

ইউনিট ৩
কম্পিউটারের
কার্যপ্রণালীর মূলভিত্তি

ইউনিট ৩ কম্পিউটারের কার্যপ্রণালীর মূলভিত্তি

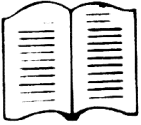
কম্পিউটারের অভ্যন্তরে গণনা পদ্ধতি এবং আমাদের প্রচলিত গণনা পদ্ধতি এক নয়। কম্পিউটারে বাইনারী গণনা পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এর প্রধান কারণ হচ্ছে, বাইনারী গণনা পদ্ধতিতে শুধুমাত্র দুটি অংক যথা— ০ এবং ১ ব্যবহৃত হয়। এই ০ এবং ১ কে কম্পিউটারের ইলেক্ট্রনিক বর্তনীতে যথাক্রমে ‘অফ’ এবং ‘অন’ সুইচের মাধ্যমে উপস্থাপন করা হয়। বাইনারী পদ্ধতিতে কম্পিউটারে সকল যোগ ও বিয়োগের হিসাবের কাজ সম্পন্ন হয়। ১৮৪৭ সালে বুলিন বীজগণিতের আবিষ্কার হয়। ডিজিটাল বর্তনীর সকল কাজে এই বুলিন বীজগণিতের গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে। সংখ্যা গণনার ক্ষেত্রে কম্পিউটারে ব্যবহৃত আর একটি পদ্ধতি হচ্ছে হেন্সাডেসিমাল পদ্ধতি।

এই ইউনিটের বিভিন্ন পাঠে কম্পিউটারে বাইনারী পদ্ধতির ব্যবহার, বাইনারী পদ্ধতির ইতিহাস, বাইনারী যোগ ও বিয়োগ পদ্ধতি, অন্যান্য সংখ্যা গণনা পদ্ধতি এবং বিট, বাইট সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

পাঠ ৩.১ বুলিন (Boolean) বীজগণিত – যোগ

এ পাঠ শেষে আপনি –

- বুলিন বীজগণিত সম্পর্কে ধারণা লাভ করবেন।
- বাইনারী সংখ্যার যোগফল নির্ণয় পদ্ধতি শিখতে পারবেন।



যে গণনা পদ্ধতিতে শুধুমাত্র দুটিমাত্র অংক ব্যবহৃত হয়, তা হলো বাইনারী পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে ০ এবং ১ এই অংক দুটি ব্যবহার করা হয়।

ইংরেজ পাদ্রী ও গণিতবিদ জর্জ বুল ১৮৪৭ সালে বুলিন বীজগণিত উদ্ভাবন করেন।

আমরা প্রাত্যহিক জীবনে যে গণনা পদ্ধতি ব্যবহার করে থাকি তা হচ্ছে ডেসিমাল পদ্ধতি (Decimal system) বা দশভিত্তিক সংখ্যা গণনা পদ্ধতি। ডেসিমাল পদ্ধতিতে ০ থেকে ৯ পর্যন্ত গণনার জন্য একটি স্থান প্রয়োজন এবং তারপর প্রয়োজন দুটি স্থানের, যেমন ১০, ১১, ১২ ইত্যাদি। যে গণনা পদ্ধতিতে শুধুমাত্র দুটি অংক ব্যবহৃত হয়, তা হলো বাইনারী পদ্ধতি (Binary system)। এই পদ্ধতিতে ০ এবং ১ এই অংক দুটি ব্যবহার করা হয়।

ডিজিটাল বর্তনীসমূহ বাইনারী মোড বা পদ্ধতিতে কাজ করে। ডিজিটাল কম্পিউটার ও ক্যালকুলেটর-সম হের অভ্যন্তরে গাণিতিক কাজগুলো (যেমন— যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ) বাইনারী পদ্ধতিতে সম্পাদিত হয়। বাইনারী পদ্ধতিতে গাণিতিক হিসাব কিছুটা জটিল। এই পাঠে আমরা দেখবো কীভাবে ডিজিটাল যন্ত্র সমূহ বাইনারী পদ্ধতিতে বিভিন্ন গাণিতিক হিসাবের কাজগুলো সম্পাদন করে।

