

গাণিতিক উদাহরণ

ক গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ১০.১-১০.৯ : সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড]

১০ক ১। কোনো $p-n$ জংশনে 1 V বিভব পার্থক্যের জন্য তড়িৎপ্রবাহ পাওয়া গেল 10 mA এবং বিভব পার্থক্য যখন 1.2 ভোল্ট করা হলো তখন তড়িৎপ্রবাহ পাওয়া গেল 15 mA । এর গতিয় রোধ কত? আমরা জানি যে, গতিয় রোধ

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

$$\therefore R = \frac{0.2\text{ V}}{5 \times 10^{-3}\text{ A}} \\ = 0.04 \times 10^3\ \Omega \\ = 40\ \Omega$$

উ: $40\ \Omega$

এখানে,

$$\text{তড়িৎপ্রবাহের পরিবর্তন, } \Delta I = 15\text{ mA} - 10\text{ mA} \\ = 5\text{ mA} = 5 \times 10^{-3}\text{ A}$$

$$\text{বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন, } \Delta V = 1.2\text{ V} - 1.0\text{ V} \\ = 0.2\text{ V}$$

গতিয় রোধ, $R = ?$

১০ক ২। কোনো $p-n$ জংশনে 0.1 V বিভব পার্থক্য পরিবর্তনের জন্য আনুষঙ্গিক তড়িৎপ্রবাহের পরিবর্তন পাওয়া গেল 400 mA । এর গতিয় রোধ কত? আমরা জানি যে, গতিয় রোধ

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

$$\therefore R = \frac{0.1\text{ V}}{400 \times 10^{-3}\text{ A}} = 0.25\ \Omega$$

উ: $0.25\ \Omega$

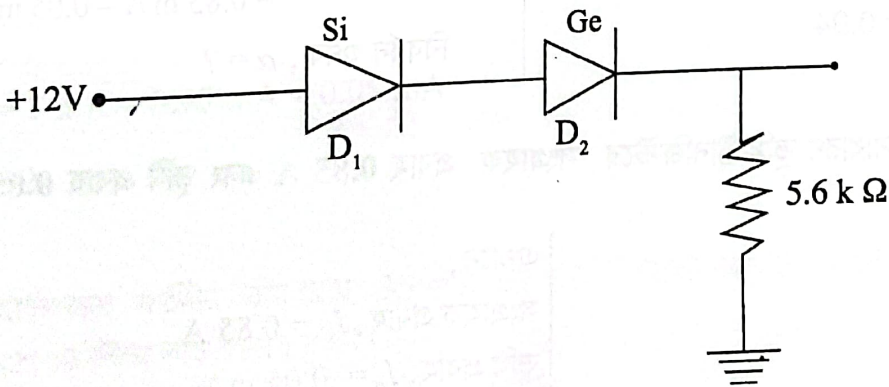
এখানে,

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

$$\text{তড়িৎপ্রবাহের পরিবর্তন, } \Delta I = 400\text{ mA}$$

$$\text{গতিয় রোধ, } R = ? = 400 \times 10^{-3}\text{ A}$$

১০ক ৩। নিচের চিত্রে Si ও Ge ডায়োড দুটির নী-ভোল্টেজ যথাক্রমে 0.7 V এবং 0.3 V । $5.6\text{ k}\Omega$ রোধের মধ্যদিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে? Ge ডায়োডটি উল্টো করে সংযোগ দিলে রোধটির দু প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত হবে? [রা. বো. ২০১৫; ব. বো. ২০১৫]



সমাধান : D_1 ও D_2 সম্মুখী বোঁকে সংযুক্ত। সুতরাং বর্তনীর মোট ভোল্টেজ,

$$V = 12\text{ V} - 0.7\text{ V} - 0.3\text{ V} = 11\text{ V}$$

$$\text{বর্তনীর রোধ, } R = 5.6\text{ k}\Omega = 5.6 \times 10^3\ \Omega$$

$$\therefore \text{রোধের মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহ, } I = \frac{V}{R} = \frac{11\text{ V}}{5.6 \times 10^3\ \Omega} = 1.96 \times 10^{-3}\text{ A}$$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, Ge-কে উল্টো করে সংযুক্ত করলে সেটি বিমুখী বোঁকে সংযুক্ত হয়। ফলে তখন এর মধ্যদিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না। সুতরাং রোধের মধ্যদিয়েও কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না। অতএব রোধের দু প্রান্তের বিভব পার্থক্য,

$$V = IR = 0 \times 5.6 \times 10^3 \Omega = 0$$

$$\text{উ: } 1.96 \times 10^{-3} \text{ A; শূন্য।}$$

১০ক ৪। গবেষণাগারে একজন শিক্ষার্থী চারটি একই রকম ডায়োড নিয়ে পরীক্ষা করছিল। সে দেখতে পেলো যে, প্রতিটি ডায়োডের দু প্রান্তের বিভব পার্থক্য ০.৪ V পরিবর্তন করা হলে তড়িৎপ্রবাহের পরিবর্তন ১০০ mA হয়। ডায়োডগুলো ব্যবহার করে একটি পূর্ণ তরঙ্গ রেকটিফায়ার তৈরি করে পরীক্ষণ শুরু করল।

[ব. বো. ২০১৫]

উদ্দীপকে উল্লেখিত ডায়োডের গতিয় রোধ কত?

আমরা জানি,

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

$$= \frac{0.4 \text{ V}}{100 \times 10^{-3} \text{ A}}$$

$$= 4 \Omega$$

$$\text{উ: } 4 \Omega$$

এখানে,

বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন, $\Delta V = 0.4 \text{ V}$

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

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

গতিয় রোধ, $R = ?$

খ গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ১০.১০–১০.১৪ : ট্রানজিস্টর]

১০খ ১। কোনো ট্রানজিস্টর সাধারণ পীঠ সংযোগে সংযুক্ত। এর নিঃসারক প্রবাহ ০.৮৫ mA এবং পীঠ প্রবাহ ০.০৫ mA। প্রবাহ বিবর্ধন গুণক α বের করো।

আমরা জানি যে,

$$\alpha = \left(\frac{I_C}{I_E} \right)_{V_{CB}}$$

$$\therefore \alpha = \frac{0.80 \text{ mA}}{0.85 \text{ mA}} = 0.94$$

$$\text{উ: } \alpha = 0.94$$

এখানে,

সংগ্রাহক প্রবাহ, $I_C = I_E - I_B$

$$= 0.85 \text{ mA} - 0.05 \text{ mA} = 0.80 \text{ mA}$$

বিবর্ধন গুণক, $\alpha = ?$

১০খ ২। একটি সাধারণ ভূমি ট্রানজিস্টরে সংগ্রাহক প্রবাহ ০.৮৫ A এবং ভূমি প্রবাহ ০.০৫ mA। প্রবাহ বিবর্ধন গুণক α বের করো।

আমরা জানি,

$$\alpha = \left(\frac{I_C}{I_E} \right)_{V_{CB}}$$

$$\text{আবার } I_E = I_C + I_B$$

$$= 0.85 \text{ A} + 0.05 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$= 0.85005 \text{ A}$$

$$\therefore \alpha = \frac{0.85 \text{ A}}{0.85005 \text{ A}} = 0.99994$$

$$\text{উ: } \alpha = 0.99994$$

এখানে,

সংগ্রাহক প্রবাহ, $I_C = 0.85 \text{ A}$

ভূমি প্রবাহ, $I_B = 0.05 \text{ mA}$

$$= 0.05 \times 10^{-3} \text{ A}$$

প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = ?$

১০খ ৩। কোনো ট্রানজিস্টরে ৪.০ mA নিঃসারক প্রবাহ পরিবর্তনের জন্য ৭.০ mA সংগ্রাহক প্রবাহের পরিবর্তন ঘটলো। সংগ্রাহক প্রবাহ পরিবর্তনের কারণে পীঠপ্রবাহের পরিবর্তন পাওয়া গেল ০.১ mA। প্রবাহ বিবর্ধন গুণক α এবং প্রবাহ লাভ β বের করো।

আমরা জানি যে,

$$\alpha = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \right)_{V_{CB}}$$

এবং

$$\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \right)_{V_{CE}}$$

$$\therefore \alpha = \frac{7.0 \text{ mA}}{8.0 \text{ mA}} = 0.875$$

$$\beta = \frac{7.0 \text{ mA}}{0.1 \text{ mA}} = 70$$

$$\text{উ: } \alpha = 0.875 ; \beta = 70$$

১০খ ৪। একটি ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha = 0.95$ এবং $I_E = 1 \text{ mA}$ হলে β কত হবে?

আমরা জানি,

$$\beta = \left(\frac{I_C}{I_B} \right)_{V_{CE}}$$

$$\text{আবার } \alpha = \left(\frac{I_C}{I_E} \right)_{V_{CB}}$$

$$\begin{aligned} \therefore I_C &= \alpha \times I_E \\ &= 0.95 \times 1 \text{ mA} \\ &= 0.95 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } I_E = I_C + I_B$$

$$\therefore I_B = I_E - I_C = 1 \text{ mA} - 0.95 \text{ mA} = 0.05 \text{ mA}$$

$$\therefore \beta = \frac{0.95}{0.05} = 19$$

$$\text{উ: } 19$$

১০খ ৫। একটি অ্যাম্পিয়ার বর্তনীর ভার রোধ $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ এবং অন্তর্গামী রোধ $R_i = 1 \text{ k}\Omega$ । যদি অ্যাম্পিয়ারের প্রবাহ লাভ $\beta = 50$ হলে ভোল্টেজ লাভ হিসাব করো।

আমরা জানি,

ভোল্টেজ লাভ,

$$\begin{aligned} V_A &= \beta \times \frac{R_L}{R_i} \\ &= 50 \times \frac{2 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} = 100 \end{aligned}$$

$$\text{উ: } 100$$

এখানে,

$$\text{সংগ্রাহক প্রবাহের পরিবর্তন, } \Delta I_C = 7.0 \text{ mA}$$

$$\text{নিঃসারক প্রবাহের পরিবর্তন, } \Delta I_E = 8.0 \text{ mA}$$

$$\text{পীঠপ্রবাহের পরিবর্তন, } \Delta I_B = 0.1 \text{ mA}$$

$$\text{বিবর্ধন গুণক, } \alpha = ?$$

$$\text{প্রবাহ লাভ, } \beta = ?$$

এখানে,

$$\text{বিবর্ধন গুণক, } \alpha = 0.95$$

$$\text{নিঃসারক প্রবাহ, } I_E = 1 \text{ mA}$$

$$\text{প্রবাহ লাভ, } \beta = ?$$

এখানে,

$$\text{ভার রোধ, } R_L = 2 \text{ k}\Omega$$

$$\text{প্রবাহ লাভ, } \beta = 50$$

$$\text{অন্তর্গামী রোধ, } R_i = 1 \text{ k}\Omega$$

$$\text{ভোল্টেজ লাভ, } V_A = ?$$

১০খ ৬। একটি অ্যাম্পিয়ার বর্তনীতে ট্রানজিস্টরকে সাধারণ নিঃসারক সংযোগে ব্যবহার করা হচ্ছে। যখন বায়াসিং ভোল্টেজের সাথে ২০ mV সিগনাল প্রয়োগ করা হয় তখন পীঠ প্রবাহের ৪০ μ A পরিবর্তন এবং সংগ্রাহক প্রবাহের ৩ mA পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয়। ভাররোধ ৫ k Ω হলে (ক) প্রবাহ লাভ, (খ) অন্তর্গামী রোধ এবং (গ) ভোল্টেজ লাভ বের করো। আমরা জানি,

$$\text{প্রবাহ লাভ, } \beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{3 \times 10^{-3} \text{ A}}{40 \times 10^{-6} \text{ A}} = 75$$

$$\text{আবার, অন্তর্গামী রোধ, } R_i = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B} = \frac{20 \times 10^{-3} \text{ V}}{40 \times 10^{-6} \text{ A}} = 500 \Omega$$

$$\text{এবং ভোল্টেজ লাভ } V_A = \beta \times \frac{R_L}{R_i} = \frac{75 \times 5 \times 10^3 \Omega}{500 \Omega} = 75$$

উ: (ক) ৭৫ ; (খ) ৫০০ Ω ; (গ) ৭৫

এখানে,

সংগ্রাহক প্রবাহের পরিবর্তন,

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

পীঠ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I_B = 40 \mu\text{A}$

$$= 40 \times 10^{-6} \text{ A}$$

প্রবাহ লাভ, $\beta = ?$

পীঠ নিঃসারক ভোল্টেজের পরিবর্তন,

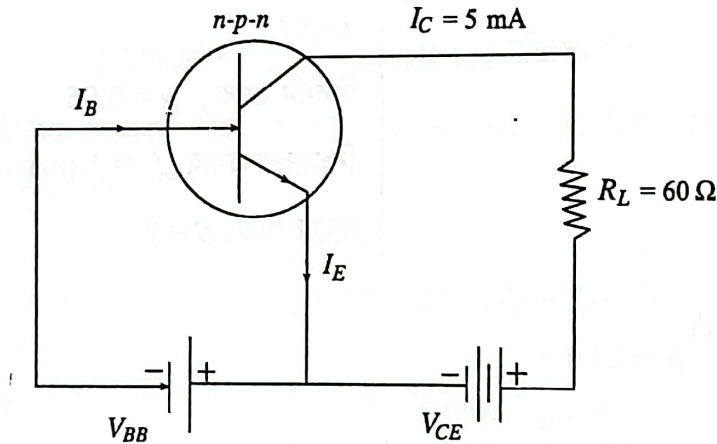
$$\Delta V_{BE} = 20 \text{ mV} = 20 \times 10^{-3} \text{ V}$$

অন্তর্গামী রোধ, $R_i = ?$

ভাররোধ, $R_L = 5 \text{ k}\Omega = 5 \times 10^3 \Omega$

ভোল্টেজ লাভ, $V_A = ?$

১০খ ৭। উদ্দীপকে একটি কমন এমিটার $n-p-n$ অ্যাম্পলিফায়ার বর্তনী দেখানো হলো। বর্তনীর গতিয় রোধ ৪০ Ω । এর কারেন্ট গেইন ৭৫। বর্তনীর $R_L = 60 \Omega$ এবং কালেক্টর কারেন্ট ৫ mA।



(ক) উদ্দীপকের বর্তনীর প্রবাহ বিবর্তন গুণক নির্ণয় করো।

(খ) উদ্দীপকের বর্তনী থেকে ১০০% ভোল্টেজ গেইন পাওয়া সম্ভব কিনা—গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই করো।

[ঢা. বো. ২০১৭]

(ক) আমরা জানি, প্রবাহ বিবর্তন গুণক,

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

আবার প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

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

$$= 6.67 \times 10^{-5} \text{ A}$$

কিন্তু, $I_E = I_B + I_C$

এখানে,

প্রবাহ লাভ, $\beta = 75$

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

এমিটার কারেন্ট, $I_E = ?$

বেস কারেন্ট, $I_B = ?$

প্রবাহ বিবর্তন গুণক, $\alpha = ?$

$$= 6.67 \times 10^{-5} \text{ A} + 5 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$= 5.067 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\therefore \alpha = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ A}}{5.067 \times 10^{-3} \text{ A}} = 0.987$$

(খ) আমরা জানি,

$$\text{ভোল্টেজ গেইন, } V_A = \frac{V_o}{V_{in}}$$

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

এখানে,

$$\text{প্রবাহ লাভ, } \beta = 75$$

$$\text{বর্তনীর ভার রোধ, } R_L = 60 \Omega$$

$$\text{বর্তনীর গতিয় রোধ = অন্তর্গামী রোধ, } R_i = 40 \Omega$$

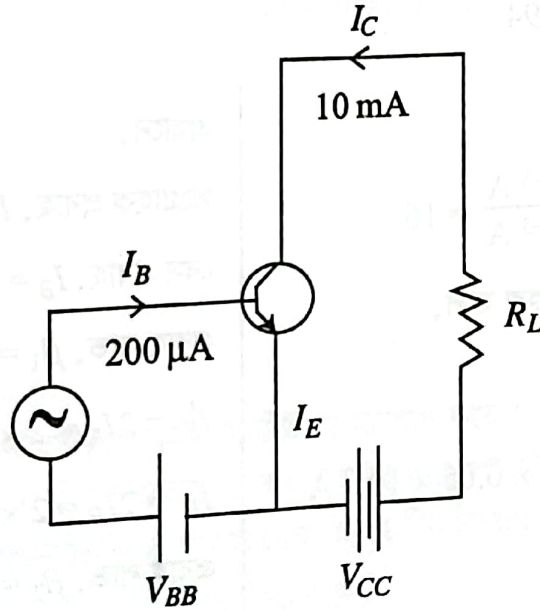
$$\text{ভোল্টেজ গেইন, } V_A = ?$$

$$\therefore V_A = 75 \times \frac{60 \Omega}{40 \Omega} = 112.5$$

গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে প্রতীয়মান হয় যে, ভোল্টেজ গেইন 100% পাওয়া সম্ভব।

উ: (ক) 0.987; (খ) সম্ভব।

১০খ ৮। চিত্রে একটি ট্রানজিস্টর দেয়া আছে।



[রা. বো. ২০১৫]

প্রবাহ বিবর্ধক গুণক নির্ণয় করো।

আমরা জানি,

$$\alpha = \left(\frac{I_C}{I_E} \right) V_{CB}$$

$$I_E = I_B + I_C$$

$$= 200 \times 10^{-6} \text{ A} + 10 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$= 0.0102 \text{ A}$$

$$\therefore \alpha = \frac{10 \times 10^{-3} \text{ A}}{0.0102 \text{ A}} = 0.98$$

এখানে,

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

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

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

গ গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ১০.১৫-১০.২৪ : ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স ও সংখ্যা পদ্ধতি]

১০গ ১। ডেসিমেল $(150)_{10}$ -কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তরিত করো।

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{)150} \\
 2 \overline{)75-0} \\
 2 \overline{)37-1} \\
 2 \overline{)18-1} \\
 2 \overline{)9-0} \\
 2 \overline{)4-1} \\
 2 \overline{)2-0} \\
 2 \overline{)1-0} \\
 \underline{0-1}
 \end{array}$$

$$\text{সুতরাং } (150)_{10} = (10010110)_2$$

$$\text{উ: } (150)_{10} = (10010110)_2$$

১০গ ২। ডেসিমেল $(35.125)_{10}$ -কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তরিত করো।

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{)35} \\
 2 \overline{)17-1} \\
 2 \overline{)8-1} \\
 2 \overline{)4-0} \\
 2 \overline{)2-0} \\
 2 \overline{)1-0} \\
 \underline{0-1}
 \end{array}$$

$$(35)_{10} = (100011)_2$$

$$\text{সুতরাং } (35.125)_{10} = (100011.001)_2$$

$$\text{উ: } (35.125)_{10} = (100011.001)_2$$

$$\begin{array}{r}
 .125 \\
 \times 2 \\
 \hline
 0 \quad .25 \\
 \times 2 \\
 \hline
 0 \quad .50 \\
 \times 2 \\
 \hline
 1 \quad 0
 \end{array}$$

$$(.125)_{10} = (001)_2$$

১০গ ৩। বাইনারি $(10001)_2$ -কে ডেসিমেল সংখ্যায় রূপান্তরিত করো।

$$\begin{aligned}
 (10001)_2 &= 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\
 &= 16 + 0 + 0 + 0 + 1 = 17
 \end{aligned}$$

$$\text{সুতরাং } (10001)_2 = (17)_{10}$$

$$\text{উ: } (10001)_2 = (17)_{10}$$

১০গ ৪। ডেসিমেল $(8765)_{10}$ -কে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তরিত করো।

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 8765} \\ 8 \overline{) 1095 - 5} \\ 8 \overline{) 136 - 7} \\ 8 \overline{) 17 - 0} \\ 8 \overline{) 2 - 1} \\ 8 \overline{) 0 - 2} \end{array}$$

সুতরাং $(8765)_{10} = (21075)_8$

উ: $(8765)_{10} = (21075)_8$

১০গ ৫। অক্টাল $(875)_8$ -কে ডেসিমেল সংখ্যায় রূপান্তরিত করো।

$$\begin{aligned} (875)_8 &= 8 \times 8^2 + 7 \times 8^1 + 5 \times 8^0 \\ &= 512 + 56 + 5 = (573)_{10} \end{aligned}$$

সুতরাং $(875)_8 = (573)_{10}$

উ: $(875)_8 = (573)_{10}$

১০গ ৬। হেক্সাডেসিমেল $(7B.F6)_{16}$ -কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তরিত করো।

$$\begin{array}{cccc} 7 & B & F & 6 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 0111 & 1011 & 1111 & 0110 \end{array}$$

সুতরাং $(7B.F6)_{16} = (01111011.11110110)_2$

উ: $(7B.F6)_{16} = (01111011.11110110)_2$

১০গ ৭। হেক্সাডেসিমেল $(BCB21)_{16}$ -কে ডেসিমেল সংখ্যায় রূপান্তরিত করো।

$$\begin{array}{ccccc} (BCB21)_{16} \Rightarrow & B & C & B & 2 & 1 \\ & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ & 11 & 12 & 11 & 2 & 1 \end{array}$$

$$\begin{aligned} (BCB21)_{16} &= 11 \times 16^4 + 12 \times 16^3 + 11 \times 16^2 + 2 \times 16^1 + 1 \times 16^0 \\ &= 720896 + 49152 + 2816 + 32 + 1 \\ &= 772897 \end{aligned}$$

সুতরাং $(BCB21)_{16} = (772897)_{10}$

উ: $(BCB21)_{16} = (772897)_{10}$

১০গ ৮। ডেসিমেল $(432)_{10}$ -কে হেক্সাডেসিমেল সংখ্যায় রূপান্তরিত করো।

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 432} \\ 16 \overline{) 27 - 0} \\ 16 \overline{) 1 - 11} \\ 0 - 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 & 11 & 0 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 & B & 0 \end{array}$$

সুতরাং $(432)_{10} = (1B0)_{16}$

উ: $(432)_{10} = (1B0)_{16}$