

অধ্যয়ন - 10 (২)

চৌমিক গুরুত্ব - ৩ ইলেক্ট্রন বিদ্যুৎTopic 01: Basic Introduction

LED → Light Emitting Diode

LCD → Light Crystal diode

CRT → Cathod ray tube

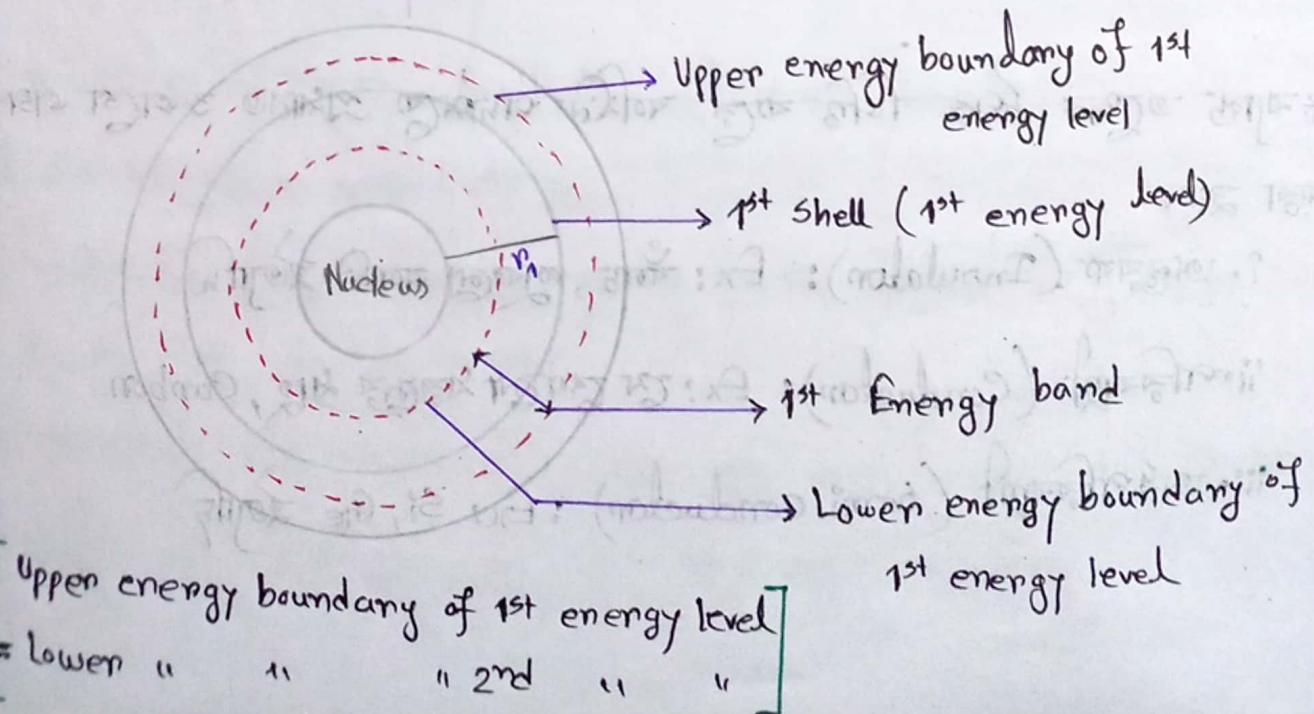
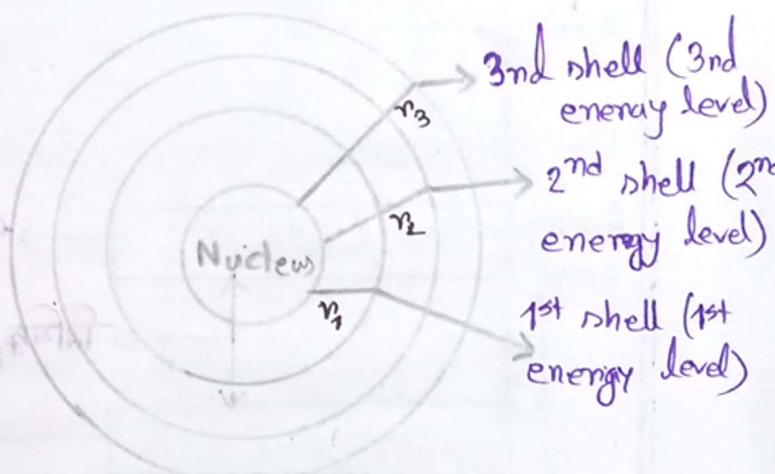
■ Band theory (ব্যাংক তত্ত্ব):

* কণ্ঠিকতা (Energy Level)

কণ্ঠিকতা বলতে - বস্তুগত ব্যাপার

ব্যাখ্যা:

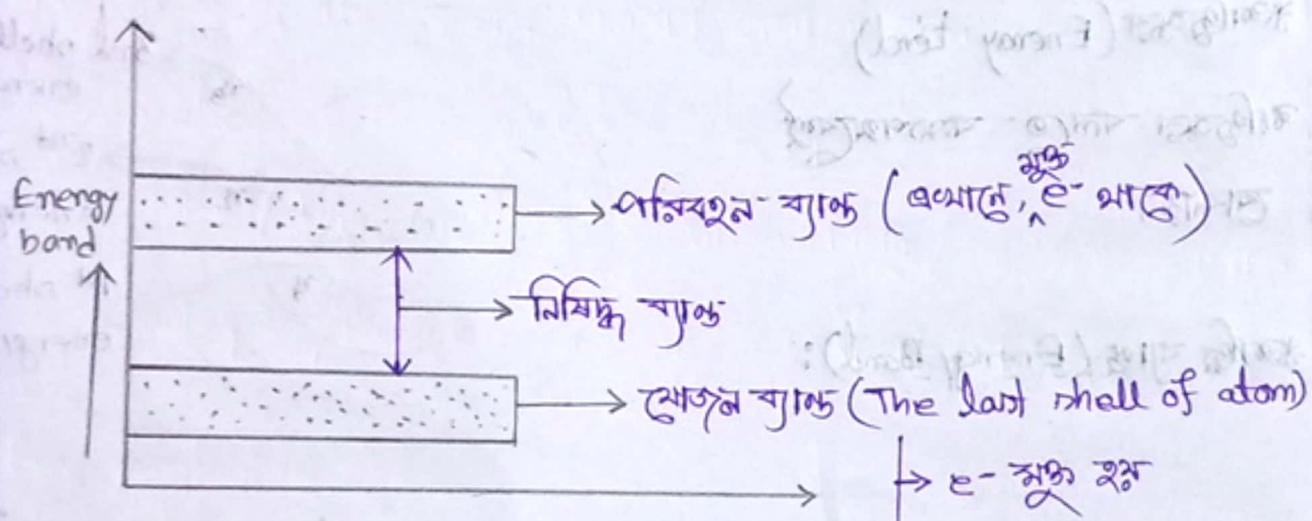
* কণ্ঠি ব্যাংক (Energy Band):



Energy Band : বেগেন্তো নিম্নিটি আক্রিক্তভূক্ত জাহির এবং অস্বীকৃত ও অবশিষ্ঠ আমা প্রাণো, এবং অস্বীকৃত ও অবশিষ্ঠ আমাৰ সুষ্ঠুৰণী-ব্যৱহীকে জাহিৰ ব্যাখ্যা বলে।

প্ৰযুক্তি পূৰ্ব জাহিৰ ব্যাখ্যা

- প্ৰেজন ব্যাখ্যা (Valence band)
- conductive band (পৰিবহন ব্যাখ্যা)
- নিষিদ্ধ ব্যাখ্যা (Forbidden band)



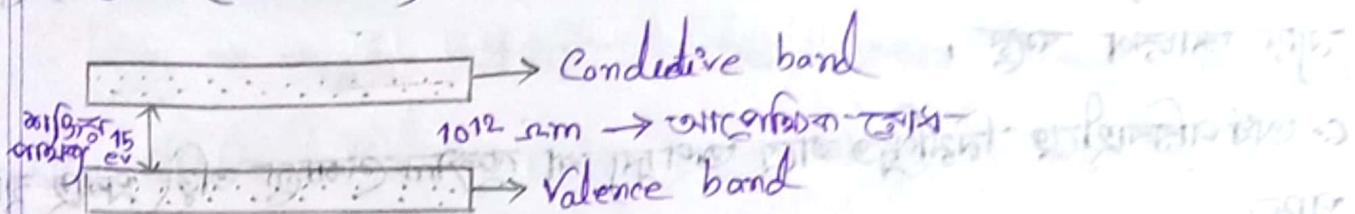
* ব্যাখ্যা তত্ত্বের দুটি পিতৃ- ক্ষেত্ৰ- বৰ্ণনা- পদার্থকে প্ৰধানত ও অন্তো এজ ব্যৱা ইন্ড।

i. অন্তুৱক (Insulator): Ex: বেঁচ, শুকন্তো বৰক ইত্যাদি

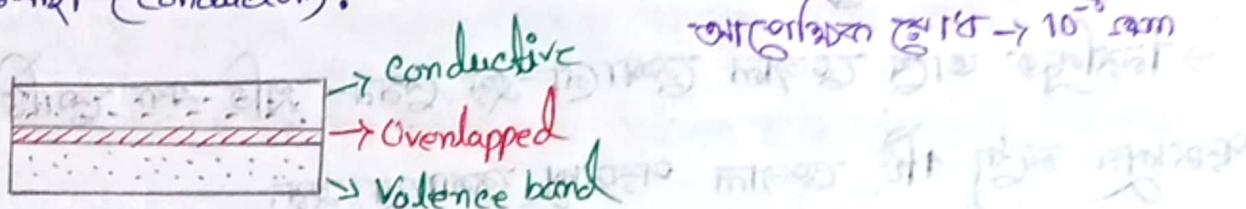
ii. পৰিবহনী (Conductor): Ex: মেঞ্জেনো ধৰনৰ ধাতু, Carbon

iii. অৰ্ধপৰিবহনী (Semi-conductor): Ex: Si, Ge ইত্যাদি

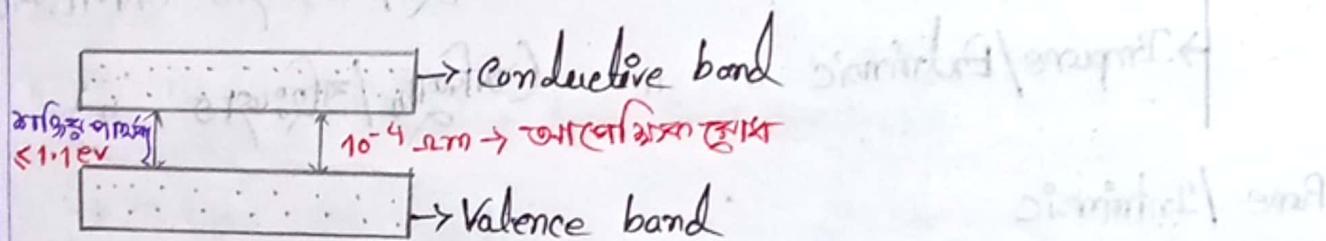
অন্তরণা (Insulation):