ইংরেজ পাদ্রী ও গণিতবিদ জর্জ বুল ১৮৪৭ সালে বুলিন বীজগণিত উদ্ভাবন করেন। এ বীজগণিতে যে কোন একটি ধ্রুবক বা চলকের দুটি মান থাকতে পারে, আর তা হলো ০ এবং ১। ০ এবং ১ বলতে প্রকৃত সংখ্যাকে বোঝায় না, বরং ভোল্টেজের দুটি স্তরকে বোঝায় যা যুক্তি স্তর (Logic level) নামে পরিচিত। উদাহরণস্বরূপ, কোন একটি ডিজিটাল বর্তনীতে যুক্তি স্তর ০ কে ভোল্টেজ ০ ভোল্ট দ্বারা এবং যুক্তি স্তর ১ কে ভোল্টেজ ৫ ভোল্ট দ্বারা বোঝানো যেতে পারে।

বুলিন বীজগণিতের বৈশিষ্ট্য

1. বুলিন ধ্রুবক (Constant) এবং চলক (Variable) এর শুধুমাত্র দুটি মান থাকতে পারে, ০ এবং ১।
2. বুলিন চলকের দুটি মাত্র মান থাকায় বুলিন বীজগণিত, ডেসিমাল বীজগণিতের তুলনায় অনেক সহজ।

বাইনারী যোগের কয়েকটি উদাহরণ

আমরা জানি, ডেসিমাল ৩ = বাইনারী ০১১ এবং ডেসিমাল ৫ = বাইনারী ১০১। তাই নিম্নলিখিতভাবে, বাইনারী ০১১ এবং বাইনারী ১০১ এর যোগফল নির্ণয় করা যায়—

$$\begin{array}{r} 011 \\ +101 \\ \hline 1000 \end{array}$$

এখানে ফলাফল বাইনারী ১০০০ = ডেসিমাল ৮, যা ৩+৫ এর সমান।

আবার, দুটি সংখ্যা যথা ডেসিমাল ৯ = বাইনারী ১০০১ এবং ডেসিমাল ১৪ = বাইনারী ১১১০। নিম্নে বাইনারী পদ্ধতিতে সংখ্যা দুটির যোগফল নির্ণয় করা হলো—

$$\begin{array}{r} 1001 \\ +1110 \\ \hline 10111 \end{array}$$

এখানে ফলাফল বাইনারী ১০১১১ = ডেসিমাল ২৩, যা ৯+১৪ এর সমান।

অন্য একটি যোগের উদাহরণে, প্রদত্ত দুটি সংখ্যা হচ্ছে, ডেসিমাল ৩.৩৭৫ = বাইনারী ১১.০১১ এবং ডেসিমাল ২.৭৫০ = বাইনারী ১০.১১০। নিচে বাইনারী পদ্ধতিতে সংখ্যা দুটির যোগফল নির্ণয় করা হলো—

$$\begin{array}{r} 11.011 \\ +10.110 \\ \hline 110.001 \end{array} \text{ (৬.১২৫)}$$

এখানে ফলাফল বাইনারী ১১০.০০১ = ডেসিমাল ৬.১২৫, যা ৩.৩৭৫+২.৭৫০ এর সমান।

একই পদ্ধতি ব্যবহার করে দুই এর অধিক বাইনারী সংখ্যার যোগফল নির্ণয় করা যায়।

একই পদ্ধতি ব্যবহার করে দুই এর অধিক বাইনারী সংখ্যার যোগফল নির্ণয় করা যায়। সেক্ষেত্রে প্রথমে দুটি সংখ্যার যোগফল বের করা হয়, এই ফলাফলকে আংশিক যোগ বলে। আংশিক যোগফলের সাথে পরবর্তী সংখ্যাটি যোগ করে নতুন আংশিক যোগফল বের করা হয়। এ প্রক্রিয়া সবকটি সংখ্যা যোগ না হওয়া পর্যন্ত চলতে থাকে।

উদাহরণস্বরূপ, কতগুলো বাইনারী সংখ্যার যোগফল অর্থাৎ, ১১০১ + ১০১ + ১০১১০ + ১০১১ নিম্ন উপায়ে নির্ণয় করা যায়—

$$\begin{array}{r} 1101 \quad \text{প্রথম সংখ্যা} \\ +101 \quad \text{দ্বিতীয় সংখ্যা} \\ \hline 10010 \quad \text{প্রথম আংশিক যোগফল} \\ +10110 \quad \text{তৃতীয় সংখ্যা} \\ \hline 101000 \quad \text{দ্বিতীয় আংশিক যোগফল} \\ +1011 \quad \text{চতুর্থ সংখ্যা} \\ \hline \end{array}$$

১১০০১১

চূড়ান্ত যোগফল

অনুশীলন (Activity) : বাইনারী ১০.১০১, ১১১.০১১ এবং ১০০০.১ এর যোগফল নির্ণয় করুন।



সারমর্ম : আমরা সবসময় যে গণনা পদ্ধতি ব্যবহার করি তা হচ্ছে ডেসিমাল পদ্ধতি বা দশভিত্তিক সংখ্যা গণনা পদ্ধতি। ডেসিমাল পদ্ধতিতে ০ থেকে ৯ পর্যন্ত মোট ১০টি অংক থাকে। এছাড়া আর একটি পদ্ধতি হচ্ছে বাইনারী পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে মূল অংক দুটি যথা— ০ এবং ১। বাইনারী পদ্ধতিতে যোগফল নির্ণয় ডেসিমাল পদ্ধতির ন্যায়। ডিজিটাল বর্তনীসমূহ বাইনারী মোড বা পদ্ধতিতে কাজ করে। ইংরেজ পাদ্রী ও গণিতবিদ জর্জ বুল ১৮৪৭ সালে বুলিন বীজগণিত উদ্ভাবন করেন। সরল আকৃতির যুক্তিবর্তনী ডিজাইন করতে বুলিন বীজগণিত ব্যবহৃত হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.১

১। সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

ক. ইংরেজ পাদ্রী ও গণিতবিদ জর্জ বুল কত সালে বুলিন বীজগণিত উদ্ভাবন করেন?

১. ১৮৪৪ সালে
২. ১৮৪৫ সালে
৩. ১৮৪৬ সালে
৪. ১৮৪৭ সালে

খ. বুলিন উপপাদ্য অনুযায়ী $A + \bar{A}$ এর মান কত?

১. ০
২. ১
৩. $\frac{A}{A}$
৪. \bar{A}

গ. বুলিন উপপাদ্য অনুযায়ী $A \bullet \bar{A}$ এর মান কত?

১. ০
২. ১
৩. A
৪. \bar{A}

২। সত্য হলে 'স' এবং মিথ্যা হলে 'মি' লিখুন।

ক. বুলিন চলকের দুটি মান থাকায় বুলিন বীজগণিত, ডেসিমাল বীজগণিতের তুলনায় অনেক কঠিন।

খ. কোন একটি ডিজিটাল বর্তনীতে যুক্তি স্তর ০ কে ভোল্টেজ ০ ভোল্ট দ্বারা এবং যুক্তি স্তর ১ কে ভোল্টেজ ১০ ভোল্ট দ্বারা বোঝানো যেতে পারে।

৩। শূন্যস্থান পূরণ করুন।

ক. বুলিন বীজগণিতে যে কোন একটি ধ্রুবক বা চলকের দুটি মান থাকতে পারে, আর তা হলো - - - - - ।

খ. বুলিন সমীকরণ যত - - - - - হয় যুক্তিবর্তনীর আকৃতি ও নির্মাণ খরচ তত কম হয়।

৪। এক কথায় বা বাক্যে উত্তর দিন।

ক. ডেসিমাল পদ্ধতি (Decimal system) এবং বাইনারী পদ্ধতি (Binary system) এর মধ্যে মূল পার্থক্য কী?

খ. বাইনারী ১১০১১১ এবং ১০০১১১ এর যোগফল কত?

পাঠ ৩.২ বুলিন (Boolean) বীজগণিত – বিয়োগ

বাইনারী বিয়োগ

এ পাঠ শেষে আপনি –



- ‘২ এর পরিপ রক’ পদ্ধতি শিখতে পারবেন।
- বাইনারী সংখ্যার বিয়োগফল নির্ণয় করতে পারবেন।



ডেসিমাল সংখ্যা বিয়োগ পদ্ধতি এবং বাইনারী বিয়োগ পদ্ধতিতে বিশেষ কোন পার্থক্য নেই। প্রথমে একটি ডেসিমাল বিয়োগের উদাহরণ নিম্নে দেখানো হলো–

$$\begin{array}{r} ৮ ২ ৭ \\ - ৫ ৭ ৫ \\ \hline ২ ৫ ২ \end{array}$$

প্রথমে দুটি সংখ্যার সর্ববামের অংক দুটির বিয়োগফল নির্ণয় করা হয়, যা এই বিয়োগে প্রথমে $৭ - ৫ = ২$, করা হয়েছে। তারপর দ্বিতীয় অবস্থানের অংকসমূহের বিয়োগফল নির্ণয় করা হয়, ২ হতে ৭ বিয়োগ করা সম্ভব নয়, তাই পরবর্তী স্থানের অংকটি হতে ১ ধার নিয়ে ২ এর পরিবর্তে ১২ হতে ৭ বিয়োগ করা হয়েছে। ১ ধার নেয়ার পর ৮ এর স্থলে ৭ ধরতে হয়।

সুতরাং, $১২ - ৭ = ৫$

এবং $৭ - ৫ = ২$

বাইনারী পদ্ধতিতে বিয়োগফল নির্ণয়ের সময় ঠিক এই ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়। বাইনারী পদ্ধতিতে দুটি অংকের বিয়োগফল নির্ণয়ের সময় নিম্নলিখিত ঘটনা ঘটতে পারে। সেগুলো হলো–

$$০ - ০ = ০$$

$$১ - ০ = ১$$

$$১ - ১ = ০$$

$$০ - ১ = ১ = \text{ফল } ১ \text{ এবং হাতের সংখ্যা } ১, \text{ যা পরবর্তী স্থানের অংকের সাথে হিসাব করা হয়।}$$

বাইনারী বিয়োগের কয়েকটি উদাহরণ

আমরা জানি, ডেসিমাল $১১ =$ বাইনারী ১০১১ এবং ডেসিমাল $৩ =$ বাইনারী ০০১১ । তাই নিম্নলিখিতভাবে, বাইনারী ১০১১ এবং বাইনারী ০০১১ এর বিয়োগফল নির্ণয় করা যায়।

$$\begin{array}{r} ১০১১ \\ - ০০১১ \\ \hline ১০০০ \end{array}$$

এখানে ফলাফল বাইনারী $১০০০ =$ ডেসিমাল ৮ , যা $১১ - ৩$ এর সমান। এই বিয়োগটি অপেক্ষাকৃত সহজ। আমরা পরবর্তী বিয়োগের উদাহরণটি লক্ষ্য করতে পারি।

ধরা যাক, দুটি সংখ্যা ডেসিমাল $১৩ =$ বাইনারী ১১০১ এবং ডেসিমাল $১০ =$ বাইনারী ১০১০ । নিচে বাইনারী পদ্ধতিতে সংখ্যা দুটির বিয়োগফল নির্ণয় করা হলো–

$$\begin{array}{r} ১১০১ \\ - ১০১০ \\ \hline ০০১১ \end{array}$$

এখানে ফলাফল বাইