশীল কণার বেগের (v) সাথে এর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সম্পর্ক নিম্নোক্ত সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

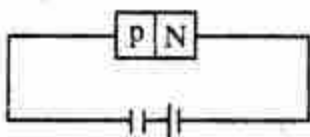
অর্থাৎ বেগ যত বেশি হবে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য তত ক্ষুদ্র হবে।

ওপরোক্ত সমীকরণটিকে ডি-ব্রগলী সমীকরণ বলে।

গ. ১১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২০



[কুমিরা ক্যাডেট কলেজ]

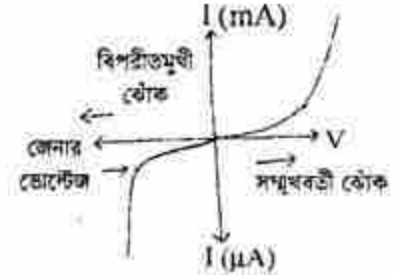
- ক. ট্রানজিস্টর কী? ১
- খ. ট্রানজিস্টর কীভাবে সুইচ হিসেবে কাজ করে— ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. চিত্র থেকে I-V লেখচিত্রের বৈশিষ্ট্য আলোচনা করো। ৩
- ঘ. কীভাবে একটি AC প্রবাহের পূর্ণতরঙ্গকে DC প্রবাহে পরিণত করা যায় ডিজাইন করো। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি একই ধরনের অর্ধপরিবাহীর মধ্যস্থলে এদের বিপরীত ধরনের অর্ধপরিবাহী বিশেষ প্রক্রিয়ায় পরস্পরের সাথে যুক্ত করে যে যন্ত্র তৈরি করা হয় তাকে ট্রানজিস্টর বলে।

খ. ইনপুট ভোল্টেজ পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরকে দুটি অবস্থানে পরিবর্তন করা যায়। একটি বিচ্ছিন্ন অবস্থা এবং অন্যটি সম্পৃক্ত অবস্থা। ট্রানজিস্টরের এই চালু এবং বন্ধ অবস্থা সুইচিং ডিজিটাল কম্পিউটারে ব্যবহৃত হয়। একটি ট্রানজিস্টর প্রতি সেকেন্ডে বহু লক্ষবার অবস্থা পরিবর্তন করতে পারে। এক সুইচের আউটপুটকে অন্য সুইচের ইনপুট হিসেবে ব্যবহার করা যায় এবং বহু সংখ্যক সুইচকে যুক্ত করে অতি দ্রুততার সঙ্গে জটিল গাণিতিক হিসাব সম্পন্ন করা যায়।

গ.



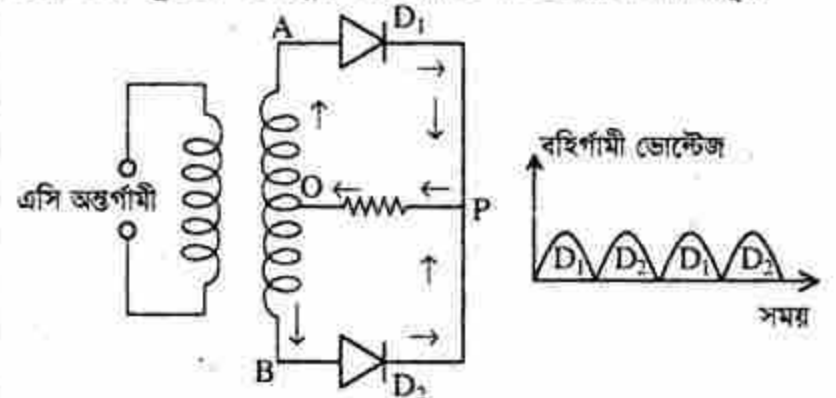
নিম্নে সম্মুখবর্তী V-I লেখচিত্র বিশ্লেষণ করা হলো:

- i. সম্মুখবর্তী ভোল্টেজ বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে কারেন্ট বৃদ্ধি পায় না। জার্মেনিয়াম, সিলিকন ডায়োডের জন্য 0.3V এবং 0.7V পর্যন্ত সম্মুখ কারেন্ট  $I_F$  শূন্য থাকে। 0.3V এবং 0.7V হলো জার্মেনিয়াম এবং সিলিকনের বিভব প্রাচীর ভোল্টেজ।
- ii. বিভব বাড়তে বাড়তে বিভব প্রাচীরকে অতিক্রম করলে কিছুক্ষণের জন্য ভোল্টেজ বৃদ্ধির সাথে সাথে প্রবাহমাত্রা বাড়তে থাকে। V এবং I এর এ পরিবর্তন ও'মের নীতি মেনে চলে।
- iii. এরপর ভোল্টেজ সামান্য বৃদ্ধি করলে প্রবাহমাত্রা দ্রুত বৃদ্ধি পায় এবং লেখচিত্রটি হাঁটু ভাজ করলে যেমন দেখায় তদুপ হয়।

বিপরীত বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে:

- i. বিপরীত বৈদ্যুতিক V বৃদ্ধির সাথে বিপরীত কারেন্ট I বৃদ্ধি পেয়ে একটি স্থির মানে পৌঁছে এবং ভোল্টেজ বাড়ালেও কিছুক্ষণের জন্য স্থির থাকে। একে 'বিপরীত সম্পৃক্ত কারেন্ট' বলে। এর মান সাধারণত কয়েক  $\mu A$ ।
- ii. এরপর বায়াস ভোল্টেজ বৃদ্ধি করে ক্রান্তি মানে পৌঁছালে দেখা যায় যে, বিপরীত কারেন্ট হঠাৎ অনেকগুণ বেড়ে যায়। এ সময় p-n জংশনের রোধ সম্পূর্ণরূপে ভেঙে যায়। তাই এই বিশেষ ভোল্টেজকে বলা হয় ব্রেকডাউন ভোল্টেজ বা জেনার ভোল্টেজ।

ঘ. উদ্দীপকে চিত্র ১ এর যন্ত্রটি হলো ডায়োড। দুটি ডায়োড ব্যবহার করে তৈরি একটি পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকের বর্তনী ও ক্রিয়াকৌশল নিম্নরূপ:



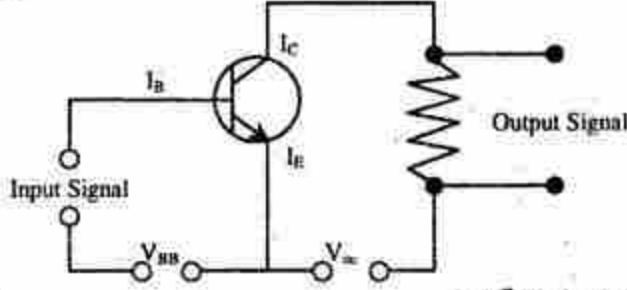
পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকে এসি অন্তর্গামী উৎসের দুটি চক্রই কাজে লাগানো হয়। এজন্য বর্তনীতে কমপক্ষে দুটি ডায়োড ব্যবহার করা হয়। চিত্রে  $D_1$  ও  $D_2$  ডায়োড দুটিকে একটি ট্রান্সফর্মারের গৌণ কুন্ডলী AB এর সাথে সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ডায়োড  $D_1$  এসি অন্তর্গামী উৎসের গৌণকুন্ডলীর OA অংশে আগত উপরের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে এবং ডায়োড  $D_2$  গৌণকুন্ডলীর OB অংশে আগত নিচের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে।

এসি অন্তর্গামীর প্রথম ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং B প্রান্ত ঋণাত্মক হয়, ফলে ডায়োড  $D_1$  সম্মুখী বৈদ্যুতিক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহিত হয় কিন্তু  $D_2$  ডায়োড বিমুখী বৈদ্যুতিক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এ ক্ষেত্রে OAD<sub>1</sub> PO পথে

তড়িৎ প্রবাহিত হয়। অন্তর্গামী দ্বিতীয় অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং B প্রান্ত ধনাত্মক হয় ফলে ডায়োড  $D_2$  সম্মুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

কিন্তু  $D_1$  বিমুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যে দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। এক্ষেত্রে  $OBD_2$  PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। উভয় ক্ষেত্রেই ভার  $R_L$  এর মধ্যদিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ ভার  $R_L$  এর মধ্যদিয়ে একমুখী তড়িৎ (D.C) প্রবাহিত হয়। চিত্রে অন্তর্গামী ও বহির্গামী প্রবাহ দেখানো হয়েছে। অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের বেলায় যেখানে শুধুমাত্র অর্ধচক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায় সেখানে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারের ক্ষেত্রে পূর্ণ চক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায় বলে একে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার বলে।

প্রশ্ন ২১



- ক. কোয়াসার কী? ১  
খ. কৃষ্ণ বিবরের সোয়ার্জ স্কাইন্ড ব্যাসার্ধ 17 km বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. যদি  $\beta = 50$  এবং ভূমি প্রবাহ 50 mA হয় তাহলে উদ্দীপকের নিঃসারক প্রবাহ বের করো। ৩  
ঘ. যদি উপরের বর্তনী থেকে নিঃসারক এবং DC ভোল্টেজ সরিয়ে ফেলা হয় তাহলে নতুন বর্তনী এবং আগের বর্তনীর মধ্যে তুলনা করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোয়াসার হলো মহাবিশ্বের সবচেয়ে উজ্জ্বল বস্তু।  
খ. কোন কৃষ্ণবিবরের সোয়ার্জ স্কাইন্ড ব্যাসার্ধ 17 km বলতে বুঝায় যে ঐ কৃষ্ণবিবরের চারপাশে 17 km ব্যাসার্ধের গোলকের মধ্যে কোন বস্তু বা ফোটন পতিত হলে তা আর ঐ বিবরের মধ্যাকর্ষণ ভেদ করে বাইরে আসতে পারবে না। এই ব্যাসার্ধের মধ্যবর্তী স্থানে স্থান-কাল অসংজ্ঞায়িত হওয়ায় একে ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধও বলে।

গ. এখানে, ভূমি প্রবাহ,  $I_B = 50 \text{ mA} = 50 \times 10^{-3} \text{ A}$

$\beta = 50$

নিঃসারক প্রবাহ,  $I_E = ?$

আমরা জানি,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

বা,  $I_C = \beta I_B = 50 \times 50 \times 10^{-3} = 2.5 \text{ A}$

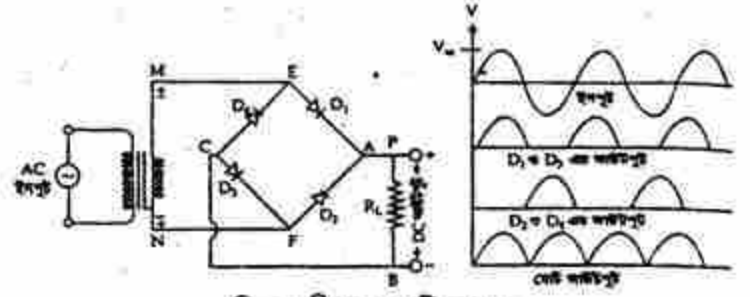
আবার,

$$I_E = I_B + I_C$$

বা,  $I_E = 50 \times 10^{-3} + 2.5$

$\therefore I_E = 2.55 \text{ A (Ans.)}$

ঘ. এখানে, উদ্দীপকের বর্তনীতে প্রবাহ লাভ,  $\beta = 50$  সুতরাং এটি input signal কে 50 গুণ বিবর্ধন করে Output signal প্রদান করে। সুতরাং মূলত এটি একটি অ্যাম্প্লিফায়ার হিসেবে কাজ করে। কিন্তু বর্তনীটির নিঃসারক এবং DC ভোল্টেজ উৎস সরিয়ে ফেললে এটি npn ট্রানজিস্টর থেকে pn জংশন ডায়োডে পরিণত হবে যা মূলত রেকটিফায়ার হিসেবে কাজ করে। কয়েকটি ডায়োড ব্যবহার করে তড়িৎ প্রবাহকে একমুখী করা যায়।



চিত্র : ব্রীজ রেকটিফায়ার

রেকটিফায়ারের A বিন্দু সর্বদা আনোড এবং B বিন্দু ক্যাথোড হিসেবে ক্রিয়া করে। অন্তর্গামী AC এবং বহির্গামী DC সিগন্যালকে চিত্রে দেখানো হয়েছে। এভাবে প্রত্যেক AC সিগন্যালকে বহির্গামীতে DC হিসেবে পাওয়া যায়।

প্রশ্ন ২২



N-P-N

(ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম)

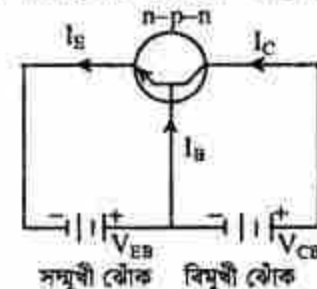
- ক. ডোপিং কী? ১  
খ. বিভব প্রাচীর কী? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. বর্তনীটি পূর্ণ কর এবং ট্রানজিস্টরের কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত ট্রানজিস্টরকে যদি সাধারণ নিঃসারক ট্রানজিস্টর দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হয় তাহলে এটি কিভাবে অ্যাম্প্লিফায়ার হিসাবে কাজ করবে? ব্যাখ্যা করো। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোত্তম অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পঞ্চাযোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. একটি ডায়োডের দুই প্রান্তে প্রযুক্ত বিভবের মান একটি নির্দিষ্ট মান অতিক্রম করার পর তড়িৎপ্রবাহ দ্রুত সূচকীয়ভাবে বৃদ্ধি পেতে থাকে। এই বিভবের আগে তড়িৎ প্রবাহ বাড়লেও তার গতি খুবই ধীর হয়। তাই এই বিভবকেই বিভব প্রাচীর বলা হয়। সিলিকনের ক্ষেত্রে এই বিভব প্রাচীরের মান 0.7 V এবং জার্মেনিয়ামের ক্ষেত্রে 0.3 V।

গ. নিচে বর্তনীটি পূর্ণ করে ট্রানজিস্টরটির কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করা হলো—



একটি n-p-n ট্রানজিস্টর দেখানো হয়েছে যার নিঃসারক-পীঠ জংশনকে সম্মুখী এবং সংগ্রাহক-পীঠ জংশনকে বিমুখী বায়াস করা হয়েছে। সম্মুখী বায়াস n-অঞ্চলের ইলেকট্রনগুলোকে পীঠের দিকে প্রবাহিত করে ফলে নিঃসারক প্রবাহ  $I_E$  সৃষ্টি হয়। ইলেকট্রনগুলো p-টাইপ পীঠে প্রবেশ করার ফলে তারা সেখানকার হোল-এর সাথে মিলতে চায়। কিন্তু পীঠ খুব পাতলা হওয়ার কারণে সামান্য কিছু ইলেকট্রন (প্রায় 5%) হোল-এর সাথে মিলিত হয়ে খুব ক্ষুদ্র পীঠ প্রবাহ  $I_B$  সৃষ্টি করে এবং বাকি ইলেকট্রনগুলো (প্রায় 95%) n-টাইপ সংগ্রাহক অঞ্চলে প্রবেশ করে এবং সংগ্রাহক প্রবাহ  $I_C$  সৃষ্টি করে। এভাবে প্রায় সম্পূর্ণ নিঃসারক প্রবাহ সংগ্রাহক বর্তনীতে প্রবাহিত হয়। সুতরাং দেখা যায় নিঃসারক প্রবাহ হচ্ছে সংগ্রাহক ও পীঠ প্রবাহের সমষ্টির সমান। অর্থাৎ

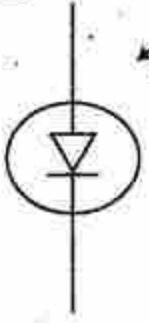
$$I_E = I_B + I_C$$

আবার,  $\Delta I_E$ ,  $\Delta I_B$  এবং  $\Delta I_C$  যথাক্রমে নিঃসারক প্রবাহ, পীঠ প্রবাহ এবং সংগ্রাহক প্রবাহের পরিবর্তন হলে,

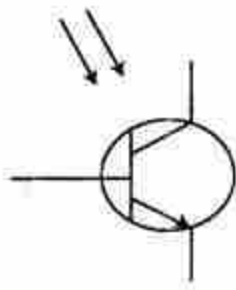
$$\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$$

ঘ. ৬(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।





ফটো ডায়োড  
A



ফটো ট্রানজিস্টর  
B

[বিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

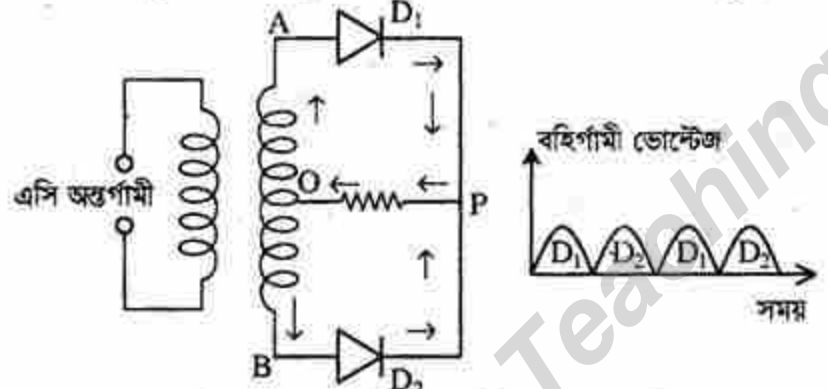
- ফোকাস তলের সংজ্ঞা দাও। ১
- NAND গেইট একটি সার্বজনীন গেইট— ব্যাখ্যা করো। ২
- A কে কীভাবে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা যায়? চিত্রসহকারে ব্যাখ্যা করো। ৩
- B কে কীভাবে বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার করা যায়— চিত্রসহকারে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. লেন্সের প্রধান ফোকাসগামী এবং প্রধান অক্ষের উপর লম্ব তলকে ফোকাস তল বলে।

খ. একাধিক NAND গেট ব্যবহার করে অন্য যেকোনো গেট তৈরি করা সম্ভব। শুধু NAND গেট ব্যবহার করে দুই বা ততোধিক ইনপুট এর AND, OR, NOT মৌলিক অপারেশনগুলো করা সম্ভব। তাই NAND গেট কে সার্বজনীন গেট বলা হয়।

গ. উদ্দীপকে চিত্র ১ এর যন্ত্রটি হলো ডায়োড। দুটি ডায়োড ব্যবহার করে তৈরি একটি পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকের বর্তনী ও ক্রিয়াকৌশল নিম্নরূপ:



পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকে এসি অন্তর্গামী উৎসের দুটি চক্রই কাজে লাগানো হয়। এজন্য বর্তনীতে কমপক্ষে দুটি ডায়োড ব্যবহার করা হয়। চিত্রে  $D_1$  ও  $D_2$  ডায়োড দুটিকে একটি ট্রান্সফর্মারের গৌণ কুন্ডলী AB এর সাথে সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ডায়োড  $D_1$  এসি অন্তর্গামী উৎসের গৌণকুন্ডলীর OA অংশে আগত উপরের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে এবং ডায়োড  $D_2$  গৌণকুন্ডলীর OB অংশে আগত নিচের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে।

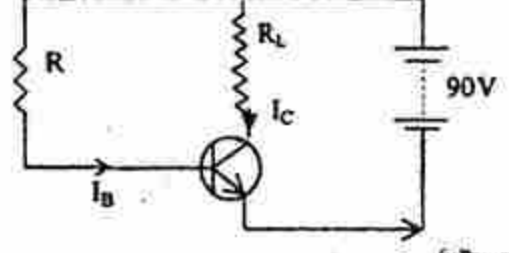
এসি অন্তর্গামীর প্রথম ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং B প্রান্ত ঋণাত্মক হয়, ফলে ডায়োড  $D_1$  সম্মুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহিত হয় কিন্তু  $D_2$  ডায়োড বিমুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এ ক্ষেত্রে OAD<sub>1</sub> PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। অন্তর্গামীর দ্বিতীয় অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং B প্রান্ত ধনাত্মক হয় ফলে ডায়োড  $D_2$  সম্মুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

কিন্তু  $D_1$  বিমুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যে দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। এক্ষেত্রে OBD<sub>2</sub> PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। উভয় ক্ষেত্রেই ভার  $R_L$  এর মধ্যদিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ, ভার  $R_L$  এর মধ্যদিয়ে একমুখী তড়িৎ (D.C) প্রবাহিত হয়। চিত্রে অন্তর্গামী ও বহির্গামী প্রবাহ দেখানো হয়েছে। অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের বেলায় যেখানে শুধুমাত্র অর্ধচক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায়

সেখানে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারের ক্ষেত্রে পূর্ণ চক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায় বলে একে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার বলে।

ঘ. ৩(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দৃষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৪ চিত্রে প্রদর্শিত ট্রানজিস্টর সার্কিট এবং  $R = 150k\Omega$  এবং  $R_L = 750\Omega$  এবং প্রবাহ লাভ  $\beta = 80$  ও  $V_{BE}$  নগণ্য।



[মিটার ভেস কলেজ, ঢাকা]

- আলোর সমবর্তন কী? ১
- ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় আলোক তরঙ্গের বিস্তার সমান না হলে কী ঘটবে? ব্যাখ্যা করো। ২
- ভূমি প্রবাহের ( $I_B$ ) মান নির্ণয় কর? ৩
- উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরের সংগ্রাহক ও নিঃসারক এর মধ্যে বিভব পতন ( $V_{CE}$ ) নির্ণয় সম্ভব—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বলে।

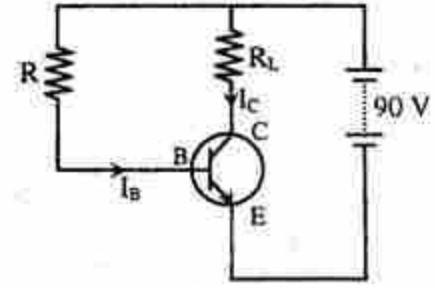
খ. ইয়ংয়ের দ্বিচির পরীক্ষায় আলোক তরঙ্গের বিস্তার সমান না হলে পর্দায় সাদাকালো ডোরা পাওয়া যাবে না। পর্দায় আলোক উজ্জ্বলতার হ্রাস বৃদ্ধি ঘটলেও কখনো পুরোপুরি অন্ধকার অঞ্চল পাওয়া যাবে না।

গ.  $V_{BE}$  নগণ্য বলে রোধ, R এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য,  $V = 90V$  ভূমি প্রবাহ  $I_B$  হলে,

$$I_B = \frac{V}{R} = \frac{90}{150 \times 10^3} = 6 \times 10^{-4} A = 600 \mu A \text{ (Ans.)}$$

এখানে,  
রোধ,  $R = 150 k\Omega = 150 \times 10^3 \Omega$

ঘ.



সংগ্রাহক প্রবাহ  $I_C$  হলে,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \text{ বা, } I_C = \beta I_B = 80 \times 600 \mu A = 48000 \mu A = 48 mA$$

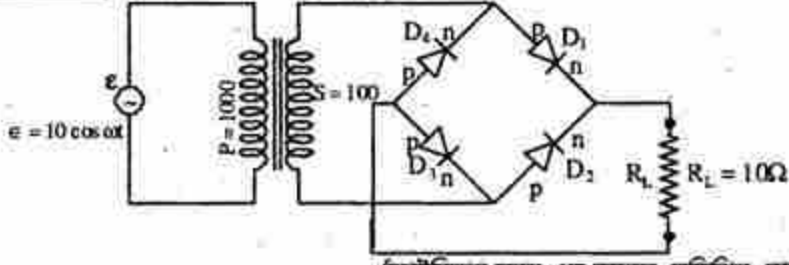
এখানে,  
প্রবাহ লাভ,  $\beta = 80$   
'ন' থেকে পাই,  
ভূমি প্রবাহ,  $I_B = 600 \mu A$

চিত্রের বর্তনীতে কিশোরের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$I_C R_L + V_{CE} = 90 \text{ বা, } V_{CE} = 90 - I_C R_L = 90 - 48 \times 10^{-3} \times 750 = 90 - 36 = 54$$

অর্থাৎ, উদ্দীপকের সংগ্রাহক ও নিঃসারক এর মধ্যে বিভব পতন,  $V_{CE}$  এর মান 54V.