পরিবাহী (Conductor):



অর্ধ-পরিবাহী (Semi-conductor):



অর্ধ-পরিবাহীর বৈশিষ্ট্য (Properties of Semi-Conductor)

১. এর আপেক্ষিক দূরত্ব 10^{-4} nm,
২. অর্ধ-পরিবাহীতে পরিষুন ব্যাখ্যা ও শৈক্ষণ ব্যাখ্যের মধ্যে কাজের পার্থক্য 1.1 eV বা তার চেম্বে বাস্তু,
৩. অপনাসা বাস্তু বল্লু তত্ত্ব এবং শুধু পাস্তু, (বাস্তু, e- মুক্ত হয়)
৪. অর্ধিয়া " " " " " " বস্তু মাঝ,

৫. পরম শূন্য অপমান্য অর্থাৎ -273°C বা, ০K (অপমান্য) এবং অক্ষিকের
ন্যূন আচরণ বল্বে,

৬. অর্ধ-পরিবর্তীতে -নিম্নস্তুতি অন্তর্ভুক্ত অপদ্রু বা ডেজাল ক্ষেত্র অঙ্গু পুরু হচ্ছি
পানু,

*** অর্ধ-পরিবর্তীতে বিস্তৃতভাবে অপদ্রু বা ডেজাল ক্ষেত্রের প্রযোগে-
ড্রাপান্ড / জেনিস বল্বে,

↳ বিস্তৃত অন্তর্ভুক্ত ডেজাল ক্ষেত্রে-হচ্ছ ফ্রেন- প্রতি এক ক্ষেত্রে বিস্তৃত
পুরু পুরু অর্থে ১টি ডেজাল পুরু পুরু ক্ষেত্রে হচ্ছ,

Classification of Semi-conductor - 2 type

- Pure / Intrinsic semi-conductor (বিস্তৃত / অন্তর্ভুক্ত অর্ধ-পরিবর্তী)
- Impure / Extrinsic " (অবিস্তৃত / বিস্তৃত ")

Pure / Intrinsic

- i. এতে ক্ষেত্রে ডেজাল বা অপদ্রু মাঝে না,
- ii. এন্টের পুরু পুরু ক্ষেত্র কাহাতেই এ- অঙ্গু পুরু,

Last shell: 4e-

Ex: Si, Ge, Sn, C

↳ Widely used

Impure / Extrinsic

i. বিষুদ্ধ বা অনুরূপ অর্ধপরিবাহীর আয়ে ডেঙ্গল নিষিদ্ধ (নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে অর্ধপরিবাহী-ডোরা-বরা স্থল তাঙ্গে অবিষুদ্ধ বা বহির্ভূত অর্ধপরিবাহী)

ব্যৱস্থা:

- ডেঙ্গল পরমাণু ক্ষেত্র বাস্তবায়নে ৩- প্রয়োজন অংশ্যা ৩টি বা ৫টি ডেঙ্গল পরমাণু ক্ষেত্র ডেঙ্গল পরমাণু-হিস্টোর ব্যৱহাৰ কৰা হ'ব,
- নিম্নলিখিত ক্ষেত্র ডেঙ্গল প্রক্রান্তের প্রক্ৰিয়া হচ্ছে প্রয়োজন/জেলিন-

Last shell: $3e^- \rightarrow$ Ex: B, Al, Ga, In

Last shell: $5e^- \rightarrow$ Ex: P, As, Sb, Bi

2 types

→ P-type or Positive type Semiconductors

→ n-type or negative " "

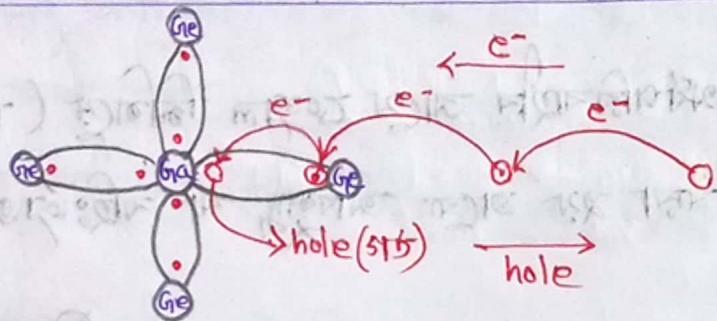
P-type Semiconductor:

বিষুদ্ধ + ডেঙ্গল

Last shell: $4e^- + 3e^-$

Ex: Ge + Ga

Central atom



বেঁচে, Hole বা গর্তের দ্রুত তড়িয়ে আবাহন ক্ষমিত ইয়ে, যেহেতু, e^- থাকে বলে Hole বা গর্তের ক্ষমিত ইয়ে তাই বেঁচে P-type semi conductor বলে।

ধূতা পরমাণু : Ge

গ্রহণ " : Ga

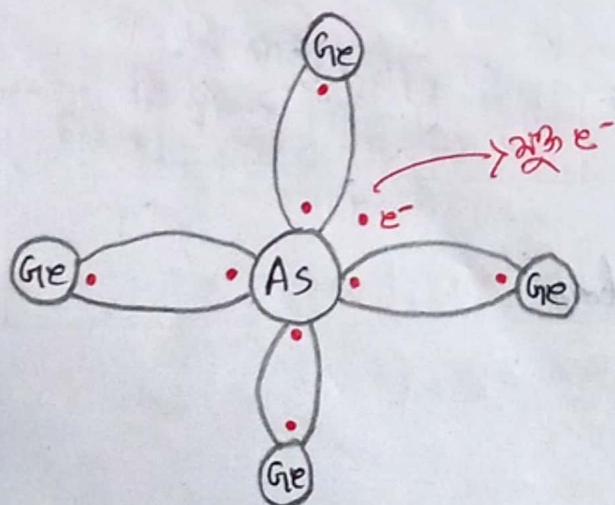
আধার - বালুক : Hole (+ve)

n type semi conductor

বিষ্ণু + ডেঙাল

Last shell: $4e^- + 5e^-$

Ex : Ge + As
→ Central atom



এম্পান্ট, হুক এ- এর জন্য অড়ি প্রবাহুর স্থিতি, যেহেতু, এ- এর চার্জ পদার্থক
আছে, একে n-type semi-conductor বলা হয়।

পৃষ্ঠা পরমাণু : As

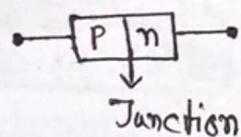
অধিকার-বায়ু : এ (-ve)

Topic 02: P-n Junction Diode

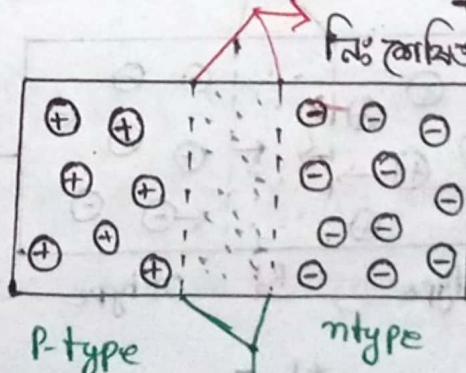
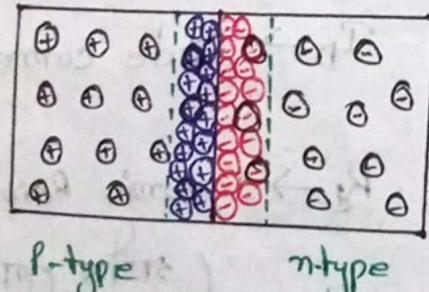
P-type semi-conductor ও n-type semi-conductor পাশাপাশি দৃঢ়া
লাগিষ্টে মন্ত্র ট্রৈ- বানা হয় তাকে p-n junction diode বলে।

P-type semi-conductor \rightarrow

n-type " " " \rightarrow



p-n junction diode



চোর্ডের স্থিতি হচ্ছে

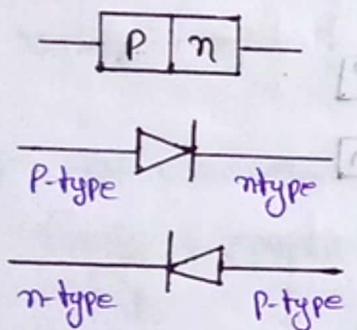
Box Biassing of p-n Junction diode (p-n জঁজন-ডায়োডের বিষয়)
 ↳ p-n জঁজন-ডায়োডে বহুলভাবে বিষয় অন্তর্ভুক্ত
 Biassing এর প্রক্রিয়া:

2 types

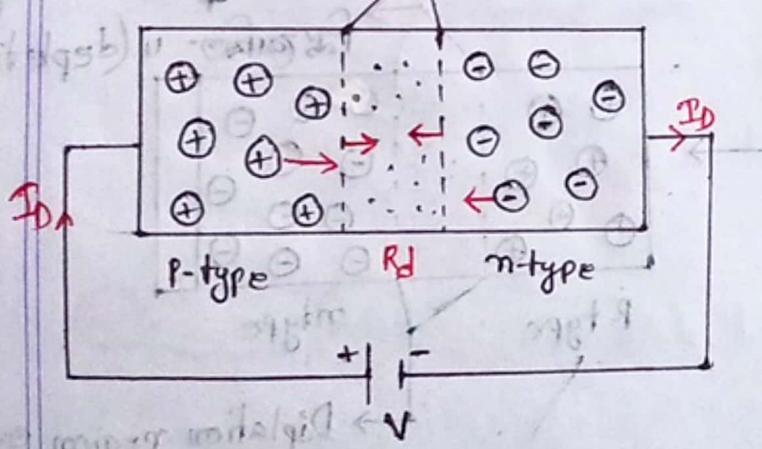
→ Forward Biassing (অন্তর্ভুক্ত কোষ)

→ Reverse Biassing (বিষয় কোষ)

Symbol of p-n junction diode



Forward Biassing



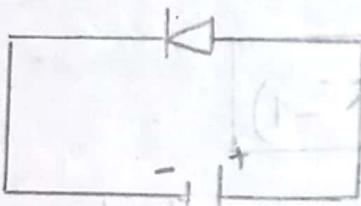
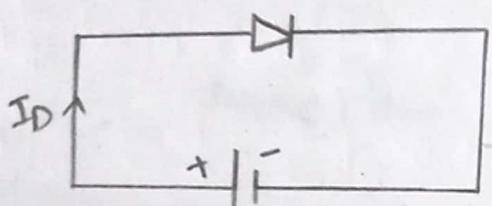
$I_D \rightarrow$ Diode current

$R_d \rightarrow$ Dynamic Resistance
 (গতিশীল ড্রেণ)

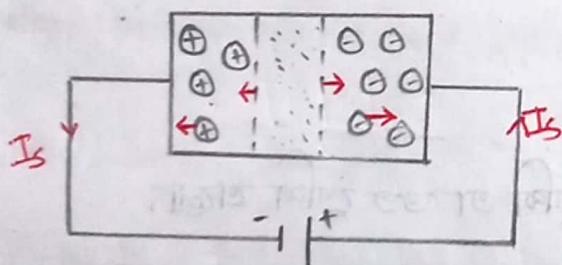
→ Forward Biasing & Depletion region ধীক্ষে ধীরে ক্ষমতা মাত্র, ফলে ক্ষেত্র ধীক্ষে, যেহেতু, ক্ষেত্র পরিবর্তনশীল অস্থি এবং গতিশীল ক্ষেত্র,

$$R_d = \frac{V}{I_D} \quad (\text{DC - input})$$

$$R_d = \frac{\Delta V}{\Delta I_D} \quad (\text{AC - "})$$



Reverse Biasing



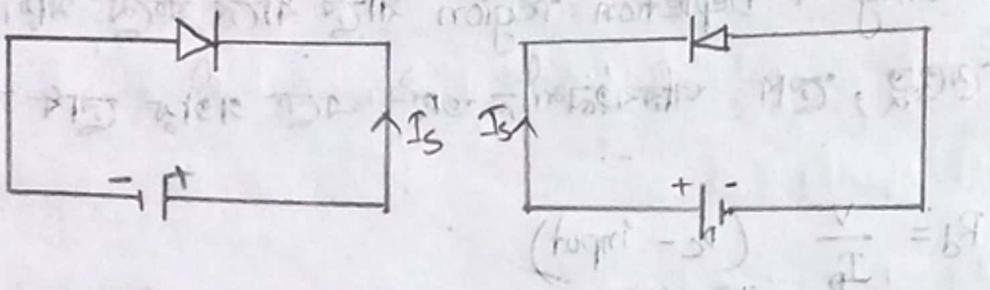
$I_S \rightarrow$ Reverse Saturated Current

(বিসুম্ভী অস্থৃত প্রবাহু)

$$I_S \ll I_D$$

* Reverse biasing এ depletion region প্রেছে মাত্র, ফলে ক্ষেত্র প্রেছে মাত্র,

* মানে Reverse biasing এ প্লেটে তড়ি প্রবাহু- ইয়েখার এয়া না আসে practically প্লেটের ধীনাখানা- আন্ত প্লেট- ধীনাখানা- প্লেটের দ্বিতীয় পুরুষ মানের তড়ি প্রবাহু- ইয়েখানে- দ্বিতীয় অস্থৃত প্রবাহু ক্ষেত্র.



P-N Junction Diode এর characteristic graph:

$I-V$ graph
 \downarrow
 \downarrow
 $V-X$ graph

$$I_D = I_S \left(e^{\frac{kV_D}{T_k}} - 1 \right)$$

$k = \text{const.}$ [for a particular semiconductor]

$$k = \frac{11600}{\mu} \quad [\mu \rightarrow \text{ideality factor}]$$

Ge $\rightarrow \mu = 1$

Si $\rightarrow \mu = 2$

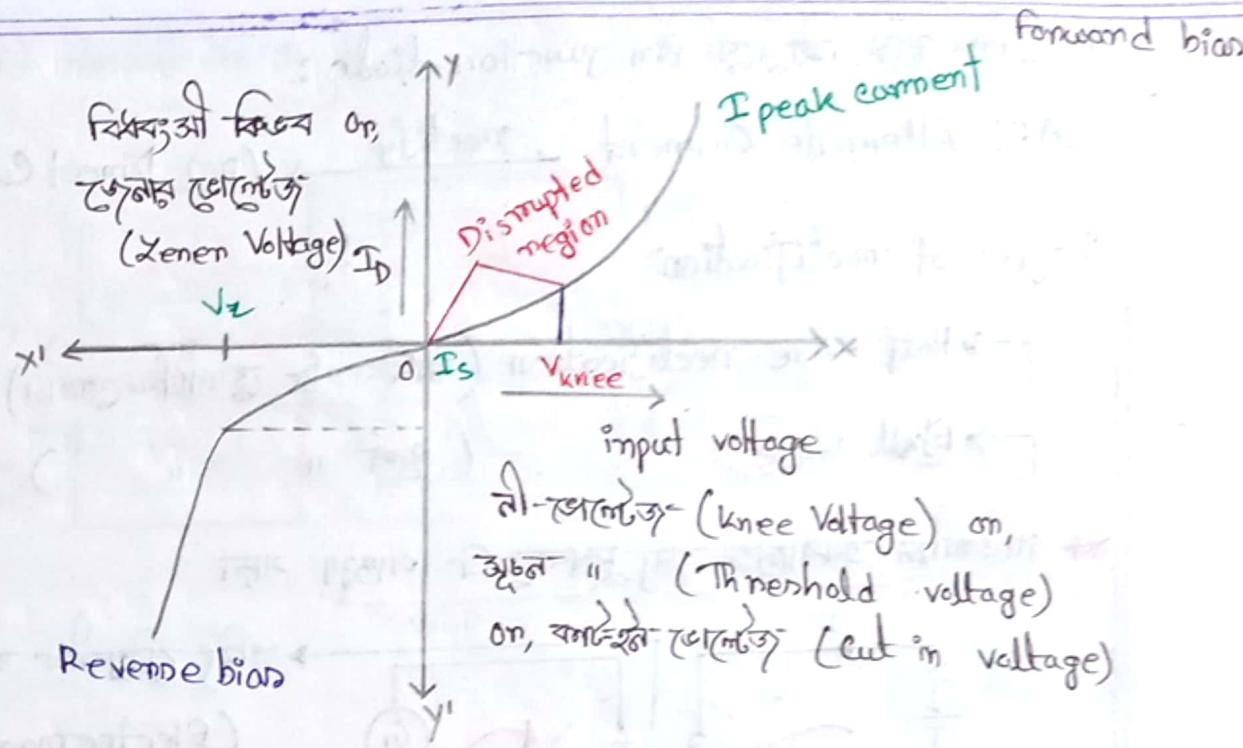
** দেখিন্তাকুন্তের ideality factor মত বুশি আ তত বেশি আলো.

$V_D \rightarrow$ Diode Voltage

$I_S \rightarrow$ Reverse Saturated Current

$T_k \rightarrow$ Temperature in Kelvin scale

$I_D \rightarrow$ Diode current



নী-(knee)/অস্থন/বনাহন প্রেলেটি:

P-n junction diode এর অঙ্গুলীয় স্তোকে দ্রুতিঃসূচী বিন্দে মেলে তট্টি স্বাক্ষর কুচকান্ত আবশ্যক বনাহন প্রেলেটি পাক্ষে knee voltage বলে।

ডেনার / বিশ্বাসী প্রেলেটি:

P-n junction diode এর বিশ্বাসী স্তোকে দ্রুতিঃসূচী বিন্দের জন্য অর্ধপরিসীমা-অন্তর্ভুক্ত বৈশিষ্ট্য অন্তর্ব বা স্মৃত অন্তর্ব যান্ত প্রেলেটি বা বিশ্বাসী Zener voltage বলে।

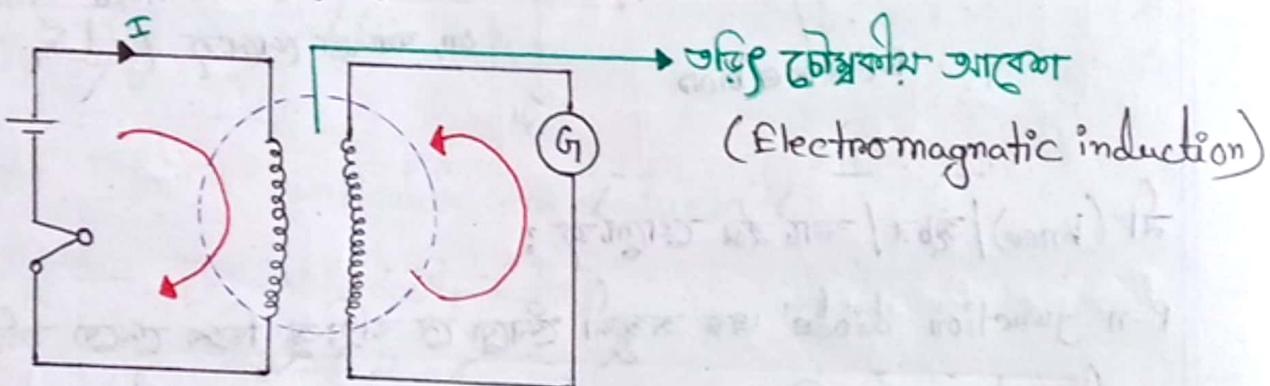
କ୍ଷେତ୍ରଫିଲ୍ଡର ହିନ୍ଦୁରେ P-n junction diode :

(AC) Alternate Current rectify → (DC) Direct Current

2 types of rectification

- Half wave rectification (ଅର୍ଧ ଜର୍ଜୀ ଡ୍ରେଫ୍ଟିମ୍ବିଲେଶନ)
- full wave " (ପୂର୍ଣ୍ଣ " ")

* ଗାଁକୀଳ ଅଧାର୍ତ୍ତ କଣ୍ଟ୍ରାକ୍ଟର୍ରେ ପାତ୍ରମା- ଯୁଧ

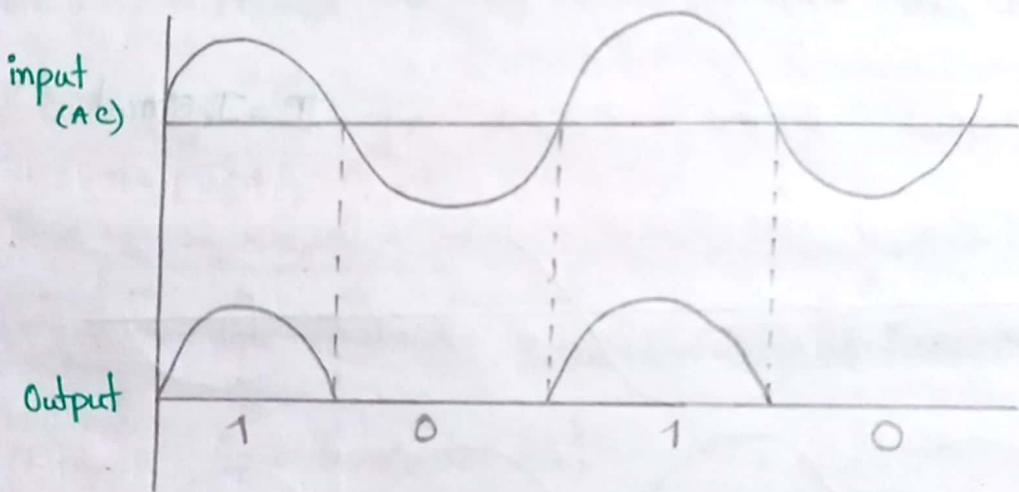
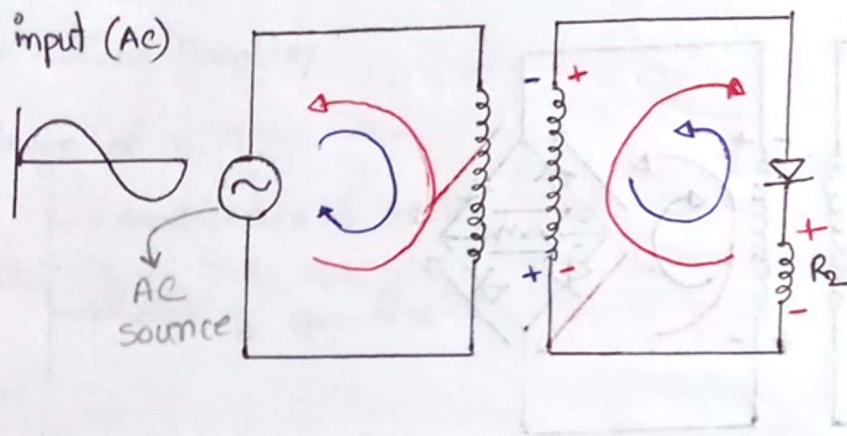


* ପରିବର୍ତ୍ତକୀଳ ଟ୍ରୈକ୍ଟର୍ରେ ଦିନ୍ଯ ତତ୍ତ୍ଵ ସବର ପାତ୍ରମା ଯୁଧ

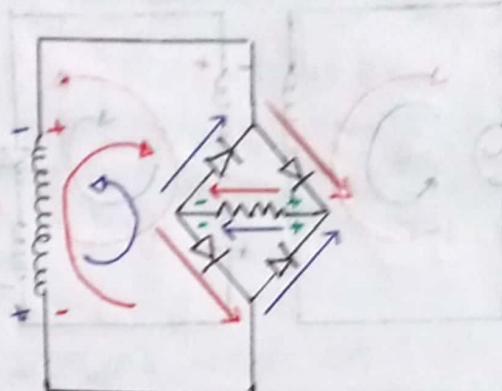
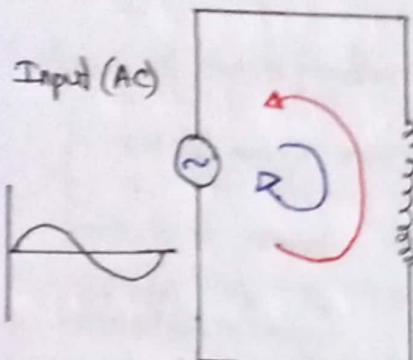
* ତତ୍ତ୍ଵ ଚୌକ୍କିମ ଆବେଶର କ୍ଷେତ୍ରେ ଆବେଶିତ ବର୍ଣ୍ଣାତ୍ମ ତତ୍ତ୍ଵ ସବରେ

କ୍ଷେତ୍ର ଅର୍ଦ୍ଦ ବିଗ୍ନାତ,

Half Wave Rectification:

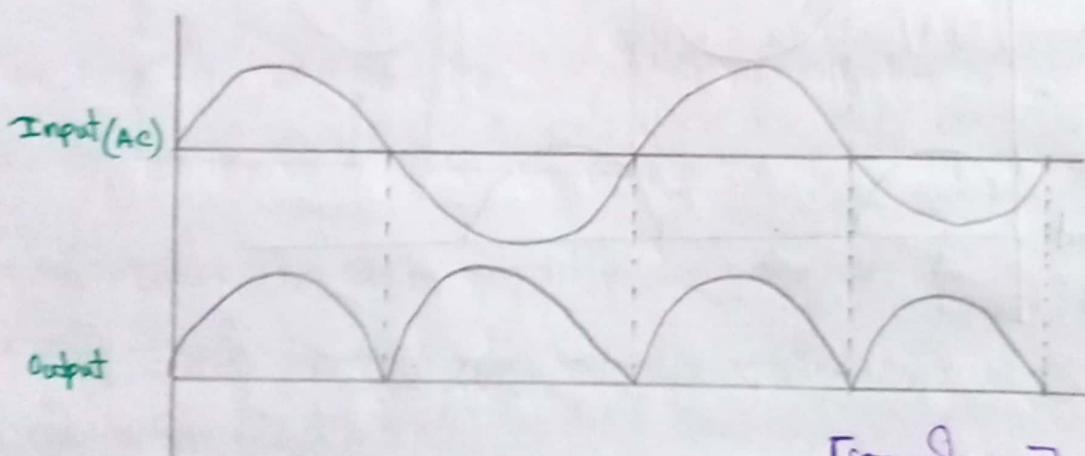


Full Wave Rectification



(a) Top

$$I = I_0 \sin \omega t$$



Topic 03 Bipolar Junction Transistor (BJT):

* John Bardeen (2 times noble prize winner)

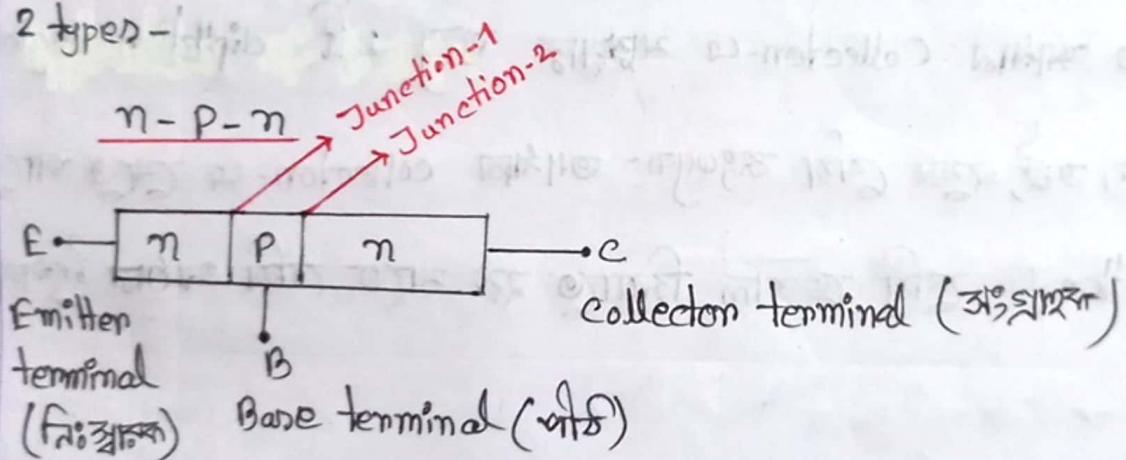
* William Shockley

Usage of BJT:

- Amplification of weak signal
- Switching operation

■ BJT: BJT হচ্ছে তিনি আন্তঃ-বিত্তিক ডায়াগ্রাম �semiconductor

2 types -



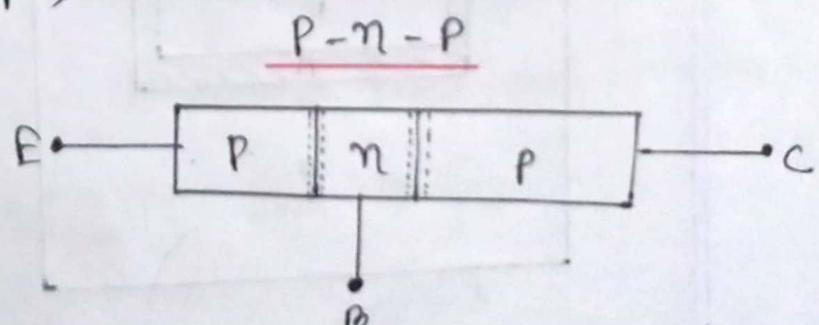
J-1: Emitter-base Junction (input)

J-2: Collector-base " (output)

width: C > E > B

(প্রশ়ঙ্খুত)

Dopping: E > C > B



width : $(C > E > B)$

* * *
C :

i. to collect (charge)

ii. Heat Production rate is high

iii. প্রতিলোক ক্ষেপণাল বাসনার জন্য অধিক বাহু ত্বরণ সহ্য করতে পারে।

অপ্রযোগে হাব বৃদ্ধি পায়,

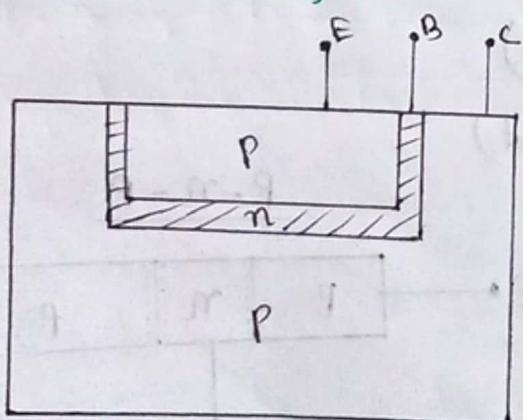
Dopping : $E > C > B$

Emitter এতে অধিক - Collection-এ শাওয়ার জন্য 2 ft depletion region

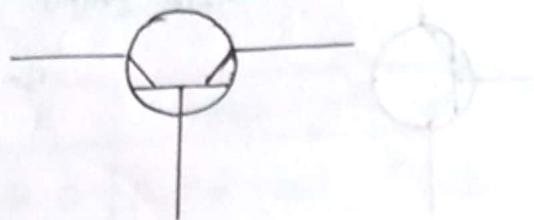
পার হতে হব, তবে দুর্বল অংশের অধিক - অধিক collection-এ স্মরণ পাওয়া

বেশি Emitter-এ দুর্বল দ্রুতাল কিমার - হব মাত্র বেশি অধিক উৎপন্ন -
হব,

Cross Section view of BJT

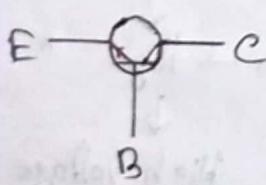
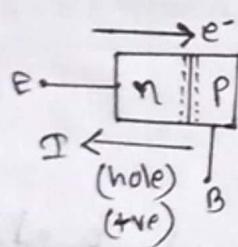
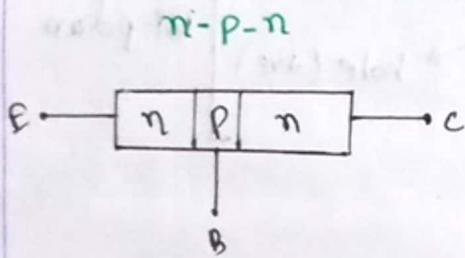


Symbol of BJT:



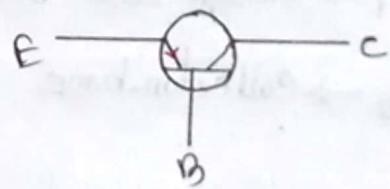
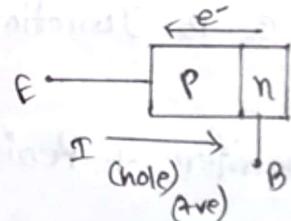
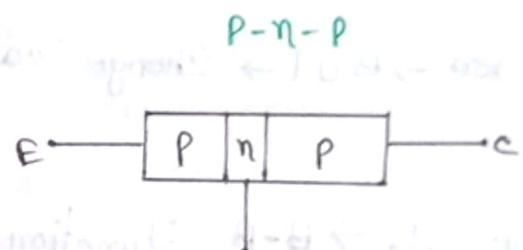
Emitter & Base Junction-এ Current flow দের direction যৰে - n-p-n

৩ p-n-p আলাদা বজ্ঞা হ'ল,



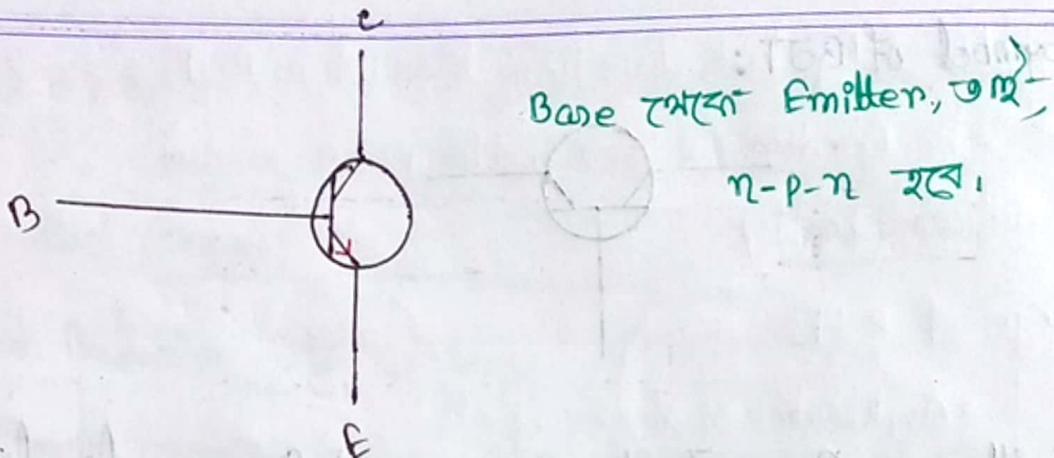
n-p-n - G current flow

ঐ direction base যৰে
emitter এৰ নিম্নো,



p-n-p - G current flow এৰ direction

emitter যৰে - base অৱ দ্বিতীয়ে,



Bi-polar Junction Transistor

Bi-polar \rightarrow BJT \rightarrow Change carrier

e^-

hole (+ve)

Bi-polar

Junction: $J_1 \rightarrow E-B$ Junction

$J_2 \rightarrow C-B$ Junction

Transistor: \rightarrow (Transfer + Resistor)

input $\rightarrow J_1 \rightarrow$ Emitter-base Junction \rightarrow Forward bias \rightarrow Low Resistance

(Weak Signal) $J_2 \rightarrow$ Collector-base $\parallel \rightarrow$ Reverse bias \rightarrow High "

High Voltage drop

Output

(Strong signal)

Region of operation

J_1	J_2	Region of operation
F.B	R.B	Active mood (Amplifier)
F.B	F.B	Saturated mood (Logical "ON" or closed switch)
R.B	R.B	Cut off mood (Logical "off" or open circuit)
R.B	F.B	Inverted mood (Rarely used)

Reverse bias (R.B)

Forward bias (F.B)

$J_1 \rightarrow E-B$
Junction

$J_2 \rightarrow C-B$ "

BJT-এ তিনি ধরণের Configuration রয়েছে

i. Common - Base Configuration (সার্ভিস - এক্সিট বা ফুলি বিন্যাস)

ii. Common - Emitter " (" - ইঞ্চারক বিন্যাস)

iii. Common - Collector " (" - অংগীকৃত - বিন্যাস)

$J-1 \rightarrow$ forward

$J-2 \rightarrow$ Reverse

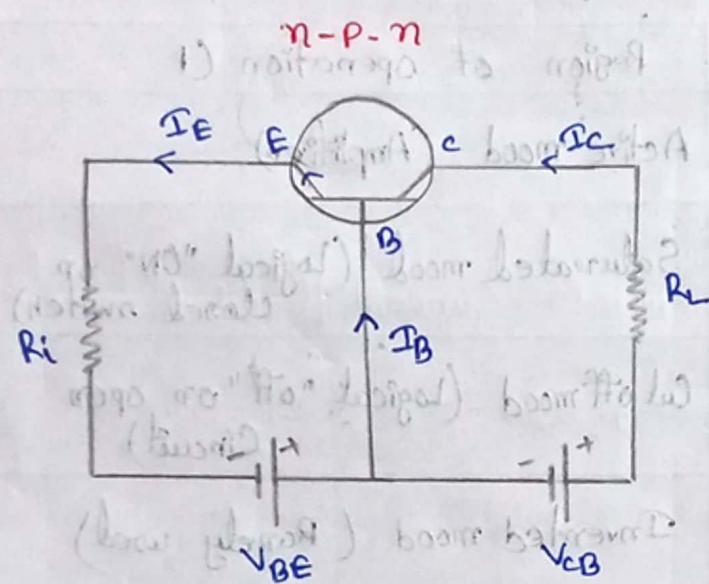
↳ অর্ধ কলেক্টর হ্রে - reverse রজন্তে হচ্ছে ।

i. Common - Base configuration

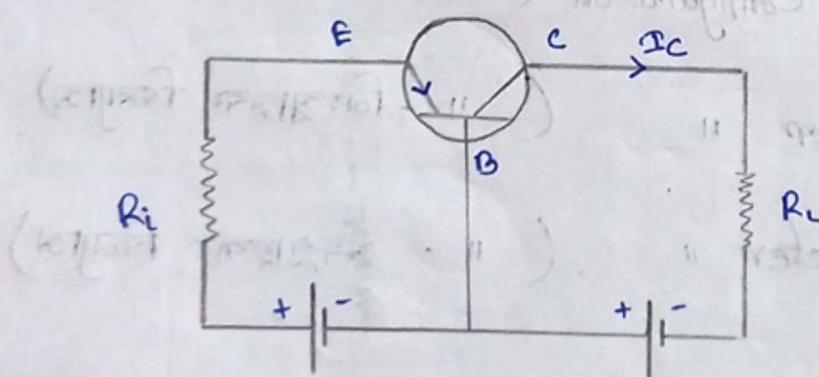
inherent feedback

For any BJT,

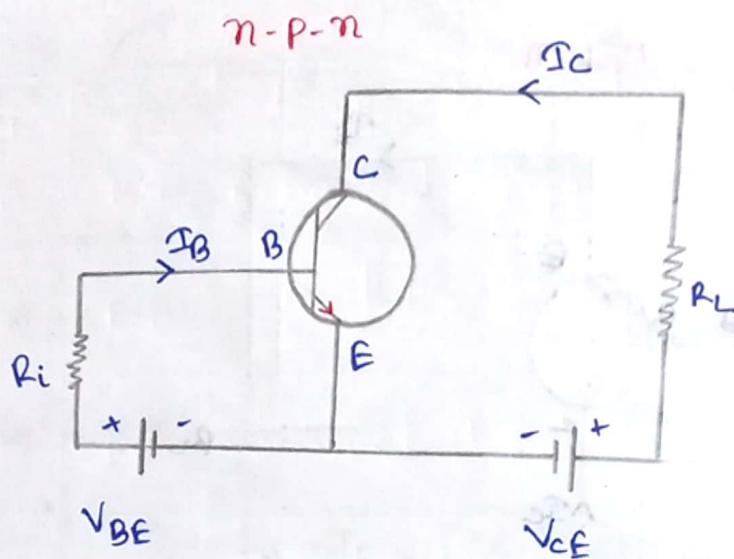
$$I_E = I_B + I_C$$



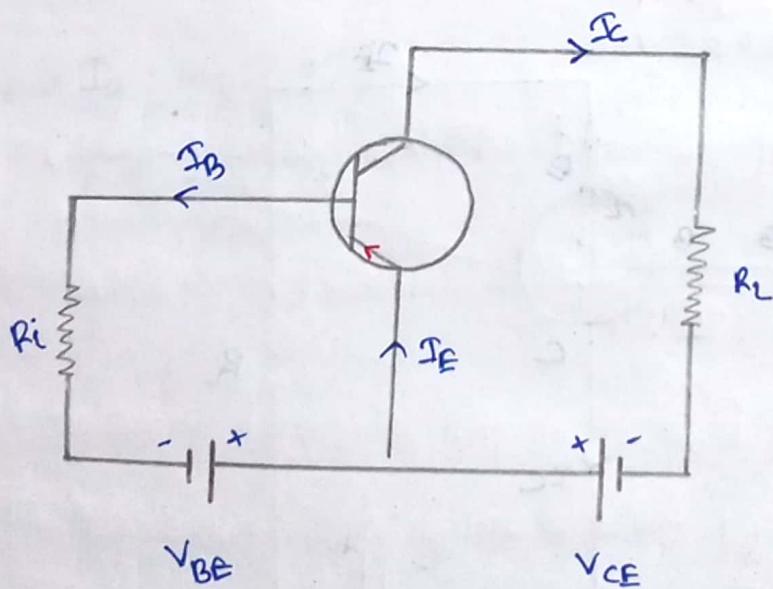
p-n-p



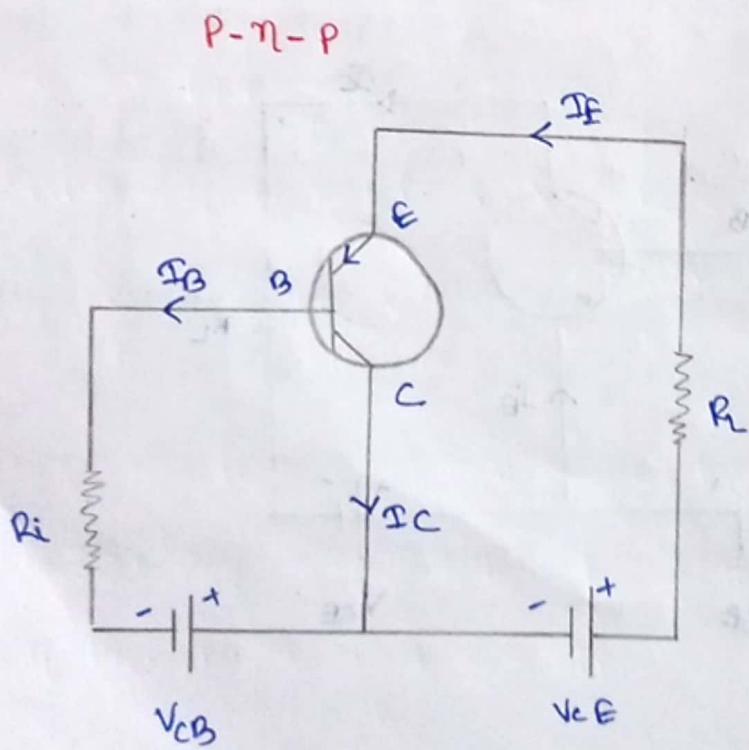
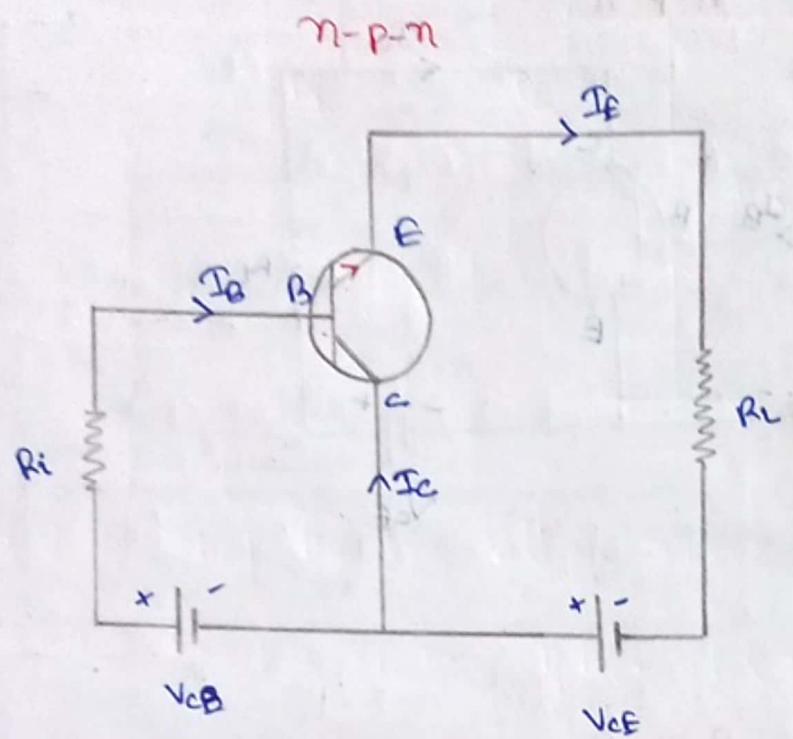
iii. Common-Emitter configuration



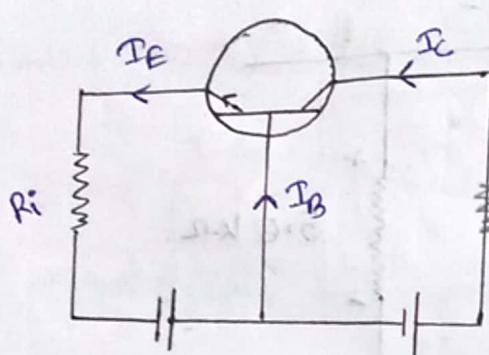
p-n-p



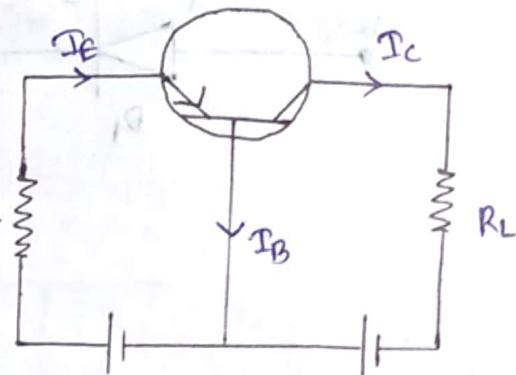
III. Common-collector configuration



Current flow in BJT



$$I_B + I_C = I_E \quad [\text{kcl}]$$



$$I_E = I_B + I_C \quad [\text{kcl}]$$

for any BJT : $I_E = I_B + I_C$ [DC flow]

or, $\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$ [AC flow]

যেহেতু,

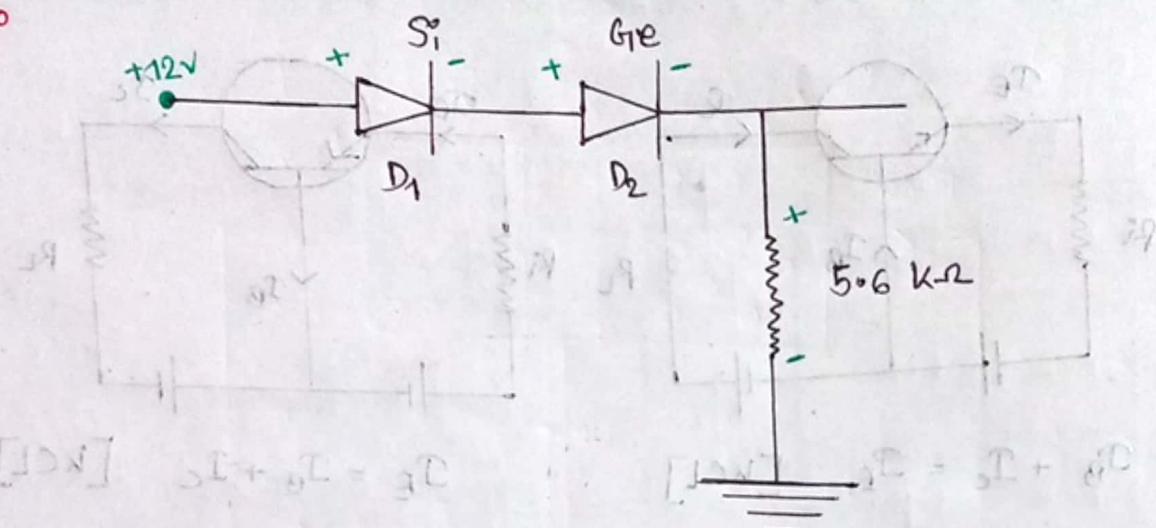
$$I_E = I_B + I_C$$

$I_E > I_B$ or, $I_E > I_C$

$$\boxed{I_E > I_C > I_B}$$

$$A_{vss} = A_{vdc} = -\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{V}{4} = 2$$

Q.



চিত্রে, S₁ ও G_{1e} সাথোচ্চুরির knee Voltage যথাক্ষতে 0.7V ও 0.3V।

i) বর্ণনাতে 5.6 kΩ হোର্ডে মধ্য দিয়ে অডিও এবং নির্ম বর্তুল।

ii) " G_{2e} সাথোচ্চুরি ডেল্টা বক্সে অংশোগ দিয়ে কোধীটিত মধ্য দিয়ে বিশ্লেষণ কর নির্ম বর্তুল।

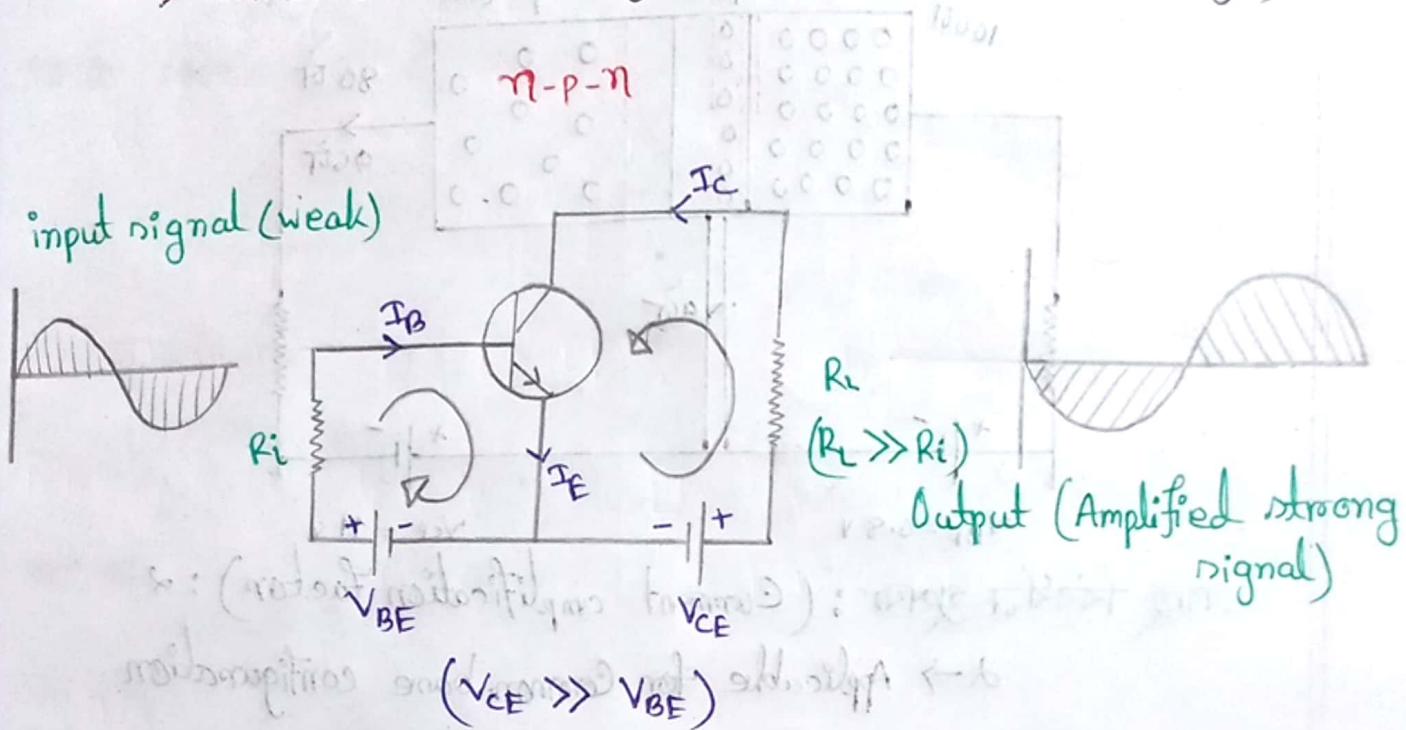
Soln: ① ক্রমাগত অন্তর্ভুক্ত বর্তুলে, $V = (12 - 0.7 - 0.3) V$
 $= 11 V$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{11 V}{5.6 \times 10^3 \Omega} = 0.002 A = 2 mA$$

ii) প্রয়োগে, G_{2e} সাথোচ্চুরি ডেল্টা বক্সে অংশোগ দিয়ে বর্ণনাতে বিস্তৃত হোର্ডে অস্থি হলু। যদেখন বর্ণনাতে হোন্দে অডিও এবাহিতি হবে না, আহু হোର্ডে মধ্য দিয়ে কিম্বে গতুর হবে না।

Amplifier হিসেবে Transistor

Common-Emitter Configuration (আধুনিক নির্মাণ বিন্যাস)



Amplifier-এ input signal & output signal এ পর্যবেক্ষণ দার্শন

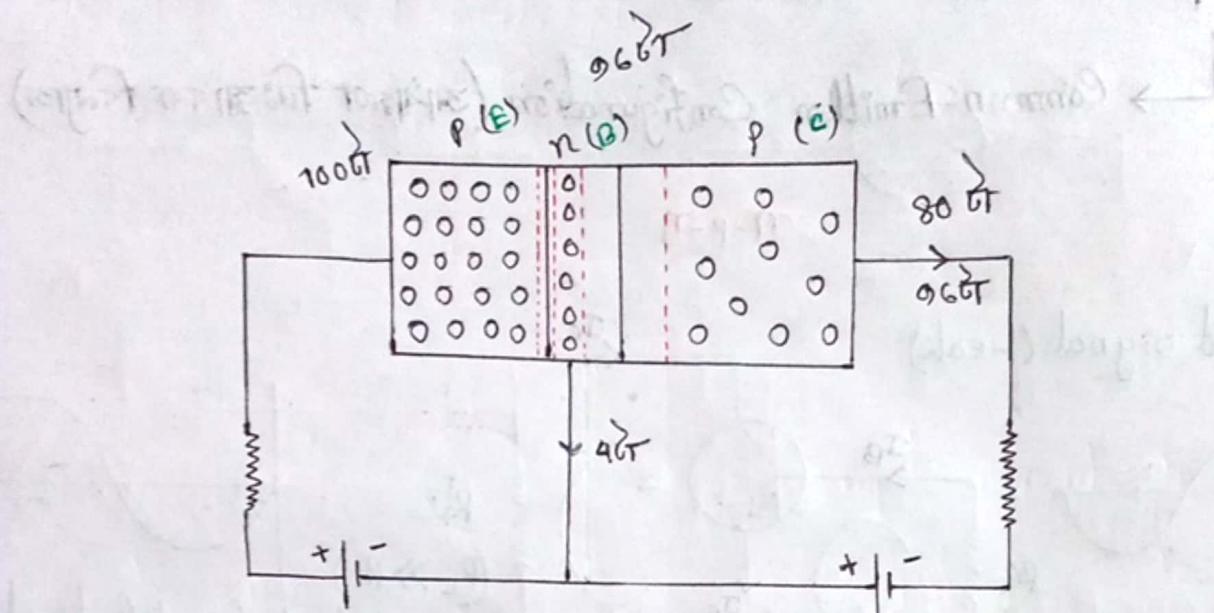
180° ও, π ।

$$\text{Input resistance (অন্তর্ভূত প্রোট), } R_i = \frac{V_{BE}}{I_B}$$

$$\text{Output / Load } \parallel \text{ (পরিসর পর্যবেক্ষণ), } R_o = \frac{V_{CE}}{I_C}$$

$P = \text{Power Input}$

$S = \text{Signal Output}$

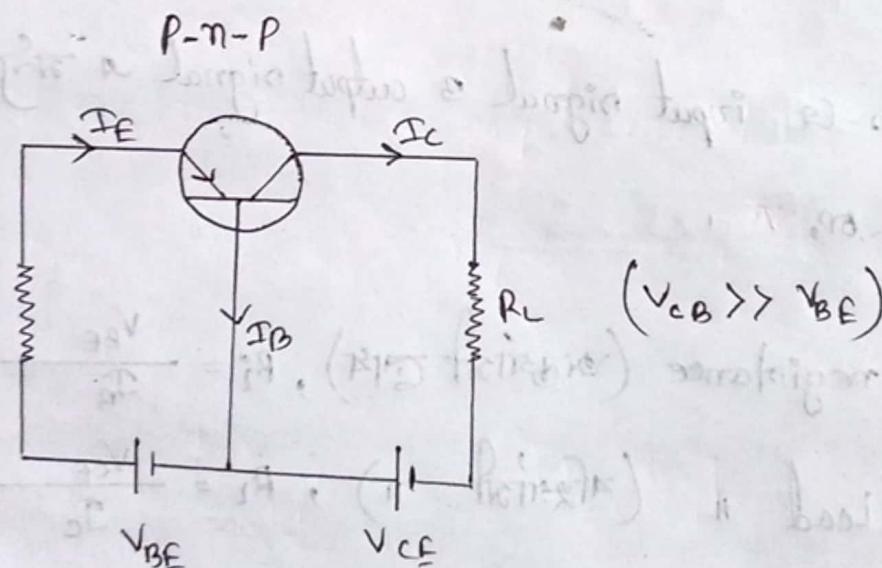


$$V_{BE} = 0.8 \text{ V}$$

$$V_{CE} = 11 \text{ V}$$

এবারু বিবরণ গুণক : (Current amplification factor) : α

\Rightarrow Applicable for Common-base configuration



$$\text{input current} = I_E$$

$$\text{Output } " = I_C$$

Common-base configuration - a) Output current I_C এবং Input current I_E , b) Output 3. Input current current এবং অন্তর্গত-
এবার-বিধি-গুণক-বলৈ,

$$\therefore \alpha = \left(\frac{I_C}{I_E} \right)_{V_{CB}} \quad [DC \text{ flow}]$$

common-base

$$\alpha = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \right)_{V_{CB}} \quad [AC \text{ flow}]$$

আবার,
আমরা জানি,

$$I_E > I_C$$

$$\Rightarrow \frac{I_E}{I_C} > 1$$

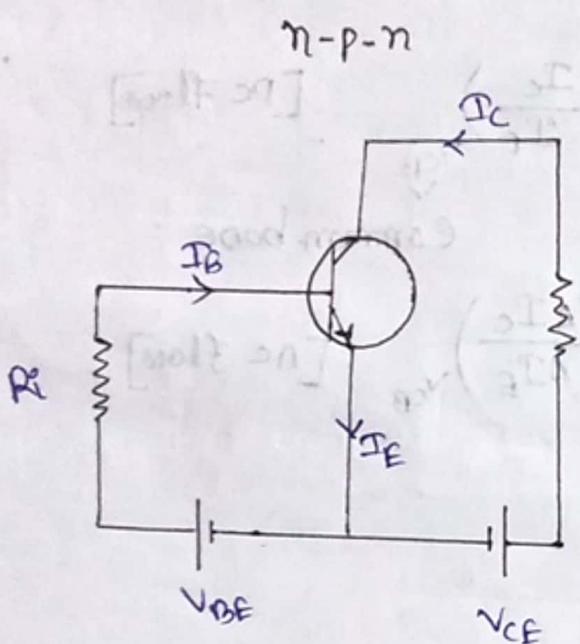
$$\Rightarrow \frac{I_C}{I_E} < 1$$

$$\Rightarrow \boxed{\alpha < 1}$$

$$\boxed{0 < \alpha < 1}$$

প্রাপ্ত লাভ (Current gain): (β)

→ Applicable for Common-Emitter configuration



$$\text{input current} = I_B$$

$$\text{output } " = I_C$$

Common-Emitter configuration-এর output current I_C এবং Input current I_B , এর Output এবং Input current এর অনুপমতা-
প্রাপ্ত লাভ বলা,

$$\beta = \left(\frac{I_C}{I_B} \right)_{V_{CE}} \quad [\text{DC flow}]$$

Common-Emitter

$$\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \right)_{V_{CE}} \quad [\text{AC flow}]$$

আবার,

অমুলা ঢালি,

$$I_C > I_B$$

$$\Rightarrow \frac{I_C}{I_B} > 1$$

$$\Rightarrow \boxed{\beta > 1}$$

α ও β এর মধ্যে অন্তর

$$I_E = I_B + I_C$$

এখন,

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

$$\Rightarrow \alpha = \frac{I_C}{I_B + I_C}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\frac{I_C}{I_B}}{1 + \frac{I_C}{I_B}}$$

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

[ক্ষ ৩ হুন্দু প্র প্রমা
অঙ ক্ষ]

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

১৫ x ৫

$$\boxed{\frac{15}{15} \times \frac{5}{5} = 1}$$

$$\frac{15}{15} \times \left(\frac{5}{5}\right) = 1$$

$$\frac{15}{15} \times 1 = 1$$

ଆবাব

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

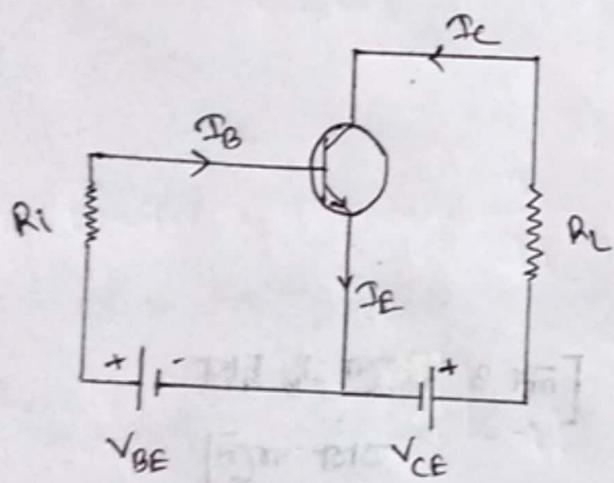
$$\Rightarrow \alpha + \alpha\beta = \beta$$

$$\Rightarrow \beta - \alpha\beta = \alpha$$

$$\Rightarrow \beta(1-\alpha) = \alpha$$

$$\Rightarrow \boxed{\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

Common-emitter configuration \rightarrow n-p-n



Voltage Gain (ডেক্সেন্জ লাভ) : V_G

$$V_G = \frac{V_{out}}{V_m} = \frac{I_C \times R_L}{I_B \times R_i} \quad [V = IR]$$

$$\Rightarrow V_G = \left(\frac{I_C}{I_B} \right) \times \frac{R_L}{R_i}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_G = \beta \times \frac{R_L}{R_i}}$$

Power Gain (ক্ষমতা লাভ) : P_G

$$P_G = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{I_C^2 \times R_L}{I_B^2 \times R_i} \quad [P = I^2 R]$$

$$\Rightarrow P_G = \left(\frac{I_C}{I_B} \right)^2 \times \frac{R_L}{R_i}$$

$$\Rightarrow P_G = \beta^2 \times \frac{R_L}{R_i}$$

অবস্থা,

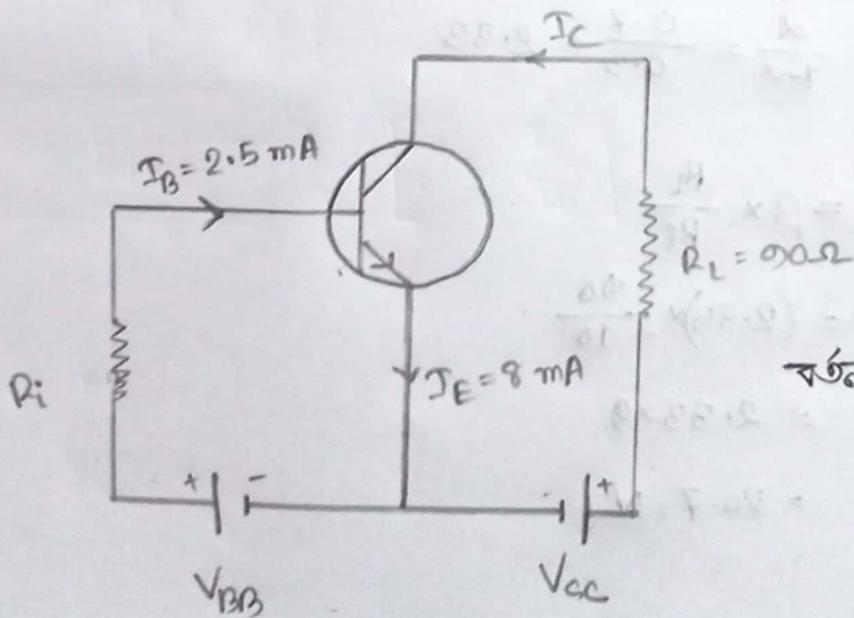
$$P_G = \beta \times \frac{R_L}{R_i}$$

$$\Rightarrow P_G = \beta \times \left(\beta \times \frac{R_L}{R_i} \right)$$

$$\Rightarrow P_G = \beta \times V_G$$

১০. নিম্ন একটি চুবল অংশের ক্ষমতাক্ষেত্রে - 450 মুন (বিষ) বিবরিত কর

অবল অংশের স্পান্ডের জন্য নিম্নোক্ত বর্ণনা করল।



বর্ণনাট স্পান্ডের জন্য $R_i = 10\Omega$

i) বর্তনীর এবং বিদ্যুৎ শুল্কের রিংফ করা।

ii) উদ্ধৃতক্ষেত্র বিনি শিল্পাচারী অর্থ উদ্দেশ্য অধিল কারণে প্রযুক্তি না? গাণিতিকভাবে ঘাটার কারণ।

①

আমরা জানি,

$$I_E = I_B + I_C$$

$$\Rightarrow I_C = I_E - I_B$$

$$= 8 - 2.5$$

$$= 5.5 \text{ mA}$$

$$I_F = 8 \text{ mA}$$

$$I_B = 2.5 \text{ mA}$$

$$\therefore \text{এবং বিদ্যুৎ শুল্ক}, \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{5.5}{8} = 0.7$$

②

$$\alpha = 0.7$$

$$\therefore \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.7}{0.3} = 2.33$$

$$\therefore V_{out} = \beta \times \frac{R_L}{R_i}$$

$$= (2.33) \times \frac{90}{10}$$

$$= 2.33 \times 9$$

$$= 20.71$$

∴ কুণ্ডলী বন্দি শিখন্মী-তার উদ্দেশ্য অমল বর্ততে প্রচার না,