প্রশ্ন ২৫ উদ্দীপকটি থেকে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



(আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিবিল, ঢাকা)

- ক. বিগ ব্যাং কী? ১
- খ. ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র AC ভোল্টেজ পরিবর্তন করে কেন? ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত একমুখীকারকের লোডে তড়িৎ প্রবাহ ও বিভবের পিক মান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. আউটপুট সিগনালের চিত্রসহ একমুখীকারক হিসেবে ডায়োড D1, D2, D3 ও D4 এর ভূমিকা ব্যাখ্যা করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বিজ্ঞানীদের ধারণা, সুদূর অতীতে এক মহাবিস্ফোরণের মাধ্যমে এই মহাবিশ্বের উৎপত্তি হয়েছিল। এ ঘটনাকে বিগ ব্যাং বলে।

খ. ট্রান্সফর্মারের মুখ্য ও কুণ্ডলীর মাঝে সরাসরি তড়িৎ সংযোগ থাকে না। মুখ্য কুণ্ডলীতে পরিবর্তী (AC) প্রবাহ সৃষ্টি করা হলে তার দরুন গৌণ কুণ্ডলীতে পরিবর্তী চৌম্বকক্ষেত্র জড়িত হয়। তাই  $E = -N \frac{d\phi}{dt}$  সূত্রানুসারে তখন গৌণ কুণ্ডলীতে ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়। ডিসি ভোল্টেজের ক্ষেত্রে  $d\phi/dt = 0$  হয় বলে এক্ষেত্রে আউটপুট ভোল্টেজ শূন্য হয়। তাই ট্রান্সফর্মার শুধু AC ভোল্টেজ পরিবর্তন করে।

গ. একমুখীকারকের লোডে বিভবের পিক মান  $E_2$  হলে,

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\text{বা, } E_2 = \frac{N_2}{N_1} \times E_1$$

$$= \frac{100}{1000} \times 10$$

$$= 1V. (\text{Ans.})$$

এখানে,  
ট্রান্সফর্মারে,  
মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N_1 = 1000$   
মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজের পিক মান,  $E_1 = 10$   
গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N_2 = 100$

আবার, একমুখীকারকের লোডে কারেন্টের পিক মান  $I$  হলে,

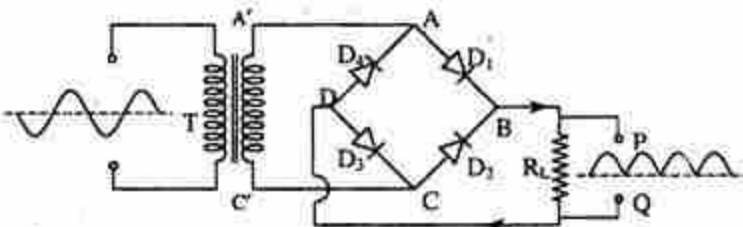
$$I = \frac{E_2}{R}$$

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

$$= 0.1A (\text{Ans.})$$

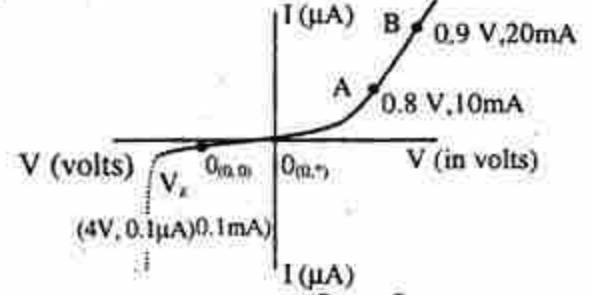
এখানে,  
রোধ,  $R_L = 10 \Omega$

ঘ. চিত্রে ব্রিজ রেকটিফায়ার বর্তনী দেখানো হয়েছে। চারটি ডায়োড  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  ও  $D_4$  চিত্রানুরূপ ABCD চতুর্ভুজ আকারে যুক্ত করা হয়। A ও C বিন্দুকে একটি ট্রান্সফর্মারের গৌণ কুণ্ডলীর দুই প্রান্তের সাথে এবং B ও D বিন্দুকে একটি ভার রোধ  $R_L$ -এর সাথে যুক্ত করা হয়।



এখন ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুণ্ডলীকে দিক পরিবর্তী প্রবাহের উৎসের সাথে যুক্ত করা হলে তা গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট হয়। দিকপরিবর্তী প্রবাহের ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং C প্রান্ত ঋণাত্মক হয়, এতে  $D_1$  ও  $D_3$  সম্মুখী বায়াসে থাকে। এ সময়  $ABR_L DCC'A'A$  পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। আবার দিক পরিবর্তী প্রবাহের ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং C প্রান্ত ধনাত্মক হয়, এতে  $D_2$  ও  $D_4$  সম্মুখী বায়াসে থাকে। এ সময়  $CBR_L DAA'C'C$  পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। সুতরাং, দেখা যাচ্ছে যে, ইনপুটে প্রযুক্ত দিকপরিবর্তী প্রবাহের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক উভয় চক্রের জন্যই ভার রোধ  $R_L$ -এর মধ্যদিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয়, অর্থাৎ  $R_L$ -এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ সর্বদা একমুখী।

প্রশ্ন ২৬



(ভিক্টোরিয়া নুন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা)

- ক. ডায়োডের ডিপ্লেশন স্তরের সংজ্ঞা দাও। ১
- খ. নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহী অন্তরক-ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. লেখচিত্র হতে সম্মুখ ঝোঁক এবং বিমুখ ঝোঁকের রোধের মান নির্ণয় করে তুলনা করো। ৩
- ঘ. রেকটিফায়ারে কীভাবে ac সিগনালকে dc পরিণত করে লেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও এবং এই dc কে কীভাবে smooth করা যায় ব্যাখ্যা করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি p-type ও n-type অর্ধপরিবাহীর সংযোগস্থলে চার্জ জমা হয়ে তড়িৎ প্রবাহের জন্য বাধাদানকারী স্তর সৃষ্টি করে। এই স্তরকে ডিপ্লেশন স্তর বলে।

খ. যে পদার্থের যোজন ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে এবং পরিবহন ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে তাই অর্ধপরিবাহী পদার্থ। অর্ধ-পরিবাহী পদার্থের যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তি ব্যবধান খুব কম থাকে। সাধারণ তাপমাত্রায় যোজন ব্যান্ডের কিছু সংখ্যক যোজনী বন্ধন ভেঙ্গে অল্প সংখ্যক ইলেকট্রন পরিবহন ব্যান্ডে চলে যায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে ইলেকট্রনের যোজন ব্যান্ড হতে পরিবহন ব্যান্ডে চলে যাওয়া বা তাপমাত্রা হ্রাস করলে ইলেকট্রনের পরিবহন ব্যান্ড হতে যোজন ব্যান্ডে ফিরে আসা ত্বরান্বিত হয়। নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহীতে পরিবহন ব্যান্ডের সকল ইলেকট্রন যোজন ব্যান্ডে চলে আসে। ফলে নিম্নতাপমাত্রায় পরিবহন ব্যান্ড সম্পূর্ণ খালি এবং যোজন ব্যান্ড সম্পূর্ণ পূর্ণ থাকে। ব্যান্ডতত্ত্ব অনুসারে পদার্থের এরকম অবস্থায় তাদের অন্তরক বলে। অর্থাৎ নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহী পদার্থ অন্তরকে পরিণত হয়।

গ. সম্মুখ ঝোঁকে রোধের মান,

$$R_f = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1}$$

$$= \frac{0.9 - 0.8}{20 \times 10^{-3} - 10 \times 10^{-3}}$$

$$= 10 \Omega$$

এখানে,  
সম্মুখ ঝোঁকের ক্ষেত্রে,  
A বিন্দুতে বিভব  $V_1 = 0.8V$   
B বিন্দুতে বিভব,  $V_2 = 0.9V$   
A বিন্দুতে প্রবাহ,  $I_1 = 10mA$   
 $= 10 \times 10^{-3}A$   
B বিন্দুতে প্রবাহ,  
 $I_2 = 20mA = 20 \times 10^{-3}A$

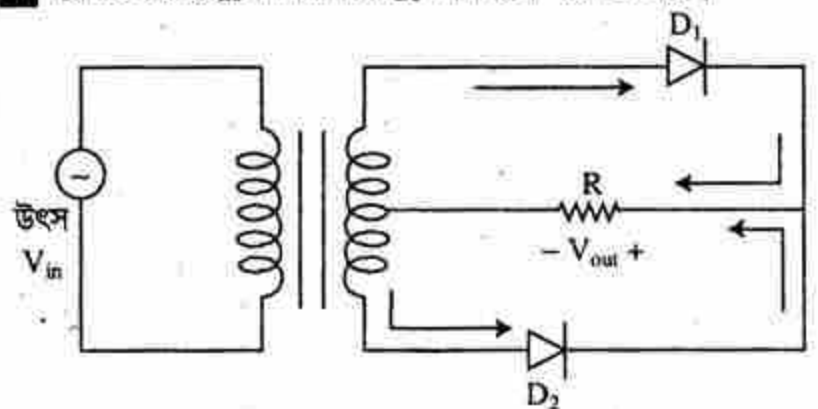
বিমুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে রোধের মান,

$$R_r = \frac{4}{1 \times 10^{-7}}$$

$$= 4 \times 10^7 \Omega (\text{Ans.})$$

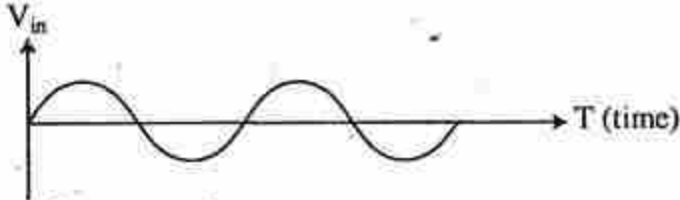
বিমুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে,  
বিভব,  $V = 4V$   
প্রবাহ,  $I = 0.1 \mu A$   
 $= 1 \times 10^{-7}A$

ঘ. রেকটিফায়ার ac সিগনালকে dc সিগনালে পরিণত করে।

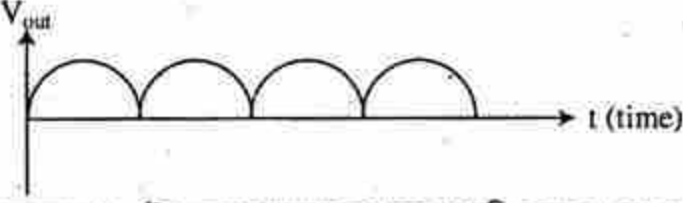




উৎসের লেখচিত্র :

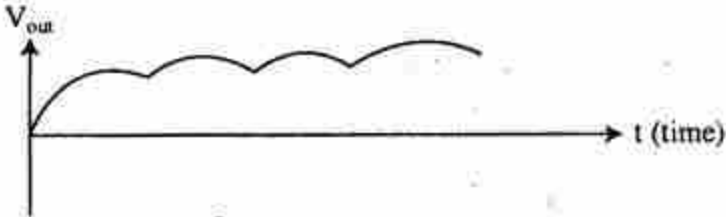


আউটপুট বিভবের লেখচিত্র :



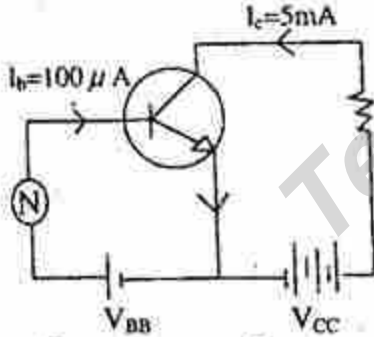
অর্থাৎ ডায়োড  $D_1$  উৎসের ধনাত্মক অংশকে প্রবাহিত করে এবং ডায়োড  $D_2$  উৎসের ঋণাত্মক অংশের সময় On থাকে যার ফলে প্রবাহ  $D_2$  এর ভিতর দিয়ে হয়। যখন  $D_1$  On থাকে তখন  $D_2$  Off থাকে এবং যখন  $D_2$  On থাকে তখন  $D_1$  off থাকে। এ কারণে ইনপুট পর্যাবৃত্ত ভোল্টেজের ঋণাত্মক অর্ধচক্রের সময় আউটপুট যদিও পাওয়া যায় তেমনি ঋণাত্মক অর্ধচক্রের সময়ও আউটপুট একই দিকে পাওয়া যায়। এভাবে ইনপুটের পর্যাবৃত্ত ভোল্টেজ একমুখী হয় অর্থাৎ ac ভোল্টেজ dc ভোল্টেজে পরিণত হয়।

এখন প্রাপ্ত  $V_{out}$  কে smooth করতে হলে রোধের সাথে সমান্তরালে একটি ধারক, C যোগ করতে হবে। এবং প্রবাহের output নিম্নরূপ হবে।



যা পূর্বের তুলনায় বেশি smooth এখন R ও C এর মান এমনভাবে নেওয়া হয় যাতে d.c voltage আরও smooth হয়।

প্রশ্ন ২৭



উদ্দীপকের আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

[ঢাকা রেপিসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা]

- জেনার ভোল্টেজ কী? ১
- ব্যান্ড তত্ত্বের আলোকে অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য লিখ। ২
- ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভ কত হবে নির্ণয় করে। ৩
- উদ্দীপকে উল্লিখিত যন্ত্রটিকে কীভাবে বিবর্ধক হিসাবে ব্যবহার করা যায় বিশ্লেষণ করে। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. p-n জংশনে বিমুখী বৌকে ভোল্টেজ বাড়াতে থাকলে শেষে এক সময় হঠাৎ করে বিপুল পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়। যেন মনে হয় p-n জংশনের বিভব বাধা একেবারে বিলুপ্ত হয়ে গেছে। বিমুখী বৌকের ক্ষেত্রে যে ভোল্টেজের জন্য এরূপ ঘটে তাকে জেনার ভোল্টেজ বা জেনার বিভব (Zener Voltage) বলে।

খ. পরমাণুর সবচেয়ে বাইরের কক্ষপথের ইলেকট্রনগুলোকে যোজন ইলেকট্রন এবং এদের শক্তির পার্থক্য বা ব্যান্ডকে যোজন ব্যান্ড বলে। পরমাণুর মুক্ত যোজন ইলেকট্রনগুলো তড়িৎ পরিবহনে অংশগ্রহণ করে বলে এদের পরিবহন ইলেকট্রন ও এদের ব্যান্ডকে পরিবহন ব্যান্ড বলে।

এ দুই ব্যান্ডের মধ্যবর্তী ব্যান্ডকে নিষিদ্ধ ব্যান্ড বলে। অর্ধপরিবাহকে যোজন শক্তি ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে ও পরিবহন ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে। এছাড়া যোজন ব্যান্ড ও শক্তি ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যবধান খুব কম থাকে। কক্ষতাপমাত্রায় জার্মেনিয়ামের জন্য 0.7eV ও সিলিকনের জন্য 1.1eV। ফলে তুলনামূলক কম শক্তি প্রয়োগেই ইলেকট্রনগুলোকে যোজন ব্যান্ড হতে পরিবহন ব্যান্ডে স্থানান্তর সম্ভব। একারণে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এদের তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়।

গ. প্রবাহ লাভ,  $\beta$  হলে,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{5 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-6}} = 50 \text{ (Ans.)}$$

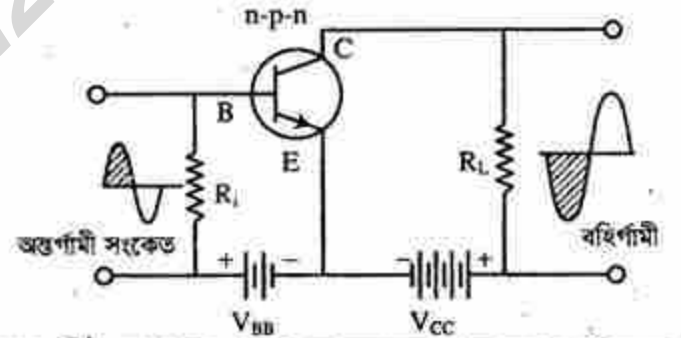
এখানে,

$$\begin{aligned} \text{বেস কারেন্ট, } I_B &= 100 \mu\text{A} \\ &= 100 \times 10^{-6} \text{ A} \\ \text{কালেক্টর কারেন্ট, } I_C &= 5 \text{ mA} \\ &= 5 \times 10^{-3} \text{ A} \end{aligned}$$

ঘ. ট্রানজিস্টর অ্যাম্পলিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। চিত্রে একটি সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধকের বর্তনী দেখানো হয়েছে। নিঃসারক পীঠ জংশনে একটি দুর্বল অন্তর্গামী সংকেত প্রদান করা হয় এবং সংগ্রাহক বর্তনীতে সংযুক্ত রোধ  $R_L$  থেকে বহির্গামী সংকেত গ্রহণ করা হয়। ভাল বিবর্ধন বা অ্যাম্পলিফিকেশন পাওয়ার জন্য অন্তর্গামী বর্তনীতে সর্বদা সমুখী বায়াসে রাখা হয় এবং তা করার জন্য অন্তর্গামী বর্তনীতে অন্তর্গামী সংকেতের অতিরিক্ত একটি ডি.সি ভোল্টেজ  $V_{BB}$  প্রয়োগ করতে হয় যাকে বায়াস ভোল্টেজ বলে।

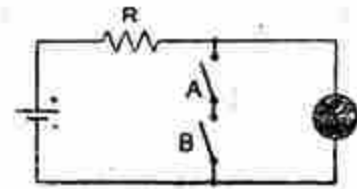
সমুখী বৌক দেওয়ায় অন্তর্গামী বর্তনীতে রোধ খুব কম হয়। নিঃসারক সংগ্রাহক বর্তনী অর্থাৎ বহির্গামী বর্তনীতে  $V_{CC}$  ব্যাটারির মাধ্যমে বিমুখী বৌক প্রদান করা হয়।

নিঃসারক পীঠ জংশনে প্রযুক্ত সংকেতের ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় জংশনে সমুখ বৌক প্রদান করা হয়।



নিঃসারক পীঠ জংশনে প্রযুক্ত সংকেতের ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় জংশনের সমুখ বৌক বৃদ্ধি পায় ফলে অধিক পরিমাণ ইলেকট্রন নিঃসারক থেকে পীঠ-এর মধ্য দিয়ে সংগ্রাহকে প্রবাহিত হয় এবং সংগ্রাহক প্রবাহ বৃদ্ধি পায়। তাই বেড়ে যাওয়া সংগ্রাহক প্রবাহ ( $I_C$ ) ভার রোধ  $R_L$  এ অধিক পরিমাণ বিভব পতন সৃষ্টি করে। অর্থাৎ বহির্গামীতে অধিক ভোল্টেজ পাওয়া যায়। সংকেতের ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য নিঃসারক-পীঠ জংশনের সমুখী বৌক হ্রাস পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহও কমে যায়। সংগ্রাহক প্রবাহ কমে যাওয়ায় বহির্গামী ভোল্টেজও হ্রাস পায় তবে তা অন্তর্গামী থেকে বেশি হয়। এভাবে ট্রানজিস্টর কোনো দুর্বল সংকেতকে অ্যাম্পলিফাই বা বিবর্ধিত করে।

প্রশ্ন ২৮



[ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

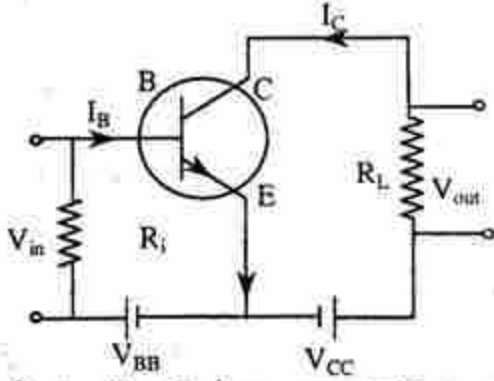
- ব্যান্ড তত্ত্ব কাকে বলে? ১
- কমন এমিটার বিন্যাসের ট্রানজিস্টরকে কেন আদর্শ বিবর্ধক হিসাবে ব্যবহার করা হয়— ব্যাখ্যা করে। ২
- উদ্দীপকের বর্তনীটি লজিক গেইটের সমতুল্য তার প্রতীক ও সত্যক সারণি লিখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীটির শুধু সুইচের বিন্যাসের পরিবর্তন করে এমন লজিক গেইট তৈরি কর যার দুটি ইনপুট মিথ্যা হলেই কেবল আউটপুট সত্য হবে। প্রতীক ও সত্যক সারণির সাহায্যে উক্তিটির যথার্থতা যাচাই করো। 8

### ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন পদার্থের পরমাণুর কক্ষপথের বিভিন্ন স্তরের শক্তি তথা বিভিন্ন ব্যান্ডের শক্তির উপর ভিত্তি করে তার তড়িৎ পরিবাহিতা রোধ ইত্যাদি সম্পর্কে ধারণা যে তত্ত্ব হতে পাওয়া যায় তাকে ব্যান্ড তত্ত্ব বলে।

খ

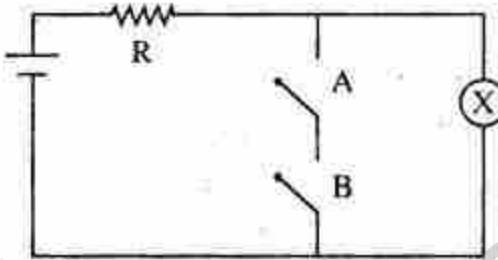


কমন এমিটার বিন্যাসে ইনপুটে থাকে বেস কারেন্ট,  $I_B$  এবং আউটপুটে থাকে কালেক্টর কারেন্ট,  $I_C$ । বেস কারেন্টের তুলনায় কালেক্টর কারেন্ট বেশ বড় হওয়ায়, বেস কারেন্টের সামান্য পরিবর্তনের জন্য কালেক্টর কারেন্টে অনেক বেশি পরিবর্তন হয়। ফলে, কমন এমিটার প্রবাহ বিবর্ধন

গুণক,  $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$  এর মান অনেক বেশি হয়।

এ কারণে এ বিন্যাসকে আদর্শ বিবর্ধক হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

গ



চিত্রের বর্তনীতে যদি A অথবা B এর দুইটির যে কোন একটি অথবা দুইটিই যদি খোলা থাকে তবে X এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ যায়। অর্থাৎ, A = 0 অথবা B = 0 হলে, X = 1 কিন্তু A ও B দুইটিই যদি বন্ধ থাকে, তবে বর্তনীতে উক্ত পথে শর্ট সার্কিটেড হয়ে যায় এবং X এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ হয় না। ফলে, A = 1 ও B = 1 হলে, X = 0 এটি NAND লজিক গেইটের সমতুল্য। NAND লজিক গেইটের প্রতীক নিম্নরূপ:



NAND গেইটের সত্যক সারণি নিম্নরূপ—

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ঘ দুটি ইনপুট মিথ্যা হলেই আউটপুট সত্য হওয়ার অর্থ হল, A = 0 এবং B = 0 হলেই কেবল X = 1 হবে। অন্য যে কোন বিন্যাসের জন্য X = 0 হবে।

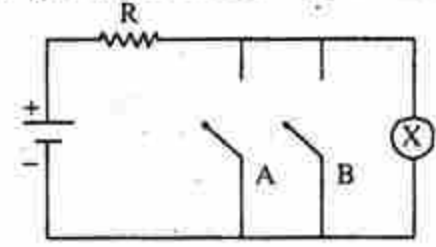
উক্ত লজিক গেইটের সত্যক সারণি হল—

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

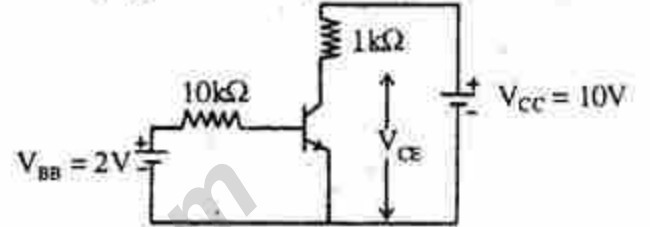
এটি NOR লজিক গেইটের সত্যক সারণি এবং এর প্রতীক হল নিম্নরূপ—



চিত্রে বর্তনীতে সুইচের বিন্যাস পরিবর্তন করে NOR গেইট তৈরি করতে হলে A ও B সুইচ এমন স্থানে বসবে যেন এদের যে কোনো একটি বন্ধ হলেই তড়িৎ প্রবাহ এদের মধ্য দিয়ে চলে যায়, ফলে X এর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ শূন্য হয়। সুতরাং পুনর্বিন্যাস বর্তনী নিম্নরূপ—



প্রশ্ন ২৯ নিম্নলিখিত সিলিকন বেজড ট্রানজিস্টরের প্রবাহ লাভ 50। বেরিয়ার বিভব ( $V_{BE} = 0.69$  volt)



[হদিস ক্রম কলেক্ট, ঢাকা]

- ক. স্থির ভর কাকে বলে? 1
- খ. হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি ব্যাখ্যা করো। 2
- গ. উদ্দীপক থেকে ট্রানজিস্টরের পীঠ প্রবাহ নির্ণয় করো। 3
- ঘ. নিঃসারক এবং সংগ্রাহকের মধ্যে বিভব পার্থক্য ( $V_{CE}$ ) নির্ণয় সম্ভব কিনা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। 8

### ২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বস্তু এবং পর্যবেক্ষকের মধ্যে আপেক্ষিক বেগ না থাকলে, পর্যবেক্ষকের পরিমাপে বস্তুর যে ভর পাওয়া যায় তাকে বস্তুর স্থির ভর বা নিশ্চল ভর বলে।

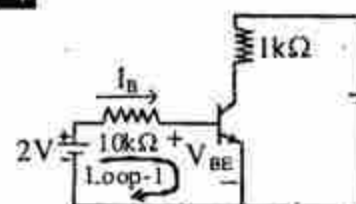
খ. হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি হলো— কোনো কণার অবস্থান ও ভরবেগ নির্ভুলভাবে যুগপৎ পরিমাপ করা যায় না। নিম্নোক্ত সম্পর্ক দ্বারা সীমাবদ্ধ নির্ভুলতাসহ এ রাশিগুলোর মান নির্ণয় করা যেতে পারে—

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{1}{2} \frac{h}{2\pi}$$

$$\text{বা, } \Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} \left( \because \hbar = \frac{h}{2\pi} \right)$$

এখানে  $\Delta x$  এবং  $\Delta p$  যথাক্রমে অবস্থান ও ভরবেগ নির্ণয়ে অনিশ্চয়তার পরিমাপ। সম্পর্কটি থেকে বোঝা যায়, বস্তুর অবস্থান যত বেশি নির্ভুলভাবে নির্ণয় করা যায় তার ভরবেগ তত কম নির্ভুলভাবে নির্ণয় করা যাবে। আবার, বেশি নির্ভুলভাবে ভরবেগ নির্ণয় করতে হলে কম নির্ভুলভাবে অবস্থান নির্ণয় করতে হবে।

গ



এখানে,  
প্রবাহ লাভ,  $\beta = 50$   
বেরিয়ার বিভব,  $V_{BE} = 0.69$  volt  
রোধ,  $R = 10k\Omega$   
 $= 10 \times 10^3 \Omega$   
পীঠ প্রবাহ,  $I_B = ?$

loop-1 এ কির্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করি,  
 $-2 + 10 \times 10^3 I_B + 0.69 = 0$   
 $I_B = \frac{2 - 0.69}{10 \times 10^3} = 0.131 \times 10^{-3} A$   
 $= 0.131 \text{ mA}$



ঘ. 'গ' হতে পাই,

পীঠ প্রবাহ,  $I_B = 0.131 \text{ mA} = 0.131 \times 10^{-3} \text{ A}$

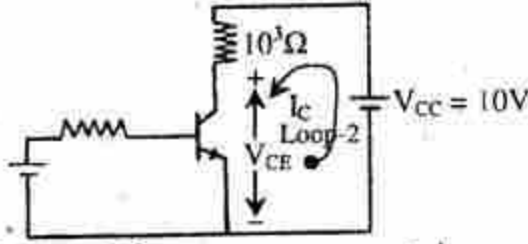
এবং প্রবাহ লাভ,  $\beta = 50$

কালেক্টর প্রবাহ,  $I_C = \beta I_B$

$$= 50 \times 0.131 \text{ mA}$$

$$= 6.55 \times 10^{-3} \text{ A}$$

এখন,



loop-2 এ কির্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই, এখানে,

$$-V_{CC} + (I_C \times 10^3) + V_{CE} = 0 \quad \text{mA} \times \text{k}\Omega = \text{volts}$$

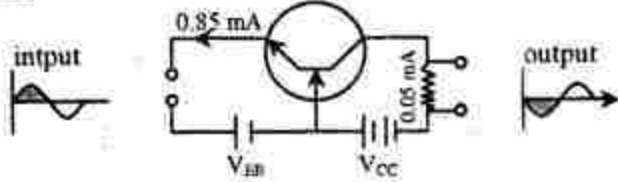
$$\text{বা, } V_{CE} = V_{CC} - (I_C \times 10^3)$$

$$= 10 - (10^3 \times 6.55 \times 10^{-3})$$

$$= 10 - 6.55$$

$$= 3.45 \text{ V}$$

প্রশ্ন ৩০



[মতিউল হকেন ফকল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ডোপিং কী?

১

খ. PN জংশন এর V-I লেখ একে ব্যাখ্যা করো।

২

গ. প্রবাহ বিবর্ধক গুণক কত?

৩

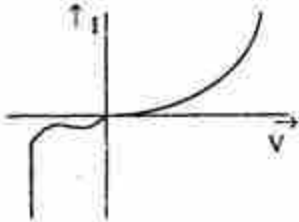
ঘ. চিত্রের বর্তনীটি কীভাবে Input কে পরিবর্তিত করে output এ পাঠায়?

৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পঞ্জয়োজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. ও'মের সূত্রানুসারে,  $V = IR$  (নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়); এখানে  $R$  (রোধ) কে ধ্রুবমানের বিবেচনা করা হয়। ফলে  $V$  বনাম  $I$  লেখ মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হয়, যার তাৎপর্য হলো  $V$ -এর পরিবর্তনের সাথে  $I$  সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়। তবে পাশে দেখানো p-n জংশন ডায়োডের বৈশিষ্ট্যসূচক লেখচিত্র হতে স্পষ্ট যে, এখানে,  $I$ - $V$ -এর সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায় না (কারণ মূলবিন্দুগামী কোনো সরলরেখা নেই)। একারণেই বলা হয়, p-n জংশন ডায়োডের  $I$ - $V$  বৈশিষ্ট্যসূচক লেখচিত্র ওহমিক বৈশিষ্ট্য মেনে চলে না।



গ. প্রবাহ বিবর্ধক গুণক,  $\alpha$  হলে,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

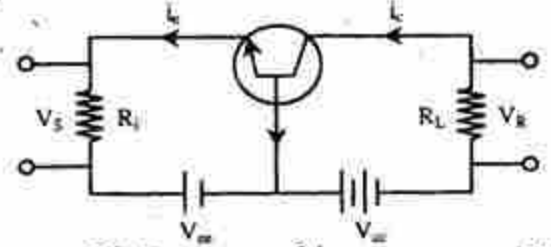
$$= \frac{I_E - I_B}{I_E}$$

$$= \frac{0.85 - 0.05}{0.85}$$

$$= 0.941 \text{ (Ans.)}$$

এখানে,  
নিঃসারক প্রবাহ,  $I_E = 0.85 \text{ mA}$   
পীঠ প্রবাহ,  $I_B = 0.05 \text{ mA}$

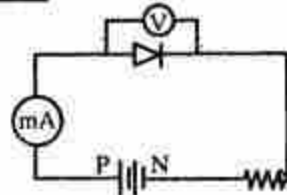
ঘ. এটি npn ট্রানজিস্টর দ্বারা তৈরি সাধারণ পীঠ বিবর্ধকের বর্তনী।



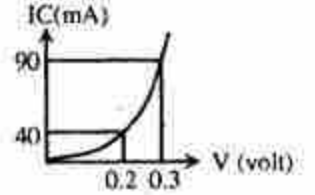
এতে নিঃসারক ও পীঠ ইনপুট এবং পীঠ ও সংগ্রাহক আউটপুট হিসেবে কাজ করে। নিঃসারক ডায়োডকে সম্মুখী বায়াস করার জন্য নিঃসারক ও পীঠের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{be}$  এবং সংগ্রাহক ডায়োডকে বিমুখী বায়াস করার জন্য সংগ্রাহক ও নিঃসারকের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{ce}$  প্রয়োগ করা হয়। ইনপুট বায়াস বিভব  $V_{be}$  ইনপুট সংকেতের বিস্তার বিভব থেকে বড় হতে হবে যেন ইনপুট সংকেত বায়াস বিভবের বিপরীতে ক্রিয়া করলেও তা সম্মুখী বায়াস বিশিষ্ট হয়। ইনপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায় যুক্ত  $R_i$  রোধে ইনপুট সংকেত প্রয়োগ করা হয় এবং আউটপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায় যুক্ত উচ্চ ভার রোধ  $R_L$  থেকে আউটপুট সংকেত গ্রহণ করা হয়।

ইনপুট সংকেত বিভব  $V_i$  এর পরিবর্তনে নিঃসারক ও পীঠের মধ্যে বিভব  $V_{be}$  পরিবর্তিত হয়, ফলে  $i_c$  ও পরিবর্তিত হয়।  $V_{be}$  বৃদ্ধি পেলে পীঠ সংগ্রাহক রোধ হ্রাস পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  বৃদ্ধি পায়। এতে পীঠ সংগ্রাহক বিভব হ্রাস পায় এবং ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_o$  বৃদ্ধি পায়। একইভাবে  $V_{be}$  হ্রাস পেলে নিঃসারক সংগ্রাহক রোধ বৃদ্ধি পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  হ্রাস পায়। এতে নিঃসারক সংগ্রাহক বিভব বৃদ্ধি পায় এবং ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_o$  হ্রাস পায়।  $R_L$  এর রোধ খুব বেশি হওয়ায়  $i_c$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_o$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। সুতরাং, বলা যায়,  $V_i$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_o$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। তাই ইনপুটে একটি কম বিস্তারের সংকেত প্রয়োগ করা হলে আউটপুটে একটি বেশি বিস্তারের সংকেত পাওয়া যায় অর্থাৎ সংকেতটি বিবর্ধিত হয়।

প্রশ্ন ৩১



চিত্র-ক



চিত্র-খ

চিত্র-ক এর মত বর্তনী সংযোগ থেকে চিত্র-খ এর মত লেখচিত্র পাওয়া গেল।

[সরকারি হরশাজা কলেজ, মুন্সিগঞ্জ]

ক. বিগ ব্যাং কী?

১

খ. P-N জংশন ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার, চার্জ নিরপেক্ষ কেন?

২

গ. উদ্দীপকের ডায়োডের গতীয় রোধ নির্ণয় করো।

৩

ঘ. চিত্র-ক এর P-এর সংযোগ ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তে এবং N-এর সংযোগ ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্তে দেয়া হলে বর্তনীটি অংকন করো। অঙ্কিত বর্তনীর I-V লেখ দেখাও এবং উভয় ক্ষেত্রে লেখটি ব্যাখ্যা করো।

৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মহাবিস্ফোরণের মাধ্যমে মহাবিশ্ব সৃষ্টির ঘটনাকে বিগ-ব্যাং বলে।

খ. একটি P-টাইপ ও একটি N-টাইপ অর্ধ-পরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থাধীনে সংযুক্ত করলে সংযোগ পৃষ্ঠকে P-N জংশন বলে। P-N জংশনের যে পাশে P-টাইপ অঞ্চল সেখানে সংখ্যাগুরু বাহক হোল এবং যে পাশে N-টাইপ অঞ্চল সেখানে ইলেকট্রনের আধিক্য অনেক বেশি। যখন P-টাইপ অঞ্চল এবং P-টাইপ অঞ্চল যুক্ত হয় তখন N-অঞ্চলের ইলেকট্রনগুলো P-অঞ্চলের হোল দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে ব্যাপন ক্রিয়ার মাধ্যমে জংশনের দিকে ছুটে যায়। একইভাবে P-অঞ্চলের হোলগুলো N-অঞ্চলের ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে ব্যাপনের মাধ্যমে

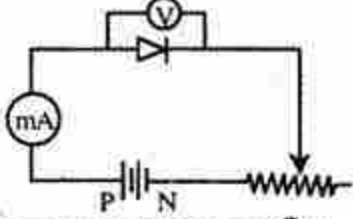
সংযোগস্থলের দিকে ছুটে যায়। P-N জংশনস্থলে ইলেকট্রন ও হোল পরমাণু মিলিত হয়ে নিরপেক্ষ হয়ে যায়। এ কারণে P-N জংশন ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার সামগ্রিকভাবে তড়িৎ নিরপেক্ষ।

গ ডায়োডের গতিয় রোধ, R হলে,

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.1}{50 \times 10^{-3}} = 2 \Omega \text{ (Ans.)}$$

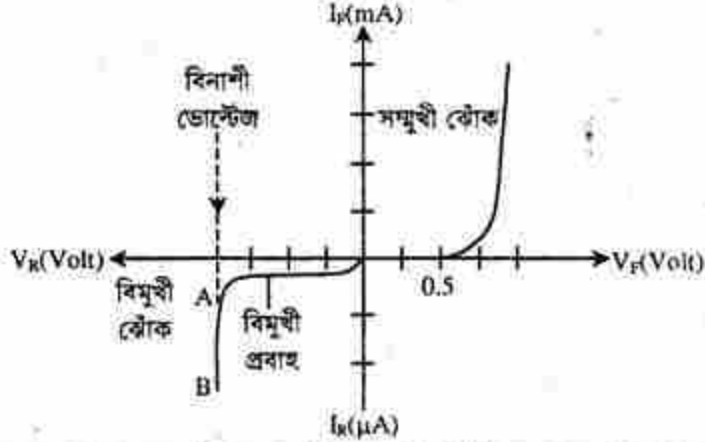
এখানে, চিত্র-খ থেকে, বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন  $\Delta V = 0.3 - 0.2 = 0.1 \text{ V}$  তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন  $\Delta I = 90 - 40 = 50 \text{ mA} = 50 \times 10^{-3} \text{ A}$

ঘ চিত্র-ক এর P এর সংযোগ ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তে ও N-এর সংযোগ ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্তে দেয়া হলে বর্তনীটি হবে—



এটি হল বিমুখী বোঁকে সংযুক্ত ডায়োডের বর্তনী।

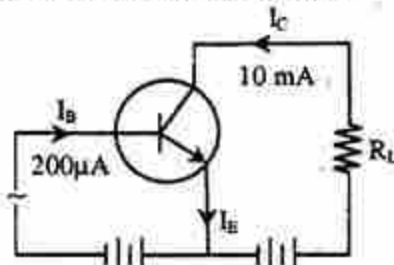
একটি ডায়োডের I-V লেখা নিম্নরূপ—



এক্ষেত্রে X-অক্ষের ধনাত্মক দিকের অংশটি হল সমুখীবোঁকে যুক্ত ডায়োডের লেখ। এক্ষেত্রে উৎসের বিভব 0.5V না হওয়া পর্যন্ত তড়িৎ প্রবাহ শূন্য থাকে। কারণ ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ারের বিভব 0.5V, তাই উৎসের বিভব যখন 0.5V অপেক্ষা বড় হয় বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ বাড়াতে থাকে।

লেখের X-অক্ষের ঋণাত্মক অংশটি হল বিমুখীবোঁকে যুক্ত ডায়োডের I-V লেখ। এক্ষেত্রে ডায়োডের প্রবাহ খুবই কম ( $\mu\text{A}$  লেভেলে) থাকে। কিন্তু বিভব বাড়াতে বাড়াতে যখন একটি নির্দিষ্ট বিভবকে অতিক্রম করে তখন প্রবাহ হঠাৎ করে অনেক বৃদ্ধি পায়। এ বিভবকে ব্রেকডাউন ভোল্টেজ বা জেনার ভোল্টেজ বলে। যেটি চিত্রে A বিন্দু দ্বারা নির্দেশিত হয়েছে।

প্রশ্ন ৩২ চিত্রে একটি ট্রানজিস্টর দেওয়া আছে—



[ক্যান্টনমেন্ট গার্লিক স্কুল ও কলেজ, মোমেনগাছী]

- ক. চার্জের তল ঘনত্ব কাকে বলে? ১
- খ. পূর্ণচক্রে দিক পরিবর্তী প্রবাহের গড় মান শূন্য হয় কেন? ২
- গ. প্রবাহ বিবর্ধক গুণক নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. ইনপুট ভোল্টেজের পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরকে একটি সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায় কি? বিশ্লেষণ করো। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরিবাহীর তলে কোনো বিন্দুর চতুর্দিকে ক্ষুদ্র ক্ষেত্রফলে অবস্থিত চার্জের পরিমাণ এবং ঐ ক্ষুদ্র ক্ষেত্রফলের অনুপাতকে চার্জের তল ঘনত্ব বলে।

খ দিক পরিবর্তী প্রবাহ একটি অর্ধচক্রের জন্য ধনাত্মক এবং অপর চক্রের জন্য ঋণাত্মক কিন্তু সমমানের হয় বলে, পূর্ণচক্রে দিক পরিবর্তী প্রবাহের গড় মান শূন্য হয়।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{পীঠ প্রবাহ, } I_B = 200 \mu\text{A} = 200 \times 10^{-6} \text{ A}$$

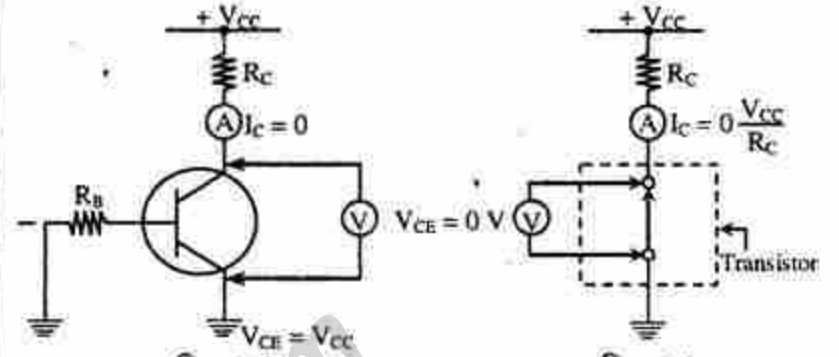
$$\text{সংগ্রাহক প্রবাহ, } I_C = 10 \text{ mA} = 10 \times 10^{-3} \text{ A}$$

বের করতে হবে, প্রবাহ বিবর্ধন গুণক,  $\alpha = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_C + I_B} = \frac{10 \times 10^{-3} \text{ A}}{10 \times 10^{-3} \text{ A} + 200 \times 10^{-6} \text{ A}} = 0.9804$$

সুতরাং, প্রবাহ বিবর্ধন গুণক 0.9804

ঘ নিম্নে চিত্রসহ এর বর্ণনা দেওয়া হলো—



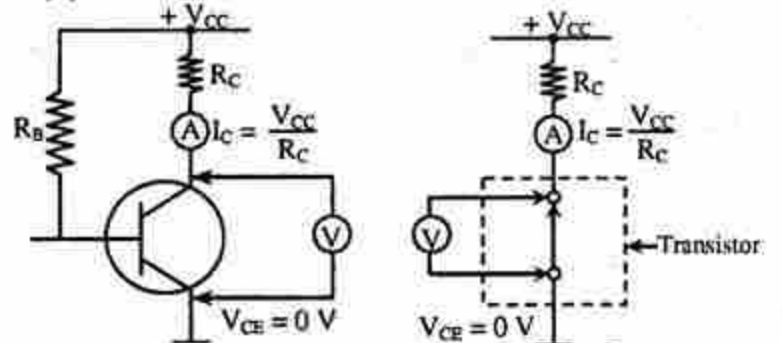
চিত্র (ক)

চিত্র (খ)

১. যখন ভূমি অন্তর্গামী ভোল্টেজ (Input base voltage) যথেষ্ট ঋণাত্মক তখন ট্রানজিস্টর বিচ্ছিন্ন (cut-off) থাকে এবং সংগ্রাহক ভার (collector load)  $R_C$  এর মধ্যে কোনো তড়িৎপ্রবাহ থাকে না [চিত্র (ক)]। ফলে  $R_C$  এর আড়াআড়িভাবে কোনো বিভব পতন থাকে না এবং বহির্গামী ভোল্টেজ ধারণাগতভাবে (ideally)  $V_{CC}$  হয়, অর্থাৎ  $I_C = 0$  এবং  $V_{CE} = V_{CC}$  (যদিও সংগ্রাহক প্রবাহ  $I_C$  পুরোপুরি শূন্য হবে না কারণ সামান্য চ্যুতানো তড়িৎ (Leakage current) সর্বদা প্রবাহিত হয়।) এই অবস্থা একটি খোলা (Open) সুইচ প্রবাহ বন্ধ করা অবস্থায় (OFF Stage-এ) যেমন থাকে [চিত্র (খ)-তে প্রদর্শিত] তেমনই থাকে।

২. যখন অন্তর্গামী ভূমি ভোল্টেজ যথেষ্ট ধনাত্মক তখন ট্রানজিস্টর সম্পৃক্ততা লাভ করে, ফলে  $R_C$  এর মধ্য দিয়ে  $I_C$  এর দরুন আড়াআড়ি সমগ্র বিভব  $V_{CC}$  এর পতন হবে এবং বহির্গামী ভোল্টেজ ধারণাগতভাবে শূন্য হয় অর্থাৎ,  $I_C = I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$  এবং  $V_{CE} = 0$

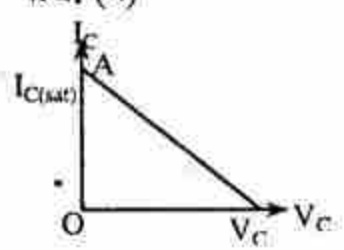
এই অবস্থা একটি বন্ধ সুইচ প্রবাহ চালু অবস্থায় (ON) যেমন থাকে [চিত্র (খ)-তে প্রদর্শিত] তেমনই থাকে।



চিত্র : (ক)

চিত্র : (খ)

উপরোক্ত আলোচনা থেকে এই সিদ্ধান্তে আসা যায় যে, উপযুক্ত শর্তের প্রেক্ষিতে ট্রানজিস্টর সুইচের কাজ করতে পারে। অর্থাৎ অন্তর্গামী ভূমি ভোল্টেজ যথেষ্ট ঋণাত্মক এবং ধনাত্মক হলে ট্রানজিস্টরকে বিচ্ছিন্নতা (cut off) এবং সম্পৃক্ততা (saturation) এর মধ্যে চালিত হবে। এই শর্ত ট্রানজিস্টর বর্তনীর ক্ষেত্রে সহজেই প্রযোজ্য।

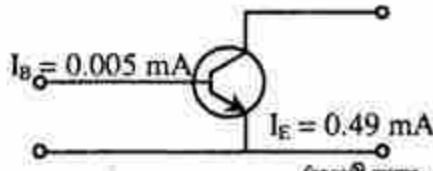


চিত্র : (গ)



ফলে ট্রানজিস্টর সুইচ হিসেবে কাজ করতে পারে। চিত্রে ডিসি লোড লাইনের ক্ষেত্রে ট্রানজিস্টরের সুইচিং ক্রিয়া দেখানো হলো। চিত্রে লোড লাইনে A বিন্দু ও B বিন্দু যথাক্রমে ON এবং OFF অবস্থা (Condition) নির্দেশ করেছে।

প্রশ্ন ৩৩



(অগ্রণী স্কুল এন্ড কলেজ, রাজশাহী)

- ক. p-type অর্ধপরিবাহী কী? ১
- খ. ডোপায়ন তড়িৎ প্রবাহে কী ভূমিকা রাখে— ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. প্রবাহ বিবর্ধন গুণক  $\alpha$  মান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. প্রদর্শিত ট্রানজিস্টরের সাহায্যে বিবর্ধক বর্তনী তৈরি সম্ভব কিনা? চিত্রসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

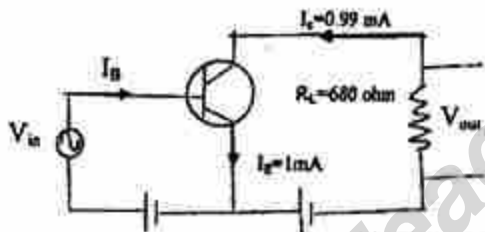
ক. অর্ধপরিবাহী পদার্থে ত্রি-যোজী মৌল ভেজাল বা অপদ্রব্য হিসেবে মেশালে তাদের মধ্যে ধনাত্মক আধান বাহক হোল গরিষ্ঠ আধান বাহক হিসেবে কাজ করে। এ ধরনের অর্ধপরিবাহীকে p টাইপ অর্ধপরিবাহী বলে।

খ. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে ডোপিং করা হয় তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে। বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে স্বাভাবিক তাপমাত্রায় চার্জবাহক (মুক্ত ইলেকট্রন বা হোল) থাকে না বললেই চলে। এতে ত্রিযোজী বা পঞ্চযোজী পদার্থের পরমাণু নিয়ন্ত্রিতভাবে মেশালে যথাক্রমে বহুসংখ্যক হোল বা মুক্ত ইলেকট্রন সৃষ্টি হয়। তখন পদার্থের দুপ্রান্তে বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে খুব সহজেই তড়িৎ প্রবাহ ঘটে।

গ. ৩ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. ৩ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৪



(সরকারি গাইদ বুলবুল কলেজ, পাবনা)

- ক. জেনার ডায়োড কী? ১
- খ. অর্ধপরিবাহী নিম্ন তাপমাত্রায় অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে ব্যাখ্যা করো। ২
- গ.  $V_{in} = 1V$  হলে, output voltage কত হবে? ৩
- ঘ. উদ্দীপকের output voltage কে কিভাবে একমুখী করা যায়? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এটি জেনার ডায়োডে ক্রিয়াশীল বিশেষ ধরনের ডায়োড যা স্থির মানের ডিসি ভোল্টেজ পাওয়ার জন্য পাওয়ার সাপ্লাইতে ব্যবহার করা হয়।

খ. নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধ-পরিবাহীর কেলসে কোনো মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না। সমস্ত ইলেকট্রনই সমযোজী বন্ধনে অংশ নেয়। তাই নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধ-পরিবাহী অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে।

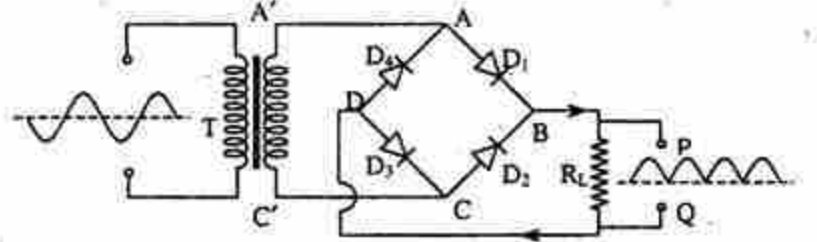
গ. আউটপুট ভোল্টেজ  $V_{out}$  হলে,

$$V_{out} = I_C R_L \\ = 0.99 \times 10^{-3} \times 680 \\ = 0.6732 \text{ V (Ans.)}$$

এখানে,  
রোধ,  $R_L = 680 \Omega$   
তড়িৎ প্রবাহ,  $I_C = 0.99 \text{ mA}$   
 $= 0.99 \times 10^{-3} \text{ A}$

উদ্দীপকের output voltage কে রেকটিফায়ার ব্যবহারে একমুখী করা যায়।

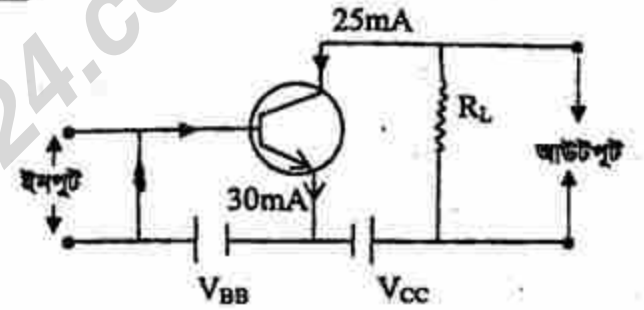
ঘ. চিত্রে ব্রিজ রেকটিফায়ার বর্তনী দেখানো হয়েছে। চারটি ডায়োড  $D_1, D_2, D_3$  ও  $D_4$  চিত্রানুসূপ ABCD চতুর্ভুজ আকারে যুক্ত করা হয়। A ও C বিন্দুকে একটি ট্রান্সফরমারের গৌণ কুণ্ডলীর দুই প্রান্তের সাথে এবং B ও D বিন্দুকে একটি ভার রোধ  $R_L$ -এর সাথে যুক্ত করা হয়।



চিত্র-

এখন ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুণ্ডলীকে দিক পরিবর্তী প্রবাহকে উৎসের সাথে যুক্ত করা হলে তা গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্টি হয়। দিক পরিবর্তী প্রবাহের ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং C প্রান্ত ঋণাত্মক হয়, এতে  $D_1$  ও  $D_3$  সম্মুখী বায়াসে থাকে। এ সময়  $ABR_L DCC'A'A$  পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। আবার দিক পরিবর্তী প্রবাহের ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং C প্রান্ত ধনাত্মক হয়, এতে  $D_2$  ও  $D_4$  সম্মুখী বায়াসে থাকে। এ সময়  $CBR_L DAA'C'C$  পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। সুতরাং, দেখা যাচ্ছে যে, ইনপুটে প্রযুক্ত দিক পরিবর্তী প্রবাহের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক উভয় চক্রের জন্যই ভার রোধ  $R_L$ -এর মধ্য দিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয়, অর্থাৎ  $R_L$ -এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ সর্বদা একমুখী।

প্রশ্ন ৩৫



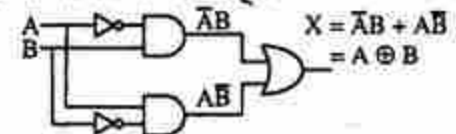
(গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, গাজীপুর)

- ক. সুপারনোভা কাকে বলে? ১
- খ. X-OR গেটের লজিক চিত্র ও প্রতীক অংকন করো। ২
- গ. উদ্দীপকে বর্তনী অনুযায়ী প্রবাহলাভ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের চিত্রটি বিবর্ধক হিসেবে মাইক্রোফোনে কীভাবে কাজ করে— ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সূর্যের ভরের তুলনায় অনেক ভারী নক্ষত্রগুলো জ্বালানি শেষ হলে সজ্জোচন অত্যন্ত তীব্র হয় এবং মূল অংশের ঘনত্ব এত বেড়ে যায় যে প্রচণ্ড বিস্ফোরণের মধ্য দিয়ে মৃত্যুবরণ করে। এই প্রচণ্ড বিস্ফোরণকে সুপারনোভা (supernova) বিস্ফোরণ বলা হয়।

খ. X-OR গেটের লজিক চিত্র নিম্নরূপ—



X-OR গেটের প্রতীক নিম্নরূপ—

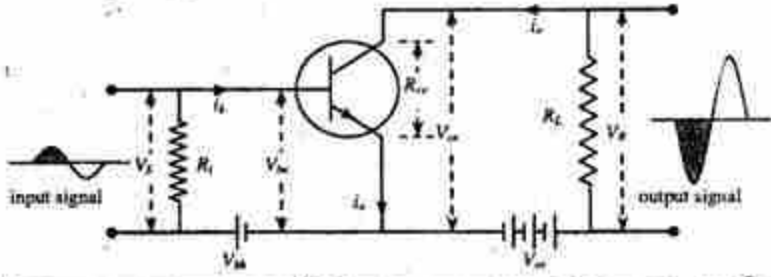


গ. বর্তনীতে প্রবাহ লাভ,  $\beta$  হলে,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \\ = \frac{25}{5} \\ = 5 \text{ (Ans.)}$$

এখানে,  
সংগ্রাহক প্রবাহ,  $I_C = 25 \text{ mA}$   
পীঠ প্রবাহ,  $I_B = I_E - I_C$   
 $= 30 - 25$   
 $= 5 \text{ mA}$

**গ** চিত্রে একটি n-p-n ট্রানজিস্টর সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধক বর্তনী দেখানো হয়েছে। এতে নিঃসারক ও পীঠ ইনপুট এবং নিঃসারক ও সংগ্রাহক আউটপুট হিসেবে কাজ করবে।



নিঃসারক ডায়োডকে সম্মুখী বায়াস করার জন্য নিঃসারক ও পীঠের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{bb}$  এবং সংগ্রাহক ডায়োডকে বিমুখী বায়াস করার জন্য সংগ্রাহক ও নিঃসারকের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{cc}$  প্রয়োগ করা হয়। ইনপুট বায়াস বিভব  $V_{bb}$  ইনপুট সংকেতের বিস্তার বিভব থেকে বড় হতে হবে যেন ইনপুট সংকেত বায়াস বিভবের বিপরীতে ক্রিয়া করলেও তা সম্মুখী বায়াসবিশিষ্ট হয়। ইনপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত  $R_1$  রোধে ইনপুট সংকেত প্রয়োগ করা হয় এবং আউটপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত উচ্চ ভার রোধ  $R_L$  থেকে আউটপুট সংকেত গ্রহণ করা হয়।

ইনপুট সংকেত বিভব  $V_s$  এর পরিবর্তনে নিঃসারক ও পীঠের মধ্যে বিভব  $V_{be}$  পরিবর্তিত হয়, ফলে  $i_b$ -ও পরিবর্তিত হয়।  $V_{be}$  বৃদ্ধি পেলে নিঃসারক-সংগ্রাহক রোধ  $R_{ce}$  হ্রাস পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  বৃদ্ধি পায়। এতে নিঃসারক-সংগ্রাহক বিভব  $V_{ce}$  হ্রাস পায় এবং ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_R$  বৃদ্ধি পায়। একইভাবে  $V_{be}$  হ্রাস পেলে নিঃসারক-সংগ্রাহক রোধ  $R_{ce}$  বৃদ্ধি পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  হ্রাস পায়। এতে নিঃসারক-সংগ্রাহক বিভব  $V_{ce}$  বৃদ্ধি পায় এবং ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_R$  হ্রাস পায়।  $R_L$  এর রোধ খুব বেশি হওয়ায়  $i_c$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_R$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। সুতরাং, বলা যায়,  $V_s$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_R$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। তাই ইনপুটে একটি কম বিস্তারের সংকেত প্রয়োগ করা হলে আউটপুটে একটি বেশি বিস্তারের সংকেত পাওয়া যায় অর্থাৎ সংকেতটি বিবর্ধিত হয়।

**প্রশ্ন ৩৬** তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা ছাড়াও বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে ভেজাল মিশিয়ে পরিবাহিতা বৃদ্ধি করা যায়। যেমন: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী জার্মেনিয়ামের সহিত যথাক্রমে ত্রিযোজী অ্যালুমিনিয়াম ও পঞ্চযোজী আর্সেনিক মেশালে উভয় ক্ষেত্রেই এর পরিবাহিতা উল্লেখযোগ্য পরিমাণ বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ এটি প্রায় পরিবাহীর মত আচরণ করে।

(রাজশাহী সরকারি মহিলা কলেজ)

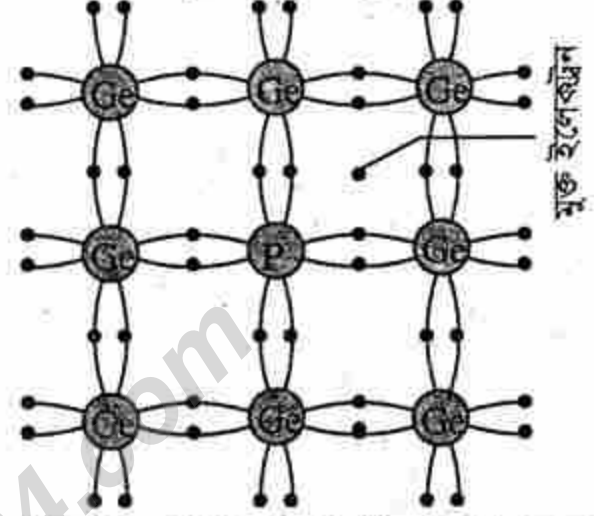
- ক. নম্বর পঞ্চতি কী? ১
- খ. NOR গেইট ও NAND গেইটকে সর্বজনীন গেইট বলা হয় কেন? ২
- গ. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী জার্মেনিয়ামের সহিত পঞ্চযোজী আর্সেনিক মেশালে কীভাবে এর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় সচিত্র ব্যাখ্যা করো। ৩
- ঘ. "বিশুদ্ধ জার্মেনিয়ামের দুই পাশে অ্যালুমিনিয়াম ও মাঝখানে আর্সেনিক মেশালে একটি গুরুত্বপূর্ণ ডিভাইস তৈরি হয়, যার অন্যতম প্রধান কাজ হচ্ছে দুর্বল সিগন্যালকে বিবর্ধিত করা"— উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নির্দিষ্ট কয়েকটি মৌলিক অঙ্ক ব্যবহার করে ছোট বড় সকল প্রকার সংখ্যাকে উপস্থাপন এবং এদের সকল প্রকার গাণিতিক ও যৌক্তিক কার্যক্রম সম্পাদন করার পদ্ধতিতে সংখ্যা পদ্ধতি বলে।

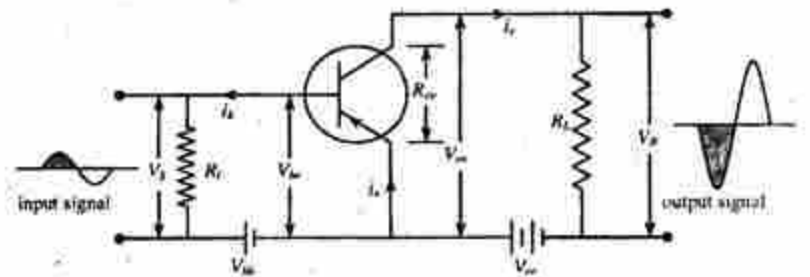
**খ** একাধিক NAND ও NOR গেট ব্যবহার করে অন্য যেকোনো গেট তৈরি করা সম্ভব। শুধু NAND ও NOR গেট ব্যবহার করে দুই বা ততোধিক ইনপুট এর AND, OR, NOT মৌলিক অপারেশনগুলো করা সম্ভব। তাই NOR ও NAND কে সার্বজনীন গেট বলা হয়।

**গ** জার্মেনিয়াম কেলাসের মধ্যে, কোন পঞ্চযোজী মৌলের পরমাণু, যেমন : আর্সেনিক অতি সামান্য পরিমাণ ভেজাল দেয়া হয়, তবে তার চারপাশস্থ চারটি জার্মেনিয়াম পরমাণুর সাথে বন্ধন সৃষ্টি করেও একটি ইলেকট্রন অতিরিক্ত থেকে যাবে, যা মুক্ত ইলেকট্রন হিসেবে পরিবহন ব্যাধে অবস্থান করবে। যদিও কেলাসটি সামগ্রিকভাবে তড়িৎ নিরপেক্ষ তবুও আর্সেনিক পরমাণুর মধ্যে একটি ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতা দেখা যাবে অর্থাৎ ভেজাল পরমাণুটিকে মনে হবে ঋণাত্মকধর্মী। তাই এ জাতীয় অর্ধ-পরিবাহীকে বলা হয় ঋণাত্মক জাতীয় (negative type) অর্ধ-পরিবাহী বা সংক্ষেপে n-টাইপ অর্ধ-পরিবাহী। সুতরাং, সিলিকন বা জার্মেনিয়াম অর্ধ-পরিবাহীতে অতি সামান্য পরিমাণ বহিঃস্থ কক্ষপথে পাঁচটি ইলেকট্রন আছে এমন পরমাণু ভেজাল দেয়া হলে তাকে n-টাইপ অর্ধ পরিবাহী বলে। মুক্ত ইলেকট্রনটি ত্যাগ করে বলে এ জাতীয় ভেজাল পরমাণুকে বলা হয় দাতা (donor) পরমাণু।



মূলত মুক্ত ইলেকট্রন n-টাইপ অর্ধ-পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহে অংশ গ্রহণ করে থাকে। তাই n-টাইপ অর্ধ-পরিবাহীতে গরিষ্ঠ চার্জ বাহক হচ্ছে মুক্ত ইলেকট্রন। এক্ষেত্রে লঘিষ্ঠ চার্জ বাহক হচ্ছে তাপমাত্রার কারণে সৃষ্ট হোল।

**ঘ** বিশুদ্ধ জার্মেনিয়ামে দুই পাশে অ্যালুমিনিয়াম ও মাঝে আর্সেনিক মেশালে একটি p-n-p ট্রানজিস্টর তৈরি হবে। ট্রানজিস্টরকে বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার করা যায়।



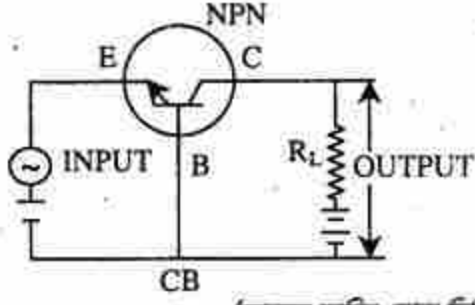
চিত্রে একটি p-n-p ট্রানজিস্টর সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধক বর্তনী দেখানো হয়েছে। এতে নিঃসারক ও পীঠ ইনপুট এবং নিঃসারক ও সংগ্রাহক আউটপুট হিসেবে কাজ করবে। নিঃসারক ডায়োডকে সম্মুখী বায়াস করার জন্য নিঃসারক ও পীঠের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{bb}$  এবং সংগ্রাহক ডায়োডকে বিমুখী বায়াস করার জন্য সংগ্রাহক ও নিঃসারকের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{cc}$  প্রয়োগ করা হয়। ইনপুট বায়াস বিভব  $V_{bb}$  ইনপুট সংকেতের বিস্তার বিভব থেকে বড় হতে হবে যেন ইনপুট সংকেত বায়াস বিভবের বিপরীতে ক্রিয়া করলেও তা সম্মুখী বায়াসবিশিষ্ট হয়। ইনপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত  $R_1$  রোধে ইনপুট সংকেত প্রয়োগ করা হয় এবং আউটপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত উচ্চ ভার রোধ  $R_L$  থেকে আউটপুট সংকেত গ্রহণ করা হয়।

ইনপুট সংকেত বিভব  $V_s$  এর পরিবর্তনে নিঃসারক ও পীঠের মধ্যে বিভব  $V_{be}$  পরিবর্তিত হয়, ফলে  $i_b$ -ও পরিবর্তিত হয়।  $V_{be}$  বৃদ্ধি পেলে নিঃসারক-সংগ্রাহক রোধ  $R_{ce}$  হ্রাস পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  বৃদ্ধি পায়। এতে নিঃসারক-সংগ্রাহক বিভব  $V_{ce}$  হ্রাস পায় এবং ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_R$  বৃদ্ধি পায়। একইভাবে  $V_{be}$  হ্রাস পেলে নিঃসারক-সংগ্রাহক রোধ  $R_{ce}$  বৃদ্ধি পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  হ্রাস পায়। এতে নিঃসারক-সংগ্রাহক বিভব  $V_{ce}$  বৃদ্ধি পায় এবং



ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_R$  হ্রাস পায়।  $R_L$  এর রোধ খুব বেশি হওয়ায়  $i_c$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_R$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। সুতরাং, বলা যায়,  $V_S$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_R$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। তাই ইনপুটে একটি কম বিস্তারের সংকেত প্রয়োগ করা হলে আউটপুটে একটি বেশি বিস্তারের সংকেত পাওয়া যায় অর্থাৎ সংকেতটি বিবর্ধিত হয়।

প্রশ্ন ৩৭



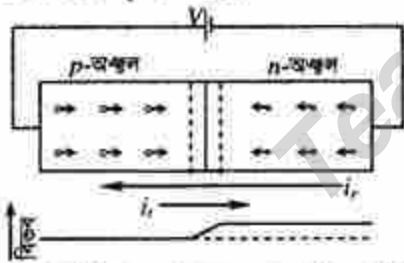
(আবদুল কাদির মোম্বা সিটি কলেজ, নরসিংদী)

- ক. ডোপিং কী? ১  
খ. p-n জংশনের সম্মুখী ঝোক ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ বিবর্ধক গুণক কত? ৩  
ঘ. উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরটিকে সাধারণ নিঃসারক বর্তনীতে সংযুক্ত করে ইনপুট সিগনালের উভয় অর্ধচক্রের জন্য বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার করা যাবে কি না? ব্যাখ্যা করো।

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পঞ্চাযোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. তড়িৎ উৎসের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রান্তকে যথাক্রমে জংশনের p ও n-অঞ্চলের সাথে যুক্ত করা হলে তাকে সম্মুখী বায়াস বলে। এতে n-অঞ্চলে উৎসের ঋণাত্মক প্রান্ত থেকে ইলেকট্রন এসে নিঃশেষিত অঞ্চলের ধনাত্মক আয়নের সাথে যুক্ত হয়, ফলে এর বিভব হ্রাস পায়। আবার উৎসের ধনাত্মক প্রান্ত p-অঞ্চল থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করায় নিঃশেষিত অঞ্চলে হোলের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় বা ঋণাত্মক আয়নের সংখ্যা হ্রাস পায় ফলে বিভব বৃদ্ধি পায়।



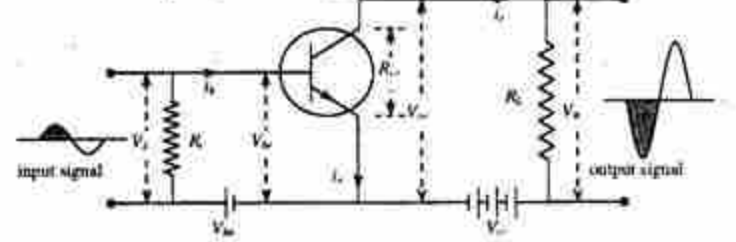
এতে জংশনের দু'পাশের বিভব পার্থক্য এবং নিঃশেষিত অঞ্চলের পুরুত্ব হ্রাস পায়। সম্মুখী বায়াসে জংশনের দুই পাশের বিভব পার্থক্য, বায়াস বিভবের সমপরিমাণ হ্রাস পায়, অর্থাৎ বায়াসহীন অবস্থায় জংশনের দুই পাশের বিভব পার্থক্য বা বিভব বাধা  $V_b$  এবং প্রযুক্ত বিভব  $V$  হলে সম্মুখী বায়াস অবস্থায় জংশনের দুই পাশে বিভব পার্থক্য হয়  $(V_b - V)$ । ফলে অধিক পরিমাণ ইলেকট্রন n-অঞ্চল থেকে p-অঞ্চলের দিকে ধাবিত হয়। এতে পুনঃসংযোগ ইলেকট্রন প্রবাহ উল্লেখযোগ্য পরিমাণ বৃদ্ধি পায় কিন্তু তাপীয় ইলেকট্রন প্রবাহের কোনো পরিবর্তন হয় না, ফলে নিট ইলেকট্রন প্রবাহ দাঁড়ায়  $i_c - i_i$ । এতে জংশনের মধ্য দিয়ে যথেষ্ট পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ চলে। সম্মুখী বায়াসে জংশনের মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তাকে সম্মুখী প্রবাহ বলে।

গ. ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ বিবর্ধক গুণক,  $\alpha$  হলে,

$$\alpha = \frac{I_c}{I_E} = \frac{I_E - I_B}{I_E} = \frac{0.6 - 0.04}{0.6} = 0.933 \text{ (Ans.)}$$

এখানে,  
নিঃসারক প্রবাহ,  $I_E = 0.6 \text{ mA}$   
পীঠ প্রবাহ,  $I_B = 0.04 \text{ mA}$

ঘ. চিত্রে একটি n-p-n ট্রানজিস্টর সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধক বর্তনী দেখানো হয়েছে। এতে নিঃসারক ও পীঠ ইনপুট এবং নিঃসারক ও সংগ্রাহক আউটপুট হিসেবে কাজ করবে। নিঃসারক ডায়োডকে সম্মুখী বায়াস করার জন্য নিঃসারক ও পীঠের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{bb}$  এবং সংগ্রাহক ডায়োডকে বিমুখী বায়াস করার জন্য সংগ্রাহক ও নিঃসারকের মধ্যে বায়াস বিভব  $V_{cc}$  প্রয়োগ করা হয়। ইনপুট বায়াস বিভব  $V_{bb}$  ইনপুট সংকেতের বিস্তার বিভব থেকে বড় হতে হবে যেন ইনপুট সংকেত বায়াস বিভবের বিপরীতে ক্রিয়া করলেও তা সম্মুখী বায়াসবিশিষ্ট হয়। ইনপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত  $R_i$  রোধে ইনপুট সংকেত প্রয়োগ করা হয় এবং আউটপুট বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত উচ্চ ভার রোধ  $R_L$  থেকে আউটপুট সংকেত গ্রহণ করা হয়।



ইনপুট সংকেত বিভব  $V_S$  এর পরিবর্তনে নিঃসারক ও পীঠের মধ্যে বিভব  $V_{be}$  পরিবর্তিত হয়, ফলে  $i_b$ -ও পরিবর্তিত হয়।  $V_{be}$  বৃদ্ধি পেলে নিঃসারক-সংগ্রাহক রোধ  $R_{cc}$  হ্রাস পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  বৃদ্ধি পায়। এতে নিঃসারক-সংগ্রাহক বিভব  $V_{ce}$  হ্রাস পায় এবং ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_R$  বৃদ্ধি পায়। একইভাবে  $V_{be}$  হ্রাস পেলে নিঃসারক-সংগ্রাহক রোধ  $R_{cc}$  বৃদ্ধি পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহ  $i_c$  হ্রাস পায়। এতে নিঃসারক-সংগ্রাহক বিভব  $V_{ce}$  বৃদ্ধি পায় এবং ভার রোধ  $R_L$  এর দুই প্রান্তের বিভব বা আউটপুট বিভব  $V_R$  হ্রাস পায়।  $R_L$  এর রোধ খুব বেশি হওয়ায়  $i_c$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_R$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। সুতরাং, বলা যায়,  $V_S$  এর সামান্য পরিবর্তনে  $V_R$  এর পরিবর্তন খুব বেশি হয়। তাই ইনপুটে একটি কম বিস্তারের সংকেত প্রয়োগ করা হলে আউটপুটে একটি বেশি বিস্তারের সংকেত পাওয়া যায় অর্থাৎ সংকেতটি বিবর্ধিত হয়।

প্রশ্ন ৩৮ শিক্ষক শ্রেণীকক্ষে একটি কমন-এমিটার (CE) বিন্যাসে লাগানো ট্রানজিস্টরের ছবি আঁকলেন এবং বললেন-এতে বেস প্রবাহ,  $I_B = 50 \mu A$  এবং প্রবাহ লাভ,  $\beta = 100$  পাওয়া যাবে।

(নিওয়াব ফয়জুরেসা সরকারি কলেজ, লাকসাম, কুমিল্লা)

- ক. ডোপিং কী? ১  
খ. একটি ট্রানজিস্টরে কমন-বেস (CB) ও কমন-এমিটার (CE) লাগানো হলে কোন ক্ষেত্রে এটি ভাল অ্যাম্প্লিফায়ার হবে? ২  
গ. প্রবাহ বিবর্ধক গুণক  $\alpha$  নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. শিক্ষক যে চিত্র এঁকেছিলেন তার একটি ধারণামূলক চিত্র অংকন কর এবং আনুষঙ্গিক প্রবাহমাত্রা সমূহের মান ও দিক চিহ্নিত করো। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পঞ্চাযোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. কমন বেস বর্তনীর ক্ষেত্রে ইনপুট প্রবাহ নিঃসারক প্রবাহ,  $i_E$  ও আউটপুট প্রবাহ হলো সংগ্রাহক প্রবাহ,  $i_C$ । তাই কমন বেস বর্তনীতে প্রবাহ বিবর্ধন হলো,  $\alpha = \frac{i_C}{i_E}$  আবার কমন এমিটার বর্তনীতে ইনপুট বেস প্রবাহ,  $i_B$  ও আউটপুট প্রবাহ, সংগ্রাহক প্রবাহ,  $i_C$  তাই কমন এমিটার বর্তনীতে প্রবাহ বিবর্ধন,  $\beta = \frac{i_C}{i_B}$ ;  $\beta$  এর মান  $\alpha$  অপেক্ষা বেশ বড় হয়। তাই বিবর্ধক হিসেবে কমন-এমিটার বর্তনী উপযুক্ত।

গ. প্রবাহ লাভ,  $\beta$  হলে,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

বা,  $I_C = \beta I_B$   
 $= 100 \times 50$   
 $= 5000 \mu A$   
 $\therefore I_C = 5 \text{ mA}$

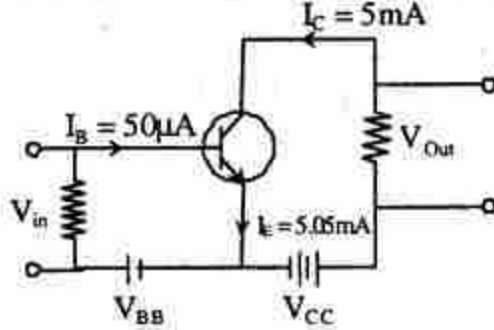
এখানে,  
সংগ্রাহক প্রবাহ,  $I_C = ?$   
প্রবাহ লাভ,  $\beta = 100$   
বেস প্রবাহ,  $I_B = 50 \mu A$

প্রবাহ বিবর্ধন গুণক,  $\alpha$  হলে,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{5 \text{ mA}}{5.05 \text{ mA}} = 0.9901 \text{ (Ans.)}$$

এখানে,  
সংগ্রাহক প্রবাহ,  $I_C = 5 \text{ mA}$   
নিঃসারক প্রবাহ  $I_E = I_B + I_C$   
 $= 50 \mu\text{A} + 5 \text{ mA}$   
 $= 50 \times 10^{-3} \text{ mA} + 5 \text{ mA}$   
 $= 5.05 \text{ mA}$

ঘ) শিক্ষকের আঁকা চিত্রের ধারণামূলক চিত্র নিম্নরূপ—

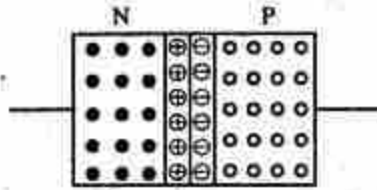


চিত্রে,  $I_B = 50 \mu\text{A}$

'গ' থেকে পাই,  $I_C = 5 \text{ mA}$

$$\therefore I_E = 5.05 \text{ mA}$$

প্রশ্ন ৩৯



উদ্দীপকের P-N জংশনের ডিপ্লেশন স্তরের প্রশস্ততা হচ্ছে  $2 \times 10^{-7} \text{ m}$  এবং সংযোগস্থলে বিভব প্রাচীরের মান হচ্ছে 0.20 volt.

(বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম)

- ক. শক্তি ব্যাভ কী? ১
- খ. জার্মেনিয়াম কেলাসে অ্যালুমিনিয়াম অপদ্রব্য হিসেবে মেশানোর ফলে প্রতিটি অ্যালুমিনিয়াম পরমাণু একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে এতে কেলাসটি চার্জগ্রন্থ হয় কি? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. সংযোগস্থলে কী পরিমাণ তড়িৎ ক্ষেত্রের মান পাওয়া যাবে? ও ৩
- ঘ. P অঞ্চলে একটি ইলেকট্রন  $13.4 \times 10^5 \text{ mm}^{-1}$  বেগে প্রবেশ করতে হলে N অঞ্চল হতে ইলেকট্রনটির কত মানের বেগ নিয়ে p অঞ্চলে প্রবেশ করতে হবে তা উদ্দীপকের আলোকে যাচাই করো। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একই পদার্থের কক্ষপথে আবর্তনরত ইলেকট্রনগুলোর শক্তির মান পরিপার্শ্বের পরমাণুগুলোর প্রভাবে কিছুটা পরিবর্তন হয়। ফলে ইলেকট্রনগুলোর শক্তি একটি নির্দিষ্ট মান না থেকে একটি নির্দিষ্ট পাল্লা বা ব্যাভ তৈরি করে। একে শক্তি ব্যাভ বলে।

খ. জার্মেনিয়ামের কেলাসে অ্যালুমিনিয়াম অপদ্রব্য হিসেবে মেশানোর ফলে প্রতিটি অ্যালুমিনিয়াম পরমাণু এর চারদিকে তিনটি জার্মেনিয়ামের পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয় কিন্তু জার্মেনিয়ামের চতুর্থ পরমাণুর ইলেকট্রনটি তখনও বন্ধনহীন অবস্থায় থাকে। এ স্থানে একটি ইলেকট্রনের ঘাটতি অনুভূত হয়, যার ফলশ্রুতিতে যেখানে একটি হোল সৃষ্টি হয়েছে বলে ধরে নেয়া হয়। এ ঘাটতি পূরণের জন্য অন্য পরমাণু থেকে ইলেকট্রন এসে এ হোল পূর্ণ করে। যে পরমাণু হতে ইলেকট্রন আসে সেখানে আবার একটি হোল উৎপন্ন হয়। এভাবে চলতে থাকে। ফলে কেলাসে মোট ইলেকট্রন ও প্রোটন সংখ্যা স্থির থাকে। একারণে কেলাসটি চার্জ গ্রন্থ হয় না।

গ. সংযোগ স্থলে তড়িৎক্ষেত্রের মান E হলে,

$$E = \frac{V}{d} = \frac{0.2}{2 \times 10^{-7}} = 1 \times 10^6 \text{ NC}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,  
বিভব প্রাচীরের মান,  $V = 0.2 \text{ V}$   
বিভব প্রাচীরের প্রশস্ততা,  $d = 2 \times 10^{-7} \text{ m}$

ঘ. একটি ইলেকট্রনকে বিভব প্রাচীর অতিক্রম করে N অঞ্চল হতে P অঞ্চলে যেতে কৃতকাজ, W হলে,

$$W = qV = 1.602 \times 10^{-19} \times 0.2 = 3.204 \times 10^{-20} \text{ J}$$

ইলেকট্রনের চার্জ,  $q = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$   
বিভব প্রাচীরের মান,  $V = 0.2 \text{ V}$

ইলেকট্রনটি  $v_1$  বেগে N অঞ্চল হতে প্রবেশ করলে এবং  $v_2 = 13.4 \times 10^5 \text{ mm}^{-1}$  বা  $22.33 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$  বেগে P অঞ্চলে প্রবেশ করলে, কাজ বোঝা গেল না।

শক্তি উপপাদ্য হতে পাই,

$$W = \frac{1}{2} m_e v_1^2 - \frac{1}{2} m_e v_2^2$$

$$\text{বা, } v_1^2 = \frac{2W + m_e v_2^2}{m_e}$$

$$\text{বা, } v_1 = \sqrt{\frac{2W + m_e v_2^2}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 3.204 \times 10^{-20} + 9.11 \times 10^{-31} \times (22.33 \times 10^3)^2}{9.11 \times 10^{-31}}} = 266.16 \times 10^3 \text{ ms}^{-1} = 26 \times 10^6 \text{ mm}^{-1}$$

অর্থাৎ, ইলেকট্রনটি  $26 \times 10^6 \text{ mm}^{-1}$  বেগে নিয়ে N অঞ্চল হতে প্রবেশ করলে P অঞ্চলে  $13.4 \times 10^5 \text{ mm}^{-1}$  বেগে প্রবেশ করবে।

প্রশ্ন ৪০ কোনো ট্রানজিস্টরের সাধারণ এমিটার সার্কিট ইনপুট ভোল্টেজ 1.2V থেকে বাড়িতে 1.7V করায় পীঠ প্রবাহ 8mA থেকে বৃদ্ধি পেয়ে 28mA হয়। ফলে ট্রানজিস্টরটির এমিটার কারেন্ট ও কালেক্টর কারেন্টের পরিবর্তন হয়। এতে আউটপুট লোড রেজিস্ট্যান্স 150Ω হলে কারেন্ট গেইন 80 পাওয়া যায়। (কুমিল্লা সরকারি মহিলা কলেজ)

- ক. সার্বজনীন গেইট কী? ১
- খ. ডোপিং করা হয় কেন? ২
- গ. ট্রানজিস্টরের পরিবর্তিত এমিটার কারেন্ট কত? ৩
- ঘ. উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরটি বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার উপযোগী কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে গেট দিয়ে মৌলিক গেটগুলো বাস্তবায়ন করা যায় তাকে সার্বজনীন গেট বলে।

খ. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে ডোপিং করা হয় তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে। বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে স্বাভাবিক তাপমাত্রায় চার্জবাহক (মুক্ত ইলেকট্রন বা হোল) থাকে না বললেই চলে। এতে ত্রিযোজী বা পঞ্চযোজী পদার্থের পরমাণু নিয়ন্ত্রিতভাবে মেশালে যথাক্রমে বহুসংখ্যক হোল বা মুক্ত ইলেকট্রন সৃষ্টি হয়। তখন পদার্থের দুপ্রান্তে বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে খুব সহজেই তড়িৎ প্রবাহ ঘটে।

গ. ট্রানজিস্টরের পরিবর্তিত এমিটার কারেন্ট  $I_E$  ও কালেক্টর কারেন্ট  $I_C$  হলে,

$$\text{কারেন্ট গেইন, } \beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\text{বা, } \beta = \frac{I_E - I_B}{I_B}$$

$$\text{বা, } \beta I_B = I_E - I_B$$

$$\therefore I_E = \beta I_B + I_B$$

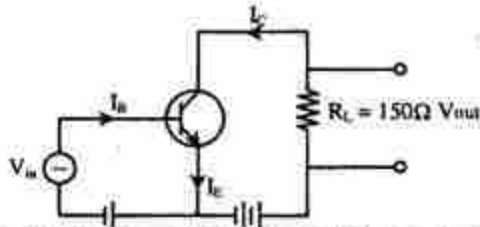
$$= 80 \times 28 + 28$$

$$= 2268 \text{ mA}$$

$$= 2.268 \text{ A (Ans.)}$$

এখানে,  
কারেন্ট গেইন,  $\beta = 80$   
পরিবর্তিত বেস কারেন্ট,  $I_B = 28 \text{ mA}$





‘গ’ থেকে পাই, ট্রানজিস্টরের পরিবর্তিত এমিটার কারেন্ট,  $I_E = 2.268$  A

∴ পরিবর্তিত কালেক্টর কারেন্ট  $I_C$  হলে

$$I_C = I_E - I_B$$

$$= 2.268 - 28 \times 10^{-3}$$

$$= 2.240 \text{ A}$$

ইনপুট ভোল্টেজ পরিবর্তনের পূর্বে কালেক্টর কারেন্ট  $I'_C$  হলে,

$$I'_C = \beta I'_B$$

$$= 80 \times 8 \times 10^{-3}$$

$$= 0.64 \text{ A}$$

$$\therefore \text{এমিটার কারেন্টের পরিবর্তন, } \Delta I = I_C - I'_C$$

$$= 2.24 - 0.64$$

$$= 1.6 \text{ A}$$

$$\therefore \text{লোড রেজিস্ট্যান্সে আউটপুট ভোল্টেজের পরিবর্তন, } \Delta V_{out} = \Delta I R$$

$$= 1.6 \times 150$$

$$= 240 \text{ V}$$

$$\therefore \text{ভোল্টেজ বিবর্ধন} = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}}$$

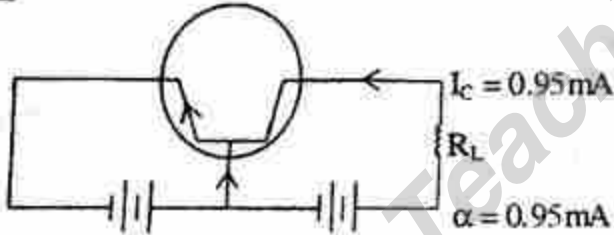
$$= \frac{240}{1.7 - 1.2}$$

$$= \frac{240}{0.5}$$

$$= 480$$

অর্থাৎ, এ ট্রানজিস্টরটি ইনপুটের ভোল্টেজ সিগন্যালকে 480 গুণ বিবর্ধিত করে। তাই একে বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার করা যাবে।

প্রশ্ন ৮১



ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা

- ক. IC কী? ১
- খ. পদার্থের অতিপরিবাহিতা ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্ভীপকের বর্তনীর জন্য  $\beta$  বের করো। ৩
- ঘ. “বর্তনীর ইনপুটে একটি দুর্বল সংকেত প্রয়োগ করলে আউটপুটে একটি বিবর্ধিত সংকেত পাওয়া যাবে”— উপরের বর্তনীর জন্য উক্তিটির সত্যতা যাচাই করো। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ইনটিগ্রেটেড বা সমন্বিত সার্কিটের নাম IC। এটি হলো সেই বর্তনী যাতে বর্তনীর উপাংশ বা যন্ত্রাংশগুলো ক্ষুদ্র অর্ধপরিবাহক চিপে বিশেষভাবে গঠন করা হয় যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে চিপের অংশ।

খ. সাধারণত ধাতব পরিবাহীর তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ বাড়ে এবং তাপমাত্রা কমালে রোধ কমে। কিছু কিছু ধাতব পরিবাহীর তাপমাত্রা কমিয়ে পরমশূন্য তাপমাত্রা বা 0 K এ নিয়ে গেলে পরিবাহীর রোধ শূন্য হয়। তখন এরা অল্প বিভব পার্থক্যে বিশাল মানের তড়িৎ প্রবাহে সক্ষম হয় বলে এদেরকে অতি পরিবাহী ও এ ধর্মকে অতিপরিবাহিতা বলে।

গ. বেস প্রবাহ  $I_B$ ; সংগ্রাহক প্রবাহ  $I_E$  হলে, প্রবাহ বিবর্ধক গুণক,  $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$  এখানে, সংগ্রাহক প্রবাহ,  $I_C = 0.95 \text{ mA}$

$$\text{বা, } I_E = \frac{I_C}{\alpha}$$

$$= \frac{0.95}{0.95} = 1 \text{ mA}$$

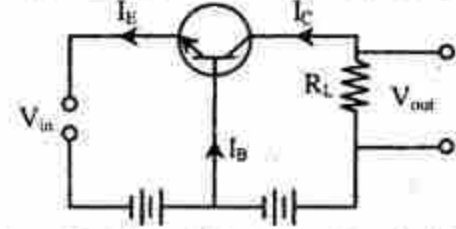
$$\therefore \beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$= \frac{I_C}{I_E - I_C}$$

$$= \frac{0.95}{1 - 0.95}$$

$$= 19 \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্ভীপকের বর্তনীটি একটি কমন বেস বিবর্ধকের বর্তনীর চিত্র। এক্ষেত্রে ইনপুট এমিটার বেসে ও আউটপুট কালেক্টর বেসে থাকে।



এক্ষেত্রে ইনপুটের পরিবর্তনে এমিটার কারেন্ট পরিবর্তিত ও আউটপুটে কালেক্টর কারেন্টের পরিবর্তন পাওয়া যায়।

$$\therefore \text{কমন বেস প্রবাহ বিবর্ধক গুণক, } \alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$$

কিন্তু,  $\alpha < 1$

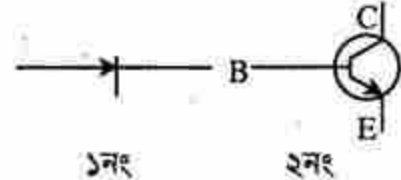
$$\text{বা, } \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} < 1$$

$$\therefore \Delta I_C < \Delta I_E$$

অর্থাৎ, উক্ত বর্তনীতে বিবর্ধন। এর ছোট বলে আউটপুটের কারেন্টের পরিবর্তন ইনপুটের কারেন্টের পরিবর্তনের চাইতে ছোট।

অতএব, উক্ত বর্তনীতে ইনপুটে দুর্বল সংকেত দিলে আউটপুটে বিবর্ধিত সংকেত পাওয়া যাবে— উক্তিটি সঠিক নয়।

প্রশ্ন ৮২



সিরকারি সৈয়দ হাফেজ আলী কলেজ, বরিশাল

২ নং চিত্রে,  $I_B = 100 \text{ mA}$ ,  $I_C = 5 \text{ A}$

- ক. সুপার নোভা কী? ১
- খ. p-টাইপ অর্ধপরিবাহী ও n-টাইপ অর্ধপরিবাহী এর মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. চিত্র ২ নং এর জন্য  $\alpha$  এর মান বের করো। ৩
- ঘ. চিত্রের কোন Deviceটি Rectifier হিসেবে কীভাবে ব্যবহার করা যায়? বিশ্লেষণ করো। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

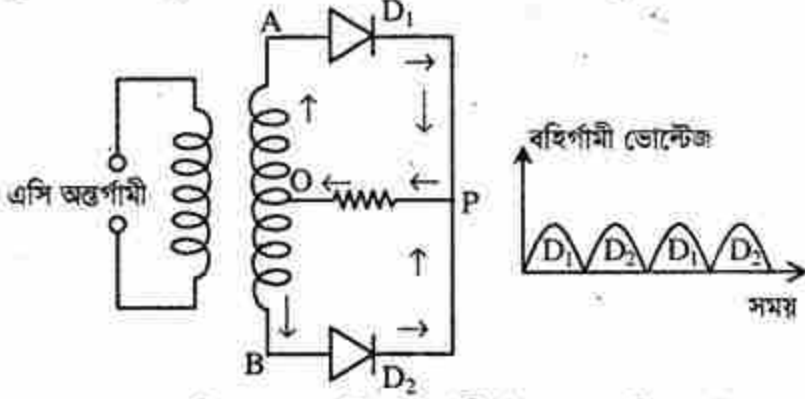
ক. সূর্যের ভরের তুলনায় অনেক ভারী নক্ষত্রগুলো জ্বালানি শেষ হলে স্ফোচন অত্যন্ত তীব্র হয় এবং মূল অংশের ঘনত্ব এত বেড়ে যায় যে প্রচণ্ড বিস্ফোরণের মধ্যদিয়ে মৃত্যুবরণ করে। এই প্রচণ্ড বিস্ফোরণকে সুপারনোভা (supernova) বিস্ফোরণ বলা হয়।

খ. P-type এবং N-type অর্ধপরিবাহীর পার্থক্য নিম্নরূপ:

P-type অর্ধপরিবাহী	N-type অর্ধপরিবাহী
১. অর্ধপরিবাহী পদার্থে ত্রি-যোজী মৌল ভেজাল বা অপদ্রব্য হিসেবে মেশানো হয়।	১. অর্ধপরিবাহী পদার্থে পঞ্চযোজী মৌল ভেজাল বা অপদ্রব্য হিসেবে মেশানো হয়।
২. ধনাত্মক আধান বাহক হোল গরিষ্ঠ আধান বাহক হিসেবে কাজ করে।	২. ঋণাত্মক আধান বাহক ইলেকট্রন গরিষ্ঠ আধান বাহক হিসেবে কাজ করে।

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_C + I_B} = \frac{5}{5 + 0.1} = 0.98 \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপকে চিত্র ১ এর যন্ত্রটি হলো ডায়োড। একে রেকটিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা যায়। দুটি ডায়োড ব্যবহার করে তৈরি একটি পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকারকের বর্তনী ও ক্রিয়াকৌশল নিম্নরূপ:

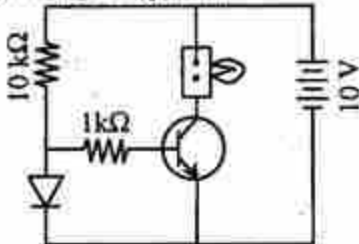


পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকারকে এসি অন্তর্গামী উৎসের দুটি চক্রই কাজে লাগানো হয়। এজন্য বর্তনীতে কমপক্ষে দুটি ডায়োড ব্যবহার করা হয়। চিত্রে  $D_1$  ও  $D_2$  ডায়োড দুটিকে একটি ট্রান্সফর্মারের গৌণ কুণ্ডলী AB এর সাথে সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ডায়োড  $D_1$  এসি অন্তর্গামী উৎসের গৌণকুণ্ডলীর OA অংশে আগত উপরের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে এবং ডায়োড  $D_2$  গৌণকুণ্ডলীর OB অংশে আগত নিচের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে।

এসি অন্তর্গামীর প্রথম ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং B প্রান্ত ঋণাত্মক হয়, ফলে ডায়োড  $D_1$  সম্মুখী ঝোক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়, কিন্তু  $D_2$  ডায়োড বিমুখী ঝোক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এক্ষেত্রে OAD<sub>1</sub> PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। অন্তর্গামীর দ্বিতীয় অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং B প্রান্ত ধনাত্মক হয় ফলে ডায়োড  $D_2$  সম্মুখী ঝোক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

কিন্তু  $D_1$  বিমুখী ঝোক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যে দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। এক্ষেত্রে OBD<sub>2</sub> PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। উভয় ক্ষেত্রেই ভার  $R_L$  এর মধ্যদিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ, ভার  $R_L$  এর মধ্যদিয়ে একমুখী তড়িৎ (D.C) প্রবাহিত হয়। চিত্রে অন্তর্গামী ও বহির্গামী প্রবাহ দেখানো হয়েছে। অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের বেলায় যেখানে শুধুমাত্র অর্ধচক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায় সেখানে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারের ক্ষেত্রে পূর্ণ চক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায় বলে একে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার বলে।

প্রশ্ন ৪৩ সন্ধ্যা হওয়ার সাথে বারান্দার লাইটটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে জ্বলে ওঠার জন্য মিলন ০.৯৭ প্রবাহ বিবর্ধক গুণক বিশিষ্ট একটি ট্রানজিস্টর সহযোগে নিচের বর্তনী অনুসারে লাইটটিকে যুক্ত করল। কিন্তু সন্ধ্যার অন্ধকার নেমে আসলেও দেখা গেল লাইটটি জ্বলছে না। বর্তনী দেখে স্যার বললেন, বর্তনীতে ডায়োডের স্থলে একটি ফটো রেজিস্টর লাগালে অন্ধকার হলে লাইটটি জ্বলবে।



[রাজ্যসভা সরকারি কলেজ]

- ক. সমন্বিত বর্তনী বলতে কী বুঝ? ১  
খ. অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ার এর চেয়ে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারে আউটপুট ভোল্টেজ বেশি পাওয়া যায় কেন? ২

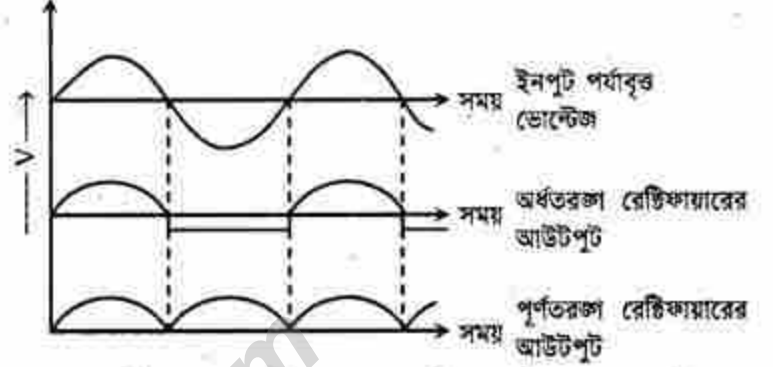
গ. ভূমি প্রবাহ ০.০৫ mA হলে ট্রানজিস্টরের সংগ্রাহক প্রবাহ কত হবে? ৩

ঘ. ডায়োডের পরিবর্তে বর্তনীতে ফটো রেজিস্টর লাগালে কেন অন্ধকার জায়গায় লাইটটি জ্বলবে? ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সমন্বিত বর্তনী হলো সেই বর্তনী যাতে বর্তনীর উপাংশ বা যন্ত্রাংশগুলো ক্ষুদ্র অর্ধ পরিবাহক চিপে বিশেষভাবে গঠন করা হয় যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে চিপের অংশ।

খ. অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারে ইনপুট পর্যাবৃত্ত ভোল্টেজের ধনাত্মক চক্রের জন্য কেবল আউটপুট পাওয়া যায়। কিন্তু পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারে ইনপুট পর্যাবৃত্ত ভোল্টেজের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক দুই চক্রের জন্যই আউটপুট ভোল্টেজ পাওয়া যায়।



এ কারণে অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের চাইতে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারের আউটপুট ভোল্টেজ বেশি হয়।

গ. সংগ্রাহক প্রবাহ  $I_C$  ও নিঃসারক প্রবাহ  $I_E$  হলে,

$$\text{প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, } \alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$\text{বা, } \alpha = \frac{I_C}{I_C + I_B}$$

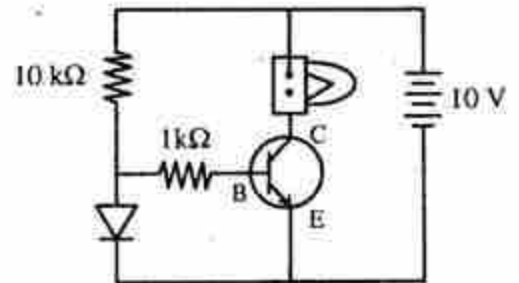
$$\text{বা, } \alpha I_C + \alpha I_B = I_C$$

$$\text{বা, } I_C - \alpha I_C = \alpha I_B$$

$$\therefore I_C = \frac{\alpha I_B}{1 - \alpha}$$

$$= \frac{0.99 \times 0.05}{1 - 0.99} = 4.95 \text{ mA (Ans.)}$$

ঘ.



চিত্রের বর্তনীতে ডায়োড সংযুক্ত করার কারণে বর্তনীর উক্ত অংশ শর্ট সার্কিটেড হয়ে যায়। ফলে কারেন্ট বেসে যায় না। ফলে ট্রানজিস্টরটি ক্রিয়াশীল থাকে না। ফলে সংগ্রাহক কারেন্ট শূন্য হয়। তাই লাইটটি জ্বলে না।

এখন উক্ত স্থানে ফটো রেজিস্টর লাগানো হলে, অন্ধকার স্থানে ফটো রেজিস্টরের রোধ অসীম। তাই বেসে কারেন্ট প্রবাহ শুরু হবে এবং ফলে ট্রানজিস্টর ক্রিয়াশীল হবে এবং সংগ্রাহক প্রবাহও অশূন্য হবে। ফলে লাইটটি জ্বলে উঠবে।

প্রশ্ন ৪৪ একটি কমন বেস সংযোগে থাকা ট্রানজিস্টরের নিঃসারক ও বেস প্রবাহ যথাক্রমে ০.৮৫mA এবং ০.০৫mA

[মাগুরা সরকারি মহিলা কলেজ, মাগুরা]

- ক. ডোপিং কী? ১  
খ. বিপরীত ঝোকে ডায়োডের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায় না কেন? ২



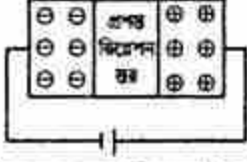
গ. উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরটির বিবর্ধন ফ্যাক্টর নির্ণয় করো। ৩

ঘ. নিঃসারক ও বেস প্রবাহদ্বয় দ্বিগুণ করা হলে ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পজ্জযোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ.



বিপরীত ঝোকে n-টাইপ বস্তুর মুক্ত ইলেকট্রন ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্তের আকর্ষণের ফলে n-টাইপ বস্তুতেই থেকে যায়। একইভাবে p-টাইপ বস্তুর হোলও ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তের আকর্ষণের কারণে p-টাইপ বস্তুতেই থেকে যায়। ফলে ডিপ্লেশন স্তর প্রশস্ত হয় ও কোনো তড়িৎ প্রবাহ হয় না।

গ. প্রবাহ বিবর্ধন ফ্যাক্টর  $\alpha$  হলে,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \quad \text{এখানে,}$$

$$= \frac{I_E - I_B}{I_E} \quad \text{নিঃসারক প্রবাহ, } I_E = 0.85 \text{ mA}$$

$$= \frac{0.85 - 0.05}{0.85} \quad \text{পীঠ প্রবাহ, } I_B = 0.05 \text{ mA}$$

$$= \frac{0.80}{0.85}$$

$$= 0.941 \text{ (Ans.)}$$

ঘ. ট্রানজিস্টরটির বর্তমান প্রবাহ লাভ  $\beta_1$  হলে,

$$\beta_1 = \frac{I_C}{I_B}$$

$$= \frac{I_E - I_B}{I_B}$$

$$= \frac{0.85 - 0.05}{0.05}$$

$$= 16$$

নিঃসারক ও বেস প্রবাহ দ্বিগুণ করা হলে ট্রানজিস্টরটির নতুন প্রবাহ লাভ,  $\beta_2$  হলে,

$$\beta_2 = \frac{I_C}{I_B}$$

$$= \frac{I_E - I_B}{I_B}$$

$$= \frac{0.85 \times 2 - 0.05 \times 2}{0.05 \times 2}$$

$$= 16$$

এখানে,  $\beta_1 = \beta_2$

অর্থাৎ, নিঃসারক ও বেস প্রবাহদ্বয় দ্বিগুণ করা হলেও ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভ একই থাকবে।

প্রশ্ন ৪৫ সংখ্যা বিভিন্ন ভাবে প্রকাশ ও ব্যাখ্যা করা যায়। যেমন:  $(A82C.D)_{16}$   $(9)_{10}$   $(73057.62)_8$  ও  $(1111001)_2$  সংখ্যাগুলোর যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ করার জন্য সবগুলোকে একই পদ্ধতিতে পরিবর্তন করে নিতে হয়।

[মাগুরা সরকারি মহিলা কলেজ, মাগুরা]

ক. ডোপিং কাকে বলে? ১

খ. ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত অষ্টাল ও হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা দুটি বিয়োগ করে হেক্সাডেসিমেল দেখাও। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ডেসিমেল সংখ্যাটিকে বাইনারিতে রূপান্তরিত কর, এবং উদ্দীপকে প্রদত্ত বাইনারি সংখ্যাটিকে রূপান্তরিত বাইনারি সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে ভাগফল ও ভাগশেষ কত দেখাও।

### ৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পজ্জযোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. রিডার্স বায়াস ভোল্টেজ বৃদ্ধি করতে থাকলে ইলেকট্রনের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় এবং সেমিকন্ডাক্টর (p - n) ডায়োডের পরমাণু থেকে ইলেকট্রন বেরিয়ে আসে। এ পর্যায়ে জাংশনে ইলেকট্রনের ধ্বংস নামে ফলে প্রবাহ দ্রুত বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়। রিডার্স কারেন্ট বা প্রবাহ বৃদ্ধির ফলে ডিপ্লেশন লেয়ার অঞ্চলে বা p - n জাংশনের সংযোগস্থলে রোধের পতন ঘটে। এই পর্যায়ে ভোল্টেজকে বলা হয় ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ। এ পর্যায়ে ডায়োড তার কার্যকারিতা হারিয়ে ফেলে অর্থাৎ ডায়োড তখন পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে। ব্রেক ডাউন ভোল্টেজের পর জাংশন সাধারণত স্থায়ীভাবে ধ্বংস প্রাপ্ত হয়।

গ.  $(73057.62)_8$  ও  $(A82C.D)_{16}$  কে বাইনারিতে রূপান্তর করি

অকটাল	7	3	0	5	7	6	2
	111	011	000	101	111	110	010

$$\therefore (73057.62)_8 = (111011000101111.110010)_2$$

হেক্সাডেসিমাল	A	8	2	C	D
	1010	1000	0010	1100	1101

$$\therefore (A82C.D)_{16} = (1010100000101100.1101)$$

$$\therefore 111011000101111.110010$$

$$1010100000101100.1101$$

$$10001111001011100.100110$$

বাইনারি	0001	0001	1110	0101	1100	1001	1000
হেক্সাডেসিমাল	1	1	E	5	C	9	8

$$\therefore \text{নির্ণেয় যোগফল } (11E5C.98)_{16} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপকের ডেসিমেল সংখ্যা 9 কে বাইনারিতে রূপান্তর করি—

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 9} \\ 2 \overline{) 4-1} \\ 2 \overline{) 2-0} \\ 2 \overline{) 1-0} \\ 0-1 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{LSD} \\ \\ \\ \\ \text{MSD} \end{array}$$

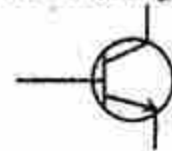
$$\therefore (9)_{10} = (1001)_2$$

প্রদত্ত বাইনারি সংখ্যা  $(1111001)_2$  কে  $(1001)_2$  দ্বারা ভাগ করি।

$$\begin{array}{r} 1001 \overline{) 1111001} \\ \underline{1001} \phantom{000} \\ 1100 \phantom{00} \\ \underline{1001} \phantom{00} \\ 001101 \\ \underline{1001} \\ 0100 \end{array}$$

$$\therefore \text{নির্ণেয় ভাগফল } (1101)_2 \text{ ও ভাগশেষ } (100)_2$$

প্রশ্ন ৪৬ উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[বি এ এক সাহীন কলেজ, যশোর]

ক. সুপারনোভা কী? ১

খ. চলন্ত ট্রেন থেকে একটি বস্তু ফেলে দিলে, ট্রেনের যাত্রী ও রাস্তার পাশে দাঁড়ানো দর্শক বস্তুটির গতি কেমন দেখবে? ২

গ. বিবর্ধক হিসাবে ডিভাইসটি ব্যবহার করতে প্রয়োজনীয় চিত্র একে বর্ণনা দাও। ৩

ঘ. ডিভাইসটিকে কীভাবে সুইচ হিসাবে ব্যবহার করা যাবে তার প্রয়োজনীয় বর্তনী একে ব্যাখ্যা সহ উপস্থাপন করো। ৪

### ৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সূর্যের ভরের তুলনায় অনেক ভারী নক্ষত্রগুলো জ্বালানি শেষ হলে সঙ্কোচন অভ্যন্তরীণ হয় এবং মূল অংশের ঘনত্ব এত বেড়ে যায় যে প্রচণ্ড বিস্ফোরণের মধ্য দিয়ে মৃত্যুবরণ করে। এই প্রচণ্ড বিস্ফোরণকে সুপারনোভা (supernova) বিস্ফোরণ বলা হয়।

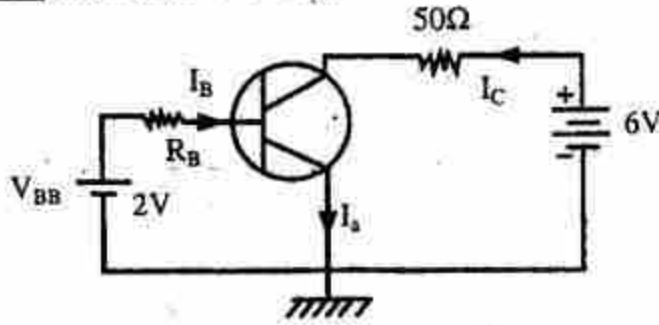
ক। চলন্ত ট্রেন থেকে একটি বস্তু ফেলে দিলে বস্তুটির গতিপথ হবে দ্বিমাত্রিক, রাস্তার পাশে দাঁড়ানো দর্শকের সাপেক্ষে। এটি ট্রেনের সমান বেগ নিয়ে সামনের দিকে চলবে এবং একই সাথে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ন্যায় গতি অর্জন করবে। ফলে রাস্তার পাশে দাঁড়ানো দর্শকের কাছে মনে হবে, বস্তুটি অনুভূমিকভাবে নিষ্কিপ্ত একটি প্রাসের ন্যায়।

তবে ট্রেনের যাত্রী যেহেতু একই বেগে সামনের দিকে যাচ্ছে, তাই ট্রেনের গতির দিকে বরাবর সে বস্তুটির মাঝে কোনো বেগ দেখতে পাবে না। অন্যকথায় অনুভূমিক দিক বরাবর যাত্রীর সাপেক্ষে বস্তুর গতিবেগ শূন্য। তাই সে বস্তুটিকে কেবল খাড়া নিচের দিকে পড়তে দেখবে।

গ। ৩(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ। ১১(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৮৭ নিচের চিত্রটি লক্ষ্য করো:



[আল-আমিন একাডেমী স্কুল এন্ড কলেজ, চাঁদপুর]

ক. ট্রানজিস্টর কাকে বলে? ১

খ. n-p-n এবং p-n-p ট্রানজিস্টর এর মধ্যে কোনটি বেশি ব্যবহার উপযোগী? ২

গ. উদ্দীপক হতে  $\alpha$  ও  $\beta$  এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে দেখাও

যে,  $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$  ৩

ঘ. উদ্দীপকটিতে  $I_C$ ,  $I_E$  এবং  $I_B$  এর মধ্যে কার মান সবচেয়ে কম? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [যেখানে  $\beta = 10$ ] ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। দুটি একই ধরনের অর্ধপরিবাহীর মধ্যস্থলে এদের বিপরীত ধরনের অর্ধপরিবাহী বিশেষ প্রক্রিয়ায় পরস্পরের সাথে যুক্ত করে যে যন্ত্র তৈরি করা হয় তাকে ট্রানজিস্টর বলে।

খ। npn ট্রানজিস্টরের ভিতরে তড়িৎ প্রবাহ ইলেকট্রনের প্রবাহের জন্য হয় এবং npn ট্রানজিস্টরের ভিতরে তড়িৎ প্রবাহ হোল-এর প্রবাহের জন্য হয় কিন্তু বহিঃবর্তনীর সংযোগ তারের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ ইলেকট্রনের জন্যই হয়ে থাকে। অর্থাৎ npn ও pnp ট্রানজিস্টরের কার্যনীতি একই রকম হলেও npn ট্রানজিস্টরের তড়িৎ বাহক হল প্রধানত ইলেকট্রন এবং pnp ট্রানজিস্টরের তড়িৎ বাহক প্রধানত হোল।

আমরা জানি যে, ইলেকট্রন অধিক দ্রুত তড়িৎবাহক। তাই উচ্চ কম্পাঙ্ক বর্তনী বা কম্পিউটার বর্তনীতে pnp এর তুলনায় npn ব্যবহার করলে তা বেশী কার্যকর হয় এবং বর্তনী সিগনালের প্রতি দ্রুত সাড়া দেয়।

গ। দ্বিমেরু ট্রানজিস্টরের বিবর্ধক বর্তনীর সাধারণ পীঠ বিন্যাসে সংগ্রাহক প্রবাহ ও নিঃসারক প্রবাহের অনুপাতকে প্রবাহ বিবর্ধন গুণক ( $\alpha$ ) বলে। অপরদিকে, সাধারণ নিঃসারক বিন্যাসের সংগ্রাহক প্রবাহ ও পীঠ প্রবাহের অনুপাতকে প্রবাহ লাভ ( $\beta$ ) বলে।

সংজ্ঞামতে,  $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$  এবং  $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

$\therefore \frac{\alpha}{\beta} = \frac{\frac{I_C}{I_E}}{\frac{I_C}{I_B}} = \frac{I_B}{I_E}$  বা,  $\frac{I_E}{I_B} = \frac{\beta}{\alpha}$

বা,  $\frac{I_C + I_B}{I_B} = \frac{\beta}{\alpha}$  বা,  $\frac{I_C}{I_B} + 1 = \frac{\beta}{\alpha}$  বা,  $\beta + 1 = \frac{\beta}{\alpha}$

বা,  $1 = \frac{\beta}{\alpha} - \beta$  বা,  $\beta \left( \frac{1}{\alpha} - 1 \right) = 1$

বা,  $\beta \left( \frac{1-\alpha}{\alpha} \right) = 1 \therefore \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$  [দেখানো হলো]

ঘ। দেওয়া আছে,

প্রবাহ লাভ,  $\beta = 10$

উদ্দীপকের বর্তনীর বাম লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$+V_{BB} - (3k\Omega)I_B - V_{BE} = 0 \dots\dots\dots(i)$

এখানে,  $V_{BB} = 2$  volt এবং সিলিকনের তৈরি পীঠ নিঃসারক (যা একটি p-n জংশন) জংশনের বিভব পতন প্রায় 0.7 ভোল্ট।

$\therefore V_{BE} = 0.7$  volt

$\therefore (i)$  হতে পাই,  $(3k\Omega)I_B + V_{BE} = V_{BB}$

বা,  $(3k\Omega)I_B = V_{BB} - V_{BE}$

$\therefore I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{3k\Omega} = \frac{2V - 0.7V}{3000\Omega} = 4.33 \times 10^{-4} A$

যেহেতু,  $\beta = 10 \therefore \frac{I_C}{I_B} = 10$  বা,  $I_C = 10I_B = 10 \times 4.33 \times 10^{-4} A$   
 $= 4.33 \times 10^{-3} A$

এবং  $I_E = I_C + I_B = 4.33 \times 10^{-3} A + 4.33 \times 10^{-4} A$   
 $= 4.763 \times 10^{-3} A$

$I_C$ ,  $I_B$  এবং  $I_E$  এর মান তুলনা করে পাই,

$4.33 \times 10^{-4} A < 4.33 \times 10^{-3} A < 4.763 \times 10^{-3} A$

বা,  $I_B < I_C < I_E$

সুতরাং, উদ্দীপকটিতে  $I_C$ ,  $I_E$  এবং  $I_B$  এর মধ্যে  $I_B$  এর মান সবচেয়ে কম।

প্রশ্ন ৮৮ একটি n-p-n ট্রানজিস্টরকে CE বিন্যাসে সজ্জিত করা হলো। এক্ষেত্রে  $I_E = 1.75mA$  এবং  $I_B = 0.05mA$  পাওয়া গেল। পরবর্তীতে CB বিন্যাসে  $I_E$  ও  $I_C$  কে 3 গুণ করা হলো।

[শেরপুর সরকারি কলেজ, শেরপুর]

ক. লজিক গেইট কি? ১

খ. অর্ধপরিবাহীকে তাপ দিলে পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে কেন? ২

গ. প্রথম ক্ষেত্রে প্রবাহলাভ কত? ৩

ঘ. বিবর্ধক হিসেবে CE ও CB এর মধ্যে কোনটি বেশী কার্যকর হবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

৮৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। যে সমস্ত ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিট এক বা একাধিক ইনপুট গ্রহণ করে এবং একটিমাত্র আউটপুট প্রদান করে এবং যুক্তিভিত্তিক সংকেতের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে তাদেরকে লজিক গেট বলে।

খ। অর্ধ পরিবাহীকে তাপ দিলে কিছু সংখ্যক সহযোগী অনুবন্ধ ভেঙে যায় এবং কিছু যোজন ইলেকট্রন পরিবহন ব্যাণ্ডে প্রবেশ করার মত যথেষ্ট শক্তি অর্জন করে এবং মুক্ত ইলেকট্রনে পরিণত হয় যা নির্দিষ্ট বিভব পার্থক্যে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করে। এজন্য অর্ধপরিবাহীকে তাপ দিলে পরিবাহীতা বৃদ্ধি পায় এবং তা পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে।

গ। দেওয়া আছে, CE বিন্যাসে

নিঃসারক প্রবাহ,  $I_E = 1.75$  mA

পীঠ প্রবাহ,  $I_B = 0.05$  mA

বের করতে হবে, প্রবাহ লাভ,  $\beta = ?$

আমরা জানি,  $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B}$  [ $\because I_E = I_C + I_B$ ]

$= \frac{I_E}{I_B} - 1 = \frac{1.75 \text{ mA}}{0.05 \text{ mA}} - 1 = 34$  (Ans.)

ঘ। CE বিন্যাসে পীঠে অন্তর্মুখী প্রবাহ দেওয়া হয় এবং সংগ্রাহক থেকে বহির্মুখী প্রবাহ নেওয়া হয়।

তাহলে বহির্মুখী প্রবাহ ও অন্তর্মুখী প্রবাহের অনুপাত  $= \frac{I_C}{I_B}$

$\Rightarrow \beta = 34$  [‘গ’ অংশ থেকে পাই]

CE বিন্যাসে  $I_C = I_E - I_B = 1.75 \text{ mA} - 0.05 \text{ mA} = 1.70 \text{ mA}$

দ্বিতীয়ক্ষেত্রে, CB বিন্যাসে

$I_E = 3 \times 1.75 \text{ mA} = 5.2 \text{ mA}$

এবং  $I_C = 3 \times 1.70 \text{ mA} = 5.10 \text{ mA}$



আমরা জানি, CB বিন্যাসে অন্তর্মুখী প্রবাহ দেওয়া হয় নিঃসারকে এবং বহির্মুখী প্রবাহ নেওয়া হয় সংগ্রাহক থেকে। তাহলে বহির্মুখী প্রবাহ ও অন্তর্মুখী প্রবাহের অনুপাত =  $\frac{I_C}{I_E}$

$$= \frac{5.10 \text{ mA}}{5.25 \text{ mA}} = 0.97$$

অর্থাৎ CB বিন্যাস অন্তর্মুখী প্রবাহ বা ডোন্টজকে বিবর্ধিত করতে অক্ষম। অপরদিকে CE বিন্যাস অন্তর্মুখী সিগনালকে বহুগুণে বিবর্ধিত করতে সক্ষম। তাই বিবর্ধক হিসেবে CE কার্যকর। CB মোটেই কার্যকর নয়।

CB বিন্যাসে  $I_E$  ও  $I_C$  এর মান পূর্বের তুলনায় 3 গুণ করে কোনো লাভ নেই। কারণ এদের অনুপাত আগের মতোই থাকছে।

**প্রশ্ন 8৯** একটি n - p - n ট্রানজিস্টরকে প্রথমে সাধারণ নিঃসারক বিন্যাসে সংযোগ দিয়ে নিঃসারক প্রবাহ 1.92 mA এবং পীঠ প্রবাহ 80A পাওয়া গেল। পরে সাধারণ ভূমি বিন্যাসে সংযোগ দিয়ে নিঃসারক প্রবাহ এবং সংগ্রাহক প্রবাহের মান পাঁচগুণ করা হলো।

(সিঙ্গেট সরকারি মহিলা কলেজ, সিঙ্গেট)

- ক. সূচন কম্পাঙ্ক কী? ১
- খ. ব্যান্ড তত্ত্বের আলোকে অর্ধ-পরিবাহীর বৈশিষ্ট্য লেখ। ২
- গ. উদ্দীপক অনুসারে প্রবাহ লাভ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত ট্রানজিস্টরের সাধারণ ভূমি বিন্যাসের সংযোগের ক্ষেত্রে প্রবাহ বিবর্ধক গুণকের মান পরিবর্তন হবে কি-না- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** প্রত্যেক ধাতুর ক্ষেত্রে একটি ন্যূনতম কম্পাঙ্ক আছে যার চেয়ে কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট কোনো আলো ঐ ধাতু থেকে ইলেকট্রন নির্গত করতে পারে না। ঐ ন্যূনতম কম্পাঙ্ককে ঐ ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক বলে।

**খ.** পরমাণুর সবচেয়ে বাইরের কক্ষপথের ইলেকট্রনগুলোকে যোজন ইলেকট্রন এবং এদের শক্তির পাল্লা বা ব্যান্ডকে যোজন ব্যান্ড বলে। আবার, মুক্ত যোজন ইলেকট্রনগুলো তড়িৎ পরিবহন করে বলে এদেরকে পরিবহন ইলেকট্রন এবং এদের শক্তির ব্যান্ডকে পরিবহন ব্যান্ড বলে। অর্ধপরিবাহকে যোজনশক্তি ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ ও পরিবহন ব্যান্ড আংশিক পূর্ণ থাকে। এছাড়া এ দুই ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যবধান খুবই কম থাকে। কক্ষ তাপমাত্রায় জার্মেনিয়ামের জন্য 0.7eV ও সিলিকনের জন্য 1.1eV। ফলে তুলনামূলক কম শক্তি প্রয়োগেই ইলেকট্রনগুলোকে যোজন ব্যান্ড হতে পরিবহন ব্যান্ডে স্থানান্তর সম্ভব হয়। একারণে তাপমাত্রা বাড়াতে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়।

**গ.** ৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 23

**ঘ.** আমরা জানি,

$$I_{E1} = I_{C1} + I_{B1}$$

$$\text{বা, } I_{C1} = I_{E1} - I_{B1}$$

$$= (1.92 \text{ mA}) - (0.08 \text{ mA})$$

$$= 1.84 \text{ mA}$$

$$\text{আবার, } \alpha_1 = \frac{I_{C1}}{I_{E1}} = \frac{1.84 \text{ mA}}{1.92 \text{ mA}} = 0.958$$

এখন, নিঃসারক প্রবাহ ও সংগ্রাহক প্রবাহ পাঁচগুণ করা হল

আমরা জানি,

$$\alpha_2 = \frac{I_{C2}}{I_{E2}}$$

$$= \frac{9.2 \text{ mA}}{9.6 \text{ mA}}$$

$$= 0.958$$

এখানে,

$$\text{নিঃসারক প্রবাহ, } I_{E2} = 5 \times (1.92 \text{ mA})$$

$$= 9.6 \text{ mA}$$

$$\text{সংগ্রাহক প্রবাহ, } I_{C2} = 5 \times (1.84 \text{ mA})$$

$$= 9.2 \text{ mA}$$

অর্থাৎ প্রবাহ বিবর্ধন গুণকের মান পরিবর্তন হবে না।

**প্রশ্ন ৫০** একটি কমন বেজ সংযোগে থাকা ট্রানজিস্টরের নিঃসারক ও বেস প্রবাহ যথাক্রমে 0.85mA ও 0.05mA।

(খিলগাঁও মডেল বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ)

- ক. ডোপিং কি? ১
- খ. তড়িৎ প্রবাহের ফলে পারিবাহীতে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? ২
- গ. ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. নিঃসারক ও বেস প্রবাহদ্বয় দ্বিগুণ করা হলে ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পজায়োজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

**খ.** তড়িৎ পরিবাহকে বেশ কিছু সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্যদিয়ে পরিবাহকের নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয় এবং পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়। এজন্য তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

**গ.** দেওয়া আছে, নিঃসারক প্রবাহ,  $I_E = 0.85 \text{ mA}$

$$\text{বেস প্রবাহ, } I_B = 0.05 \text{ mA}$$

বের করতে হবে, প্রবাহ বিবর্ধন গুণক,  $\alpha = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_E - I_B}{I_E} = 1 - \frac{I_B}{I_E} = 1 - \frac{0.05 \text{ mA}}{0.85 \text{ mA}} = \frac{16}{17} = 0.94 \text{ (Ans.)}$$

**ঘ.** উদ্দীপকে বর্ণিত উপাত্ত মতে,

$$\text{প্রবাহ লাভ, } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B}$$

$$= \frac{I_E}{I_B} - 1 = \frac{0.85 \text{ mA}}{0.05 \text{ mA}} - 1 = 16$$

পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ করা হলে নিঃসারকের নতুন মান,

$$I_E' = 2I_E = 2 \times 0.85 \text{ mA} = 1.7 \text{ mA}$$

$$\text{এবং বেস প্রবাহের নতুন মান, } I_B' = 2I_B = 2 \times 0.05 \text{ mA} = 0.1 \text{ mA}$$

$$\text{এক্ষেত্রে, প্রবাহ লাভ, } \beta = \frac{I_C'}{I_B'} = \frac{I_E' - I_B'}{I_B'}$$

$$= \frac{I_E'}{I_B'} - 1 = \frac{1.7 \text{ mA}}{0.1 \text{ mA}} - 1 = 17 - 1 = 16$$

সুতরাং, নিঃসারক ও বেস প্রবাহদ্বয় দ্বিগুণ করা হলে ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভের পরিবর্তন হবে না।

**বি.স্র.:** ট্রানজিস্টরটি যদি কমন এমিটার বিন্যাসে সংযুক্ত করা হয়। তবে অন্তঃগামী প্রবাহ তখন  $I_B$  এবং বহির্গামী প্রবাহ  $I_C$  এবং তখন প্রবাহ লাভ  $\beta > 1$  হয়।

তাহাড়া কমন বেস সংযোগে ইনপুট প্রবাহ হচ্ছে  $I_E$  ও আউটপুট প্রবাহ  $I_C$  তাহলে প্রবাহ বিবর্ধন গুণক বা প্রবাহ লাভ হচ্ছে,  $\alpha < 1$ ।

**প্রশ্ন ৫১** একটি কমন বেস সংযোগে থাকা ট্রানজিস্টরের প্রবাহ লাভ 200 এবং বেস কারেন্ট 90μA।

(পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ)

- ক. ডোপিং কাকে বলে? ১
- খ. আদর্শ কৃষ্ণবস্তু ও কৃষ্ণগহ্বর এক নয় ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্দীপকের আলোকে বিবর্ধন গুণক নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. এমিটার কারেন্ট ও কালেক্টর কারেন্টের মান গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোত্তী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পজ্যোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. আদর্শ কৃষ্ণবস্তু হচ্ছে সে সমস্ত বস্তু যেখানে আলো আপতিত হলে সমস্ত পরিমাণই শোষিত হয় অর্থাৎ এসব বস্তু থেকে কোন আলো প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয় না।

আবার, বস্তুটি বিন্দু হোক বা না হোক এর আকর্ষণ বল এত বেশি যে বস্তুটি এবং এর আশেপাশের যে অঞ্চল থেকে কোন তথ্য পাওয়া সম্ভব নয়। যেখান থেকে আলো বা কোনো বস্তু বেরিয়ে আসতে পারে না ঐ অঞ্চলকে কৃষ্ণগহ্বর বলে। এই বস্তুর পৃষ্ঠ থেকে মুক্তিবেগ হবে আলোর দ্রুতি  $c$  এর চেয়েও বেশি কিন্তু আদর্শ কৃষ্ণবস্তুর থেকে এরকম কোন ধারণা পাওয়া যায় না। অর্থাৎ বলা যায়, আদর্শ কৃষ্ণবস্তু ও কৃষ্ণগহ্বর এক নয়।

গ. এখানে, বেস প্রবাহ লাভ,  $\beta = 200$

$$\text{বেস কারেন্ট, } I_B = 90 \mu A = 90 \times 10^{-6} A$$

$$\text{এমিটার প্রবাহ বিবর্ধক গুণক, } \alpha = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \beta = \frac{I_C}{I_B} = 200$$

$$\text{বা, } 200 I_B = I_C \dots\dots\dots (i)$$

$$\text{আবার, } I_E = I_B + I_C$$

$$I_E = I_B + 200 I_B = 201 I_B \dots\dots\dots (ii)$$

$$\text{সুতরাং, } \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{200 I_B}{201 I_B} = 0.995 \quad (\text{Ans.})$$

বি.দ্র.: কমন বেস সংযোগের ক্ষেত্রে, প্রবাহ বিবর্ধন গুণক (current gain)  $\alpha < 1$ ;

$\alpha$  কে এমিটার প্রবাহ বিবর্ধন গুণকও বলা যায়।

আবার, কমন এমিটার সংযোগের ক্ষেত্রে প্রবাহ লাভ (current gain),  $\beta > 1$ ;  $\beta$  কে বেস প্রবাহ লাভও বলা যায়,

$$\alpha \text{ ও } \beta \text{ এর মধ্যে সম্পর্ক হলো, } \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

ঘ. এখানে, প্রবাহ লাভ,  $\beta = 200$

$$\text{বেস কারেন্ট, } I_B = 90 \mu A = 90 \times 10^{-6} A$$

$$= 90 \times 10^{-3} \text{ mA} = 0.09 \text{ mA}$$

মনে করি, এমিটার এবং কালেক্টর এর কারেন্ট যথাক্রমে  $I_E$  এবং  $I_C$

$$\text{আমরা জানি, } \beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\text{বা, } I_C = 200 I_B = 200 \times 90 \times 10^{-6} A = 18 \text{ mA}$$

$$\text{আবার, } I_E = I_B + I_C = (0.09 + 18) \text{ mA} = 18.09 \text{ mA}$$

অর্থাৎ এমিটারে কারেন্টের মান বেস কারেন্ট ও কালেক্টর কারেন্টের থেকে বেশি হয়।

প্রশ্ন ৫২ সাধারণ নিঃসারক ট্রানজিস্টর এর প্রবাহ বিবর্ধন গুণক এবং নিঃসারক প্রবাহ যথাক্রমে 0.95 and 1mA। [বিশাল ক্যাডেট কলেজ]

ক. স্ফটিক কি? ১

খ. p-n জংশন এর I-V গ্রাফ থেকে জেনার প্রভাব ব্যাখ্যা কর? ২

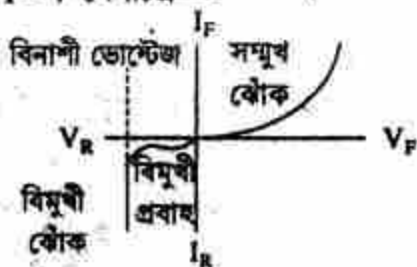
গ. প্রবাহ লাভ বের করো? ৩

ঘ. যদি ভূমি প্রবাহ 0.2 mA এবং প্রবাহ লাভ 100 হয় তাহলে কি নিঃসারক প্রবাহের কোনো পরিবর্তন হবে -গাণিতিক পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

### ৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. স্ফটিক হলো এক ধরনের কঠিন পদার্থ যার উপাদান (অণু, পরমাণু বা আয়ন) গুলো অত্যন্ত সুগুঞ্জলভাবে সজ্জিত থাকে এবং ল্যাটিস আকারে সবদিকে বর্ধিত হয়।

খ. একটি p-n জংশনের দুই প্রান্তে ভোল্টেজ প্রয়োগ করে তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়। এর I-V লেখচিত্র—



ডায়োডের বৈশিষ্ট্য লেখ থেকে, বিমুখী বৈকের ক্ষেত্রে ভোল্টেজের পার্থক্য যতই বাড়ানো হোক না কেন তড়িৎ প্রবাহের মানের পরিবর্তন খুবই কম হয়। এই অবস্থায় ভোল্টেজ আরো বাড়তে থাকলে শেষে এক সময় বিপুল পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়। এই ঘটনাকে জেনার প্রভাব বলে।

গ. দেওয়া আছে, কারেন্ট বিবর্ধন গুণক,  $\alpha = 0.95$

$$\text{এমিটার কারেন্ট, } I_E = 1 \text{ mA}$$

$$\text{আমরা জানি, কারেন্ট গেইন, } \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{0.95}{1 - 0.95}$$

$$\therefore \beta = 19 \quad (\text{Ans.})$$

ঘ. দেওয়া আছে, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে,

$$\text{বেস কারেন্ট, } I_{B2} = 0.2 \text{ mA}$$

$$\text{কারেন্ট গেইন, } \beta = 100$$

$$\text{প্রথম ক্ষেত্রে, } I_E = 1 \text{ mA}$$

তাহলে, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে কালেক্টর প্রবাহ  $I_{C2}$  হবে,

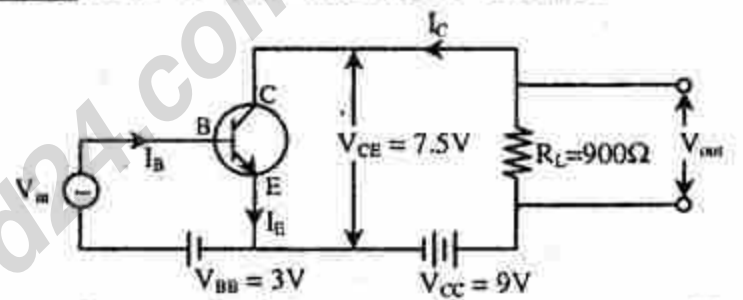
$$I_{C2} = \beta_2 \times I_{B2} = 100 \times 0.2 = 20 \text{ mA}$$

$$\text{আমরা জানি, } I_{E2} = I_{B2} + I_{C2} = 20 \text{ mA} + 0.2 \text{ mA} = 20.2 \text{ mA}$$

$$\therefore \text{নিঃসারক প্রবাহের পরিবর্তন বা বৃদ্ধি} = (20.2 - 1) \text{ mA} = 19.2 \text{ mA}$$

অর্থাৎ প্রবাহ লাভের পরিবর্তনে নিঃসারক প্রবাহ 19.2mA বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৫৩ চিত্রটি লক্ষ করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



চিত্রে একটি n-p-n ট্রানজিস্টর দেখানো হয়েছে যার প্রবাহ বিবর্ধক গুণক,  $\alpha = 0.95$ । [ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর]

ক. গভীর রোধ কী? ১

খ. একটি কৃষ্ণ বিবরের শোয়ার্জশিল্ড ব্যাসার্ধ 31km বলতে কী বোঝায়? ২

গ. উদ্দীপক হতে  $R_L$  এর প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত তথ্য হতে ট্রানজিস্টরটির ভূমি প্রবাহ নির্ণয় করা সম্ভব কি-না- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

### ৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি নির্দিষ্ট বায়াস বিভবে এর মানের ক্ষুদ্র পরিবর্তন ও আনুষঙ্গিক প্রবাহের মানের পরিবর্তনের অনুপাতকে ঐ নির্দিষ্ট বায়াস বিভবে ডায়োডের গভীর রোধ বলে।

খ. ২১(খ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

গ. ৩৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

$$\text{উত্তর: Hints: } I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_L}, V_{out} = I_C R_L$$

ঘ. ২৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।



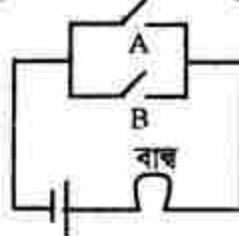
# পদার্থবিজ্ঞান

## দশম অধ্যায়: সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

৩১৮. কোনটি অন্তরক পদার্থ? (জান)
- ক) তামা      ঘ) রূপা  
গ) ইবোনাইট      ঘ) অ্যালুমিনিয়াম
৩১৯. পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ কত? (জান)
- ক)  $(10^{-10} - 10^{-6}) \Omega m$       ঘ)  $(10^{-8} - 10^{-6}) \Omega m$   
গ)  $(10^{10} - 10^6) \Omega m$       ঘ)  $(10^8 - 10^6) \Omega m$
৩২০. অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ কত? [সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল] (জান)
- ক)  $10^{-8} \Omega m - 10^{13} \Omega m$   
গ)  $10^{-4} \Omega m - 10^6 \Omega m$   
ঘ)  $10^8 \Omega m - 10^{13} \Omega m$   
ঙ)  $10^{13} \Omega m$  এর বেশি
৩২১. কোনটির আপেক্ষিক রোধ সর্বাধিক? (জান)
- ক) রাবার      ঘ) জার্মেনিয়াম  
গ) সিলিকন      ঘ) তামা
৩২২. কোনটির যোজন ব্যাণ্ড সম্পূর্ণভাবে পূর্ণ থাকে? (জান)
- ক) ক্ষার ধাতু      ঘ) মৃৎকার ধাতু  
গ) হ্যালোজেনসমূহের      ঘ) নিষ্ক্রিয় গ্যাসের
৩২৩. যোজন ব্যাণ্ড ও পরিবহন ব্যাণ্ডের মধ্যবর্তী অঞ্চলকে কী বলে? (জান)
- ক) নিষিদ্ধ অঞ্চল      ঘ) শূন্য অঞ্চল  
গ) শক্তি অঞ্চল      ঘ) নিরাপদ অঞ্চল
৩২৪. হোল কীরূপ চার্জ বিশিষ্ট? (জান)
- ক) ধনাত্মক      ঘ) ঋণাত্মক  
গ) নিরপেক্ষ      ঘ) চার্জহীন
৩২৫. অন্তরকে শক্তির ব্যবধান কত? (জান)
- ক) 5eV      ঘ) 3eV  
গ) 4eV      ঘ) 7eV
৩২৬. কোন তাপমাত্রায় যোজন ব্যাণ্ড পূর্ণ থাকে? (অনুধাবন)
- ক) শূন্য তাপমাত্রায়      ঘ) ত্রুটি তাপমাত্রায়  
গ) সংকট তাপমাত্রায়  
ঙ) পরম শূন্য তাপমাত্রায়
৩২৭. যোজন ব্যাণ্ড ও পরিবহন ব্যাণ্ডের মধ্যবর্তী শক্তির ব্যবধান 0.7eV হলে সেটি নিচের কোনটি? [বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বগুড়া] (অনুধাবন)
- ক) ধাতু      ঘ) অন্তরক  
গ) অর্ধপরিবাহী      ঘ) সংকর ধাতু
৩২৮. পরিবাহীতে যোজনী ব্যাণ্ড এবং পরিবহন ব্যাণ্ডের মধ্যে শক্তি ফাঁক— [ডিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা] (জান)
- ক) অনেক বেশি      ঘ) বড়  
গ) শূন্য      ঘ) ছোট
৩২৯. বিশুদ্ধ জার্মেনিয়ামের সাথে কোন অপদ্রব্য মিশিয়ে p-টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরি করা হয়। [বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বগুড়া] (জান)
- ক) আর্সেনিক      ঘ) গ্যালিয়াম  
গ) আন্টিমনি      ঘ) ফসফরাস
৩৩০. n-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে কত যোজী অর্ধপরিবাহী মিশ্রিত হয়? (জান)
- ক) দ্বিযোজী      ঘ) ত্রিযোজী

- গ) চতুযোজী      ঘ) পঞ্চযোজী
৩৩১. জার্মেনিয়ামের সাথে ফসফরাস মেশালে কয়টি ইলেকট্রন মুক্ত থাকে? (জান)
- ক) একটি      ঘ) দুইটি  
গ) তিনটি      ঘ) চারটি
৩৩২. কোনটিকে দাতা পরমাণু বলা হয়? (জান)
- ক) অ্যালুমিনিয়ামকে      ঘ) সিলিকনকে  
গ) ফসফরাসকে      ঘ) জার্মেনিয়ামকে
৩৩৩. p-n জংশনের অপর নাম কী? (জান)
- ক) পরিবাহী ডায়োড      ঘ) অর্ধপরিবাহী ডায়োড  
গ) অন্তরক ডায়োড      ঘ) অপরিবাহী ডায়োড
৩৩৪. কারেন্ট বিবর্ধক গুণক  $\alpha$  হল— (জান)
- ক)  $\frac{I_E}{I_B}$       ঘ)  $\frac{I_C}{I_B}$   
গ)  $\frac{I_B}{I_E}$       ঘ)  $\frac{I_B}{I_C}$
৩৩৫. কোনটি সরলতম সংখ্যা পদ্ধতি? (জান)
- ক) দশমিক      ঘ) অষ্টাল  
গ) বাইনারি      ঘ) হেক্সাডেসিমাল
৩৩৬. হেক্সাডেসিমাল 'C' এর বাইনারি হল—
- ক) 1001      ঘ) 1100  
গ) 1010      ঘ) 1110
৩৩৭.  $(225)_{10}$  এর অষ্টাল মান কত? (প্রয়োগ)
- ক)  $(342)_{10}$       ঘ)  $(242)_8$   
গ)  $(341)_8$       ঘ)  $(441)_8$
৩৩৮.  $(525.27)_8$  কে বাইনারিতে রূপান্তর করলে কত হবে? (প্রয়োগ)
- ক)  $(101010101.010111)_2$   
গ)  $(1011010.1111)_2$   
ঘ)  $(1011010.010111)_2$   
ঙ)  $(1011100.10011)_2$
৩৩৯. কোন গেইট মৌলিক নয়? (জান)
- ক) OR      ঘ) AND  
গ) NAND      ঘ) NOT

৩৪০.



ওপরের চিত্রটি কোন গেইট নির্দেশ করে? (উচ্চতর দক্ষতা)

- ক) NOT gate      ঘ) NOR gate  
গ) AND gate      ঘ) OR gate
৩৪১. কোনটি মৌলিক গেট? [সরকারি হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম] (জান)
- ক) AND      ঘ) NAND  
গ) NOR      ঘ) X-OR
৩৪২. তাপমাত্রা বাড়লে — (অনুধাবন)
- i. অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বাড়ে  
ii. পরিবাহীর পরিবাহিতা বাড়ে  
iii. পরিবাহীর রোধকতা বাড়ে
- নিচের কোনটি সঠিক?
- ক) i ও ii      ঘ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii



৩৪৩. বিশুদ্ধ সিলিকন বা জার্মেনিয়াম — (অনুধাবন)

- উত্তম পরিবাহক
- উত্তম অন্তরক
- মুক্ত ইলেকট্রন বিহীন থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৪৪. পরিবাহীতে যোজন ব্যাণ্ড ও পরিবহন ব্যাণ্ড — (অনুধাবন)

- পাশাপাশি থাকে
- পরস্পর উপরিলেপন থাকে
- এর মাঝে শক্তি ব্যবধান থাকে না

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৪৫. অন্তরক পদার্থ — (অনুধাবন)

- এর শক্তি ব্যবধান 6eV অপেক্ষা বেশি
- এর যোজন ব্যাণ্ড সম্পূর্ণ পূর্ণ থাকে
- হীরকের শক্তি ব্যবধান 7eV

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৪৬. জার্মেনিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামকে মিশালে — (অনুধাবন)

- তিনটি সমযোজী বন্ধন তৈরী হয়
- একটি করে হোলের সৃষ্টি হয়
- n-টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরি হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

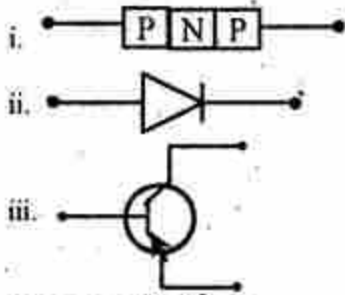
৩৪৭. অর্ধতরঙ্গ একমুখীকরণে — (অনুধাবন)

- বর্তনীতে পরিবর্তী উৎসের সাথে সংযুক্ত থাকে
- বিরতিযুক্ত একমুখী প্রবাহ পাওয়া যায়
- জংশনটি একবার সম্মুখী, একবার বিমুখী বায়াস প্রাপ্ত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৪৮. ট্রানজিস্টর হচ্ছে — (উচ্চতর দক্ষতা)



নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৪৯. ট্রানজিস্টর ব্যবহার করা হয় — (অনুধাবন)

- বিবর্ধক হিসাবে
- রেকটিফায়ার হিসাবে

iii. সুইচ হিসাবে  
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) ii ও iii  
গ) i ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৫০. p-n-p ট্রানজিস্টর এর — (অনুধাবন)

- দুটি সংযোগকে দুভাবে বায়াস করা হয়
- মধ্যস্থিত কারেন্ট বাহক হচ্ছে হোল
- p-n জংশনে সম্মুখী বায়াস

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

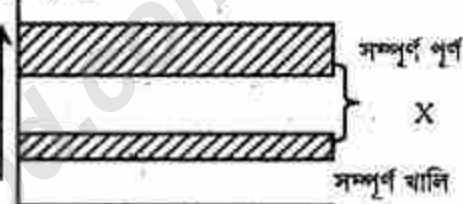
৩৫১. ট্রানজিস্টরের বিভিন্ন কারেন্টের মধ্যে সম্পর্ক — (অনুধাবন)

- কার্শফের সূত্রানুযায়ী পাওয়া যায়
- হলো  $I_c = I_b + I_e$
- কালেক্টর কারেন্ট এমিটার কারেন্ট অপেক্ষা সর্বদা কম হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

নিচের চিত্রটি লক্ষ্য করো এবং ৩৫২ - ৩৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৩৫২. চিত্রটি কোন পদার্থকে সমর্থন করে? (অনুধাবন)

- ক) রাবার      খ) সিলিকন  
গ) তামা      ঘ) বুপা

৩৫৩. X কী? (জ্ঞান)

- ক) ব্যাণ্ড ব্যবধান      খ) শক্তি আধান  
গ) নিষিদ্ধ ব্যাণ্ড      ঘ) পরিবহন ব্যাণ্ড

৩৫৪. এখানে — (উচ্চতর দক্ষতা)

- উপরের অংশটি যোজন ব্যাণ্ড
- নিচের অংশটি পরিবহন ব্যাণ্ড
- X এর মান 7eV

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

উদ্দীপকটি পড়ে ৩৫৫ ও ৩৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোনো ট্রানজিস্টরের কমন বেস সার্কিটে এমিটার কারেন্ট  $100\mu A$  থেকে  $150\mu A$  এ উন্নীত করায় কালেক্টর কারেন্ট  $98\mu A$  থেকে  $147\mu A$  এ উন্নীত হল।

৩৫৫. কারেন্ট অ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টর কত? [নটরডেম কলেজ, ঢাকা] (প্রয়োগ)

- ক) 0.96      খ) 0.97  
গ) 0.98      ঘ) 0.99

৩৫৬. যদি সম্মুখ কোক বর্তনীতে  $100\Omega$  মানের একটি রোধ যুক্ত করা হয় তাহলে কী পরিমাণ ভোল্টেজের পরিবর্তন হবে? [নটরডেম কলেজ, ঢাকা] (প্রয়োগ)

- ক) 0.002V      খ) 0.003V  
গ) 0.004V      ঘ) 0.005V



# এইস এস সি পদার্থবিজ্ঞান

## অধ্যায়-১১: জ্যোতির্বিজ্ঞান

**প্রশ্ন ১** সুপার নোভার লাল অপস্রংশের মাত্রা পরিমাপ করে দেখা যায় যে, মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ হার ধীরে ধীরে বেড়ে চলেছে। তদুপ একটি পরীক্ষায় দেখা গেল পৃথিবী থেকে একটি কোয়াসার  $2.7 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$  বেগে সরে যাচ্ছে।

[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাঠ্যদ্রষ্টব্য স্কুল এড কলেজ]

- কোয়ার্ক কী? ১
- কণিকা ও প্রতিকণিকার সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য ব্যাখ্যা করো। ২
- পৃথিবী হতে উল্লিখিত কোয়াসারটির দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩
- অদৃশ্য বস্তুর ধারণা কেনো যুক্তিযুক্ত এবং অদৃশ্য শক্তি কীভাবে মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ বৃদ্ধি করছে ব্যাখ্যা করো। ৪

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোয়ার্ক হলো পদার্থের মৌলিক কণা ও মৌলিক প্রয়োজনীয় উপাদান যা দ্বারা পদার্থ গঠিত।

**খ** কণিকা ও প্রতিকণিকার সাদৃশ্য হলো এদের উভয়েরই ভর রয়েছে এবং উভয়েই মহাকর্ষ ক্ষেত্র সৃষ্টি করে।

বৈসাদৃশ্য এই যে, প্রতিকণিকার চার্জ কণিকার চার্জের বিপরীত। একারণে যেসকল কণিকার (যেমন ফোটন) চার্জ নেই, তারা নিজেরাই নিজেদের প্রতিকণিকা।

**গ** দেওয়া আছে,

কোয়াসারটির সরে যাওয়ার হার,  $v = 2.7 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

জানা আছে, হাবলের ধ্রুবক,  $H = 500 \text{ kms}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$

বের করতে হবে, কোয়াসারটির দূরত্ব,  $r = ?$

আমরা জানি, হাবলের সূত্রানুযায়ী,

$$r = \frac{v}{H} = \frac{2.7 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{500 \text{ kms}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}} = 540 \text{ Mpc}$$

$$= 540 \times 10^6 \times 3.26 \text{ ly}$$

$$= 1.76 \times 10^9 \text{ ly (Ans.)}$$

**ঘ** ১৯৩৩ সালে ফ্রিটজ জিকির পর্যবেক্ষণে ধরা পড়ে যে, মহাবিশ্বের আছে কোনো অতিরিক্ত মহাকর্ষ, আর সেটা আসছে কোনো হারিয়ে যাওয়া বস্তুর ভর থেকে, যা দেখতে পাচ্ছি না আমরা। হয়তো তা আছে গুচ্ছে ছড়িয়ে থাকা গ্যাসরূপে, কোনো নিস্প্রভ তারা রূপে, বা অন্য কোনো রূপে। মনে করা হয় যে, মহাবিশ্বে রয়েছে হারিয়ে যাওয়া বস্তুর ভর, যা দেখা যায় না, যা কাজ করে চলে অদৃশ্য থেকে। যদি হারিয়ে যাওয়া ভর পরিমাণে অল্প হয়, তাহলে মহাবিশ্ব মুক্ত। সেক্ষেত্রে মহাবিশ্ব কখনো সংকুচিত হয়ে আবার আদিরূপে ফিরে যাবে না, সম্প্রসারিত হতে থাকবে চিরকাল। কিন্তু হারিয়ে যাওয়া ভর যদি খুব বেশি হয়, তাহলে মহাবিশ্ব বন্ধ, মহাবিশ্ব অদূর ভবিষ্যতে অবশ্যই সংকুচিত হয়ে ফিরে যাবে আদিরূপে।

সম্প্রসারণশীল মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ যে একসময় থেমে যেতে পারে, তার মূল কারণ হচ্ছে মহাকর্ষ। মহাকর্ষ আবার সবকিছুকে টেনে এনে জড়ো করতে পারে এক জায়গায় মহাসংহত রূপে। এটা অসম্ভব নয়; পদার্থের চরিত্রে এটা আছে। মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ থেমে যাওয়া নির্ভর করে মহাবিশ্বের অভিকর্ষের পরিমাণের ওপর, আর অভিকর্ষের পরিমাণ নির্ভর করে পদার্থের ঘনত্বের ওপর। মহাবিশ্বের গড় ঘনত্ব সংকট ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি হলে সম্প্রসারণ থেমে গিয়ে এবার সংকুচিত হতে শুরু করবে মহাবিশ্ব।

ওপরোক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে এটা স্পষ্ট যে, মহাবিশ্বে অদৃশ্য বস্তুর ধারণা যুক্তিযুক্ত এবং অদৃশ্য ভর/শক্তি মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ বন্ধ করতে সক্ষম।

**প্রশ্ন ২** পদার্থবিজ্ঞানের অধ্যাপক হাসানুজ্জামান জ্যোতির্বিজ্ঞান নিয়ে নানা বিষয়ে বিস্ময়কর কথা বলতে গিয়ে এক পর্যায়ে বললেন, যে সমস্ত তারকার ভর  $1.4M_0$  ও  $3M_0$  এর মধ্যে থাকে তারা নিউট্রন তারকায় পরিণত হয়।  $[M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}]$

[আইডিয়াল কলেজ, ধানমন্ডি]

- জেনার বিভব কাকে বলে? ১
- কোন ধাতুর সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য  $6.3 \times 10^{14} \text{ Hz}$  বলতে কি বুঝ? ২
- $3M_0$  ভরের তারকার সোয়াজর্স্কাইন্ড ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকে উল্লিখিত কোনো তারকার মুক্তি বেগ কী আলোর বেগের সমান হতে পারে? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** p-n জংশন ডায়োডে পশ্চাত্মুখী বায়াস ক্রমশ বাড়তে থাকলে যে বিশেষ ভোল্টেজে তড়িৎ প্রবাহ হঠাৎ খুব বেশি বৃদ্ধি পায় তাকে জেনার বিভব বলে।

**খ** কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক  $6.3 \times 10^{14} \text{ Hz}$  বলতে বোঝায়, উক্ত ধাতুর উপর সর্বনিম্ন  $6.3 \times 10^{14} \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের রশ্মি আপতিত হলে তা থেকে ফটো ইলেকট্রন নির্গত হয় কিন্তু  $6.3 \times 10^{14} \text{ Hz}$  এর কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট রশ্মি আপতিত হলে তা থেকে ফটো ইলেকট্রন নির্গত হয় না।

**গ** এখানে,

ভর,  $M = 3M_0 = 3 \times 2 \times 10^{30} \text{ kg}$

সোয়াজর্স্কাইন্ড ব্যাসার্ধ,  $R_S = ?$

আমরা জানি,

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{R_S}}$$

$$\text{বা, } R_S = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\text{বা, } R_S = \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 3 \times 2 \times 10^{30}}{(3 \times 10^8)^2}$$

$$\therefore R_S = 8897.3 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** কোন নক্ষত্রের ভর ২ সৌরভরের কম হলে তা White dwarf এবং ভর ২ সৌর ভর থেকে ৫ সৌর ভরের মাঝে থাকলে তা হলো নিউট্রন স্টার।

সুতরাং উদ্দীপকের প্রথম তারকাটি White dwarf এবং দ্বিতীয় তারকাটি নিউট্রন স্টার।

কৃষ্ণগহ্বর হওয়ার জন্য কোন তারকার ভর পাঁচ সৌরভরের বেশি হতে হবে। যেহেতু উদ্দীপকে বলেই দেওয়া আছে তারকাদ্বয়ের ভর কিরূপ, সুতরাং তাদের কৃষ্ণগহ্বর হওয়ার সম্ভাবনা নেই। ফলে এদের মুক্তিব্যেগ আলোর বেগের সমান বা বেশি হতে পারে না।

যেহেতু উদ্দীপকে ব্যাসার্ধ সম্পর্কিত কোন তথ্য নেই। তাই এইরূপ প্রশ্নের গাণিতিক ব্যাখ্যা চাওয়া অবাস্তব।

**প্রশ্ন ৩** Cygnax-1 নক্ষত্রের ভর সূর্যের ভরের ৪ গুণ এবং ব্যাসার্ধ ২২ গুণ। সূর্যের ভর  $2 \times 10^{30} \text{ kg}$  এবং ব্যাসার্ধ  $7 \times 10^8 \text{ m}$ ।

[বিশ্বনাথ কলেজ, সিলেট]

- শোয়াজর্স্কাইন্ড ব্যাসার্ধ কী? ১
- সূর্য কৃষ্ণগহ্বরে পরিণত হলে পৃথিবী কি সূর্যের চারদিকে ঘুরবে ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপক থেকে সূর্যের সংকট ব্যাসার্ধ কত বের কর। ৩
- নক্ষত্রটিকে তুমি কৃষ্ণবিবর বলতে পারবে কি না? গাণিতিকভাবে যুক্তি দাও। ৪

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যদিও কোন সম্ভাবনা নেই তবুও কৃষ্ণ বিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধকে শোয়ার্জশ্চাইল্ড ব্যাসার্ধ বলে।

**খ** সূর্য কৃষ্ণ বিবরে পরিণত হলে এর আকার অত্যন্ত ছোট হবে কিন্তু ভরের কোনরূপ পরিবর্তন হবে না এবং সূর্যের ভরকেন্দ্র থেকে পৃথিবীর দূরত্বের কোনো পরিবর্তন হবে না। এতে সূর্য ও পৃথিবীর আকর্ষণ বলের ও কোনো পরিবর্তন হবে না। ফলে পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘুরতে থাকবে।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{পৃথিবীর ভর, } M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{মহাকর্ষ ধ্রুবক, } G = 6.6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

$$\text{শূন্য স্থানে আলোর দ্রুতি, } c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

শোয়ার্জশ্চাইল্ড ব্যাসার্ধ,  $R_s = ?$

আমরা জানি,

$$R_s = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2 \times 6.6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} \times 6 \times 10^{24} \text{ kg}}{(3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2}$$

$$= 0.0088 \text{ m}$$

$$= 0.88 \text{ cm (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে, সূর্যের ভর,  $M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$

$$\text{নক্ষত্রের ভর, } M = 8 M_0$$

$$= 8 \times 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$= 16 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{নক্ষত্রের ব্যাসার্ধ, } R = 22 \times \text{সূর্যের ব্যাসার্ধ}$$

$$= 22 \times 7 \times 10^8 \text{ m}$$

$$\text{মহাকর্ষ ধ্রুবক, } G = 6.6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

নক্ষত্রটির মুক্তিবৈগ  $v$  হলে,

আমরা জানি,

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 6.6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} \times 16 \times 10^{30} \text{ kg}}{22 \times 7 \times 10^8 \text{ m}}}$$

$$= 370328 \text{ ms}^{-1}$$

$$\ll \text{আলোর বেগ (c)}$$

কিন্তু আমরা জানি কোনো নক্ষত্রের অন্তিম কালে মুক্তিবৈগ যদি আলোর বেগের (c) সমান হয়, তাহলে ঐ নক্ষত্রের পৃষ্ঠ হতে আলো মুক্ত হয়ে বেরিয়ে আসতে পারে না এবং সেটি তখন কৃষ্ণগহ্বর বা কৃষ্ণবিবরে পরিণত হবে।

যেহেতু গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় নক্ষত্রটির মুক্তিবৈগ আলোর বেগের চেয়ে অনেক কম সেহেতু উদ্দীপকের নক্ষত্রটিকে কৃষ্ণবিবর বলা যাবে না।

**প্রশ্ন ৮** সূর্যের ভর  $M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ । একটি কৃষ্ণ বিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ  $R_s = 6.53 \text{ km}$ ।

[মেরিন একাডেমি কলেজ]

ক. আলোক তড়িৎ ক্রিয়া কাকে বলে?

১

খ. কৃষ্ণবিবর (Black Hole) এর ধারণাটি ব্যাখ্যা কর।

২

গ. কৃষ্ণবিবরের ভর এবং ঘনত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. একটি নক্ষত্রের ভর  $4M_0$  হলে তবে তার ঘনত্ব ও কৃষ্ণবিবরের ঘনত্বের তুলনা কর।

৪

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো ধাতব পৃষ্ঠের ওপর যথেষ্ট উচ্চ কম্পাঙ্কের আলোক রশ্মি বা অন্য কোনো তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ আপতিত হলে উক্ত ধাতু থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়। এ ঘটনাকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বলে।

**খ** তারকায় যদি যথেষ্ট ভর ও ঘনত্ব থাকে, তাহলে তার মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র এত শক্তিশালী হবে যে, সেখান থেকে আলো নির্গত হতে পারবে না। সেই তারকার পৃষ্ঠ থেকে নির্গত আলোক বেশি দূর যাওয়ার আগেই তারকাটির মহাকর্ষীয় আকর্ষণ তাকে পিছনে টেনে নিয়ে আসবে। এরকম বহুসংখ্যক তারকা রয়েছে বলে মিশেল ধারণা করেছিলেন। এ

সব তারকা থেকে আলো আসতে পারে না বলে আমরা এদের দেখতে পাই না। তবে এদের মহাকর্ষ আকর্ষণ আমাদের বোধগম্য হবে, এই সমস্ত বস্তুপিন্ডকে আমরা কৃষ্ণবিবর বা কৃষ্ণগহ্বর বলি।

M ভরের কোনো বস্তু তখনই কৃষ্ণবিবর হিসেবে কাজ করবে যখন এর ব্যাসার্ধ, একটি নির্দিষ্ট সংকট ব্যাসার্ধের সমান বা কম হবে। মুক্তি বেগ v এর সমীকরণে v এর পরিবর্তে c বসালে আমরা এই সংকট ব্যাসার্ধ পেতে পারি।

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{R_s}}$$

এখানে c আলোর দ্রুতি,  $R_s$  সংকট ব্যাসার্ধ

সংকট ব্যাসার্ধ  $R_s$  কে শোয়ার্জশ্চাইল্ড ব্যাসার্ধও বলা হয়।  $R_s$  এর জন্য

$$\text{সমাধান করে আমরা পাই, } R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

**গ**

কৃষ্ণবিবরের ভর M হলে

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{R_s}}$$

$$\text{বা, } c^2 = \frac{2GM}{R_s}$$

$$\text{বা, } M = \frac{c^2 \times R_s}{2 \times G}$$

$$= \frac{(3 \times 10^8)^2 \times 6.53 \times 10^3}{2 \times 6.673 \times 10^{-11}}$$

$$= 4.4 \times 10^{30} \text{ kg}$$

এখন কৃষ্ণবিবরের আয়তন V হলে,

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = \frac{M}{V}$$

$$= \frac{4.4 \times 10^{30}}{\frac{4}{3} \pi (6.53 \times 10^3)^3}$$

$$= 3.77 \times 10^{18} \text{ kgm}^{-3} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের

$$\text{ব্যাসার্ধ, } R_s = 6.53 \text{ km}$$

$$= 6.53 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\text{আলোর বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

**ঘ**

নক্ষত্রটি কৃষ্ণবিবরে পরিণত হলে তার

ব্যাসার্ধ  $= R_s$  হলে,

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{R_s}}$$

$$\therefore R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$= \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 8 \times 10^{30}}{(3 \times 10^8)^2}$$

$$= 11.863 \text{ km}$$

$$\therefore \text{ঘনত্ব, } \rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3} \pi R_s^3}$$

$$= \frac{8 \times 10^{30}}{\frac{4}{3} \pi (11.863 \times 10^3)^3}$$

$$= 1.14 \times 10^{18} \text{ kg/m}^3 < \rho_B$$

অতএব,  $4M_0$  ভরের নক্ষত্রটি কৃষ্ণবিবরে পরিণত হলে তার ঘনত্ব উদ্দীপকে উল্লিখিত কৃষ্ণবিবরের ঘনত্ব অপেক্ষা কম হবে।

এখানে,

নক্ষত্রের ভর,

$$M = 4M_0 = 4 \times 2 \times 10^{30}$$

$$= 8 \times 10^{30} \text{ kg}$$

আলোর বেগ,

$$c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

কৃষ্ণবিবরটির ঘনত্ব,

$$\rho_B = 3.77 \times 10^{18} \text{ kgm}^{-3}$$



## একাদশ অধ্যায় : জ্যোতির্বিজ্ঞান

৩৫৭. কোন কোন বিজ্ঞানী দেখান যে পৃথিবী ক্রমশ প্রসারিত হচ্ছে? (জ্ঞান)
- ক) ফ্রিডম্যান ও কার্শফ  
খ) হেনরি ও নিউটন  
গ) ফ্রিডম্যান ও হেনরি  
ঘ) লরেঞ্জ ও আইনস্টাইন
৩৫৮. কত সালে এডউইন হাবল দেখতে পান যে গ্যালাক্সিগুলো হতে আগত আলোক রশ্মি লাল আলোর দিকে সরে যাচ্ছে? (জ্ঞান)
- ক) ১৯২০ খ) ১৯২৫  
গ) ১৯২৯ ঘ) ১৯২৮
৩৫৯. কোন বিজ্ঞানী গ্যালাক্সিগুলো পর্যবেক্ষণের সময় দেখেন যে, এ থেকে আগত আলোক রশ্মি লাল আলোর দিকে সরে যাচ্ছে? (জ্ঞান)
- ক) হাবল খ) নিউটন  
গ) গ্যালিলিও ঘ) হেনরিখ
৩৬০. মহাবিস্ফোরণ তত্ত্বের প্রবর্তক কে? (জ্ঞান)
- ক) জর্জ গ্যামো খ) জর্জ লেমাইটার  
গ) ফ্রেড থেয়েল ঘ) গোল্ড
৩৬১. মহাবিশ্ব সৃষ্টির কত সেকেন্ড পর পদার্থ বিজ্ঞানের সূত্রগুলো কার্যকারিতা লাভ করে? (জ্ঞান)
- ক)  $10^{-33}$  s খ)  $10^{-43}$  s  
গ)  $10^{-23}$  s ঘ)  $10^{-34}$  s
৩৬২. দুটি আপ কোয়ার্ক ও একটি ডাউন কোয়ার্ক এর সমন্বয়ে কোনটি গঠিত হয়? (জ্ঞান)
- ক) প্রোটন খ) নিউট্রন  
গ) ইলেকট্রন ঘ) মেসন
৩৬৩. মহাবিশ্বের বয়স— [ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা] (জ্ঞান)
- ক)  $12 \times 10^8$  yrs খ)  $3000000$  yrs  
গ)  $3 \times 10^8$  yrs ঘ)  $14 \times 10^9$  yrs
৩৬৪. মহাবিশ্বের বর্তমান তাপমাত্রা— [ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা] (জ্ঞান)
- ক) 3000 K খ)  $10^{14}$  K  
গ)  $10^{10}$  K ঘ) 3 K
৩৬৫. প্রোটন এবং নিউট্রনকে একত্রে কী বলে? (জ্ঞান)
- ক) মেসন খ) বোসন  
গ) ফোটন ঘ) বেরিয়ন
৩৬৬. 'Big Bang theory' এর প্রথম প্রস্তাবক কে? [সরকারি হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম] (জ্ঞান)
- ক) জর্জ লেমািটার খ) জর্জ হ্যারি  
গ) স্টিফেন হকিং  
ঘ) মাইকেলসন মোরলে
৩৬৭. বিগ-ব্যাংগ সংঘটিত হয়েছিল— (জ্ঞান)
- ক) মহাকাশে খ) পৃথিবীতে  
গ) সৌরজগতে ঘ) সর্বত্র
৩৬৮. 'স্বপ্নের কণা' কোনটি? (জ্ঞান)
- ক) গ্লুওন খ) লেপটন  
গ) হিগস-বোসন ঘ) ফোটন
৩৬৯. নিম্নের কোন কণিকা অত্যন্ত ক্ষণস্থায়ী? (জ্ঞান)
- ক) হিগস-মেসন খ) হিগস-লেন্টন  
গ) হিগস-প্রোটন ঘ) হিগস-বোসন
৩৭০. প্রাক্তম অবস্থায় পরমাপুর নিউক্লিয়াস থেকে

কোনটি বিচ্ছিন্ন হয়? (জ্ঞান)

- ক) ইলেকট্রন খ) প্রোটন  
গ) নিউট্রন ঘ) মেসন

৩৭১. শ্বেত বামন এর সর্বশেষ পরিণতি কোনটি? (জ্ঞান)

- ক) রক্ত বামন খ) কৃষ্ণ বামন  
গ) সুপারনোভা ঘ) ব্ল্যাক হোল

৩৭২. যে সকল নক্ষত্রের শুরুরে ডর ও সৌর ডর অপেক্ষা বেশি তাদের জীবনচক্রের শেষ পরিণতি কী হবে? (অনুধাবন)

- ক) নিউট্রন তারা খ) শ্বেত বামন তারা  
গ) কৃষ্ণ গহ্বর ঘ) লাল দানব তারা

৩৭৩. রক্তিম দৈত্যের কেন্দ্রীয় অংশের নাম কী? (জ্ঞান)

- ক) শ্বেত বামন খ) ধূসর বামন  
গ) কৃষ্ণ বামন ঘ) রক্ত বামন

৩৭৪. সূর্য কী ধরনের নক্ষত্র? [কালিকাপুর আবদুল মতিন বসরু ডিগ্রি কলেজ, কুমিল্লা] (জ্ঞান)

- ক) বামন নক্ষত্র খ) শ্বেত বামন নক্ষত্র  
গ) দানব নক্ষত্র ঘ) অতিদানব নক্ষত্র

৩৭৫. আকাশ গজা কোন ধরনের গ্যালাক্সি? [সরকারি পৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল] (জ্ঞান)

- ক) বৃত্তাকার খ) উপবৃত্তাকার  
গ) সর্পিলাকার ঘ) বিষম

৩৭৬. ধূমকেতু দেখতে কেমন? (জ্ঞান)

- ক) দন্ডের মতো  
খ) ঝাড়ুর মতো  
গ) মাকু আকৃতি  
ঘ) মাকড়সার জালের মতো

৩৭৭. এক আলোক বর্ষ সমান কত? [সরকারি বিজ্ঞান কলেজ, ঢাকা] (জ্ঞান)

- ক)  $9.4 \times 10^{13}$  cm খ)  $9.4 \times 10^{15}$  m  
গ)  $9.4 \times 10^{13}$  km ঘ)  $94 \times 10^{-13}$  km

৩৭৮. পৃথিবীর মুক্তিবর্ণ কত? (জ্ঞান)

- ক)  $11.1 \text{ kms}^{-1}$  খ)  $11.2 \text{ kms}^{-1}$   
গ)  $11.3 \text{ kms}^{-1}$  ঘ)  $11.3 \text{ kms}^{-1}$

৩৭৯. ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধের সমীকরণ কোনটি? (জ্ঞান)

- ক)  $R_s = \frac{2GM}{c^2}$  খ)  $R_s = \frac{GM}{2c^2}$   
গ)  $R_s = \frac{GM}{2c^2}$  ঘ)  $R_s = \frac{c^2}{2GM}$

৩৮০. মৃত্যুপর্ব শুরুর মুহূর্তে যদি কোনো তারকার ভর সৌর ভরের 1.4 গুণ এর বেশি থাকে, তবে কোনোভাবেই এটি শ্বেত বামন হতে পারবে না। ভরের এই সীমাকে বলা হয়— (জ্ঞান)

- ক) নিউটন সীমা খ) আইনস্টাইন সীমা  
গ) চন্দ্রশেখর সীমা ঘ) সোয়াজশিল্ড ব্যাসার্ধ

৩৮১. মহাবিশ্বের চূড়ান্ত পরিণতি প্রধানত নির্ভর করে— (উচ্চতর নক্ষত্র)

- i. মহাবিশ্বের জ্যামিতিক আকৃতি  
ii. অদৃশ্য শক্তি  
iii. অদৃশ্য বস্তু

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii খ) ii ও iii  
গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii



৩৮২. মহাবিশ্ব প্রসারণ এর ফলে— (অনুধাবন)

- তার বর্ণালীর তাপমাত্রা হ্রাস পায়
- প্যালাকিগুলো পরস্পর থেকে দূরে সরে যাচ্ছে
- আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ছোট হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৮৩. বিগ ব্যাং তত্ত্বানুযায়ী মহাবিশ্বের শুরু হয়েছিল— (উচ্চতর দক্ষতা)

- অসীম তাপ ও অসীম ঘনত্ববিশিষ্ট শক্তির উৎস থেকে
- একটি অপরিমেয় ক্ষুদ্র আকারে
- ফোটন শক্তির একটি উৎস থেকে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৮৪. হিগস-বোসন কণা— (উচ্চতর দক্ষতা)

- এর ভর প্রায় প্রোটনের ভরের 128 গুণ
- জন্ম মাত্রই অন্যকে ভর জুগিয়ে এরা নিঃশেষ হয়ে যায়
- ভর 125 থেকে 126 হিগস ইলেকট্রন ভোল্ট

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৮৫. গ্যাস, মেঘপুঞ্জ, চাপ ও তাপমাত্রা বাড়ার ফলে— (অনুধাবন)

- হাইড্রোজেন নিউক্লিয় ফিউশন ঘটে
- হিলিয়াম পরমাণুর সৃষ্টি হয়
- বিপুল পরিমাণ শক্তি নিঃসৃত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৮৬. যেসব তারকার ভর সূর্যের কাছাকাছি— (অনুধাবন)

- তাদেরকে সমুদ্র সম্পন্ন তারকা বলে
- তাদেরকে স্বল্প ভর সম্পন্ন তারকা বলে
- তাদের শেষ পরিণতি কৃষ্ণ বামন

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৮৭. নিউট্রন তারকা— (উচ্চতর দক্ষতা)

- দুই সৌর ভরের কারণে তৈরি হয়
- কালক্রমে কৃষ্ণ বিবরে পরিণত হয়
- সুপারনোভা বিস্ফোরণের ফলে সৃষ্টি হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৮৮. ব্র্যাক হোল— (অনুধাবন)

- একটি অদৃশ্য পদার্থ
- সনাক্ত করার একমাত্র উপায় মহাকর্ষীয় প্রভাব
- দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে সনাক্ত করা যায়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৮৯. মহাজাগতিক হিংস্র ঘটনাগুলি হচ্ছে— (অনুধাবন)

- নিউট্রন তারার মধ্যে সংঘর্ষ
- সুপারনোভা বিস্ফোরণ
- পরমাণুর বিনাশ

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৩৯০. কৃত্রিম উপগ্রহ ব্যাপক ভূমিকা পালন করে— (উচ্চতর দক্ষতা)

- জ্যোতির্বিজ্ঞান সম্পর্কিত গবেষণাগার ক্ষেত্রে
- মহাজাগতিক রশ্মির তথ্য জানার ক্ষেত্রে
- বিকিরণ সম্পর্কিত তথ্য জানার ক্ষেত্রে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

উদ্দীপকটি পড়ে ৩৯১ - ৩৯৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

নাজমুল জ্যোতির্বিজ্ঞান বই পড়ে জানতে পাড়ল নক্ষত্রের কেন্দ্রীয় মূল বস্তুতে যতক্ষণ হাইড্রোজেন থাকে ততক্ষণ এক ধরনের বিক্রিয়া ঘটতে থাকে। হাইড্রোজেন নক্ষত্রের মূল বস্তু সংকুচিত এবং বাহ্যস্থ অংশ প্রসারিত হয়।

৩৯১. উক্ত বিক্রিয়াটি কোনটি? (অনুধাবন)

- ক) নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া  
খ) তাপ নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া  
গ) রাসায়নিক বিক্রিয়া  
ঘ) শীতল নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া

৩৯২. উদ্দীপকটি কোন ধাপের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য? (অনুধাবন)

- ক) বামন      খ) শ্বেতবামন  
গ) দানব      ঘ) নিউট্রন তারকা

৩৯৩. উদ্দীপকে মূল বস্তু সংকুচিত ও প্রসারিত হওয়ার ফলে— (উচ্চতর দক্ষতা)

- নক্ষত্রের ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়
- সুপার নোভার সৃষ্টি হয়
- তাপমাত্রা হ্রাস পেতে থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

উদ্দীপকটি পড়ে ৩৯৪ ও ৩৯৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:  
মহাকাশ পর্যবেক্ষণের জন্য আধুনিক বেতার দূরবীক্ষণ যন্ত্রগুলোর প্রতিফলন পৃষ্ঠতল তথা ডিশের আকৃতি পরাবৃত্তীয় হয়ে থাকে। এ ধরনের দূরবীক্ষণ যন্ত্রের পর্যবেক্ষণের কাজটি 1 mm থেকে 30 m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মধ্যে করতে হয়।

৩৯৪. উক্ত যন্ত্রের পর্যবেক্ষণের কাজটি 30 m বেশি হলে কী ঘটে? (অনুধাবন)

- ক) আয়ন মন্ডলের শোষণ  
খ) আয়নমন্ডলের নিঃসরণ  
গ) বায়ুমন্ডলের শোষণ  
ঘ) বায়ুমন্ডলের পানি শোষণ

৩৯৫. উক্ত যন্ত্রটি 1 mm এর কম হলে— (উচ্চতর দক্ষতা)

- বায়ুমন্ডলের পানি ওজোন কর্তৃক শোষিত হয়
- কার্বন ডাই অক্সাইড ওজোন কর্তৃক শোষিত হয়
- কার্বন মনোক্সাইড ওজোন কর্তৃক শোষিত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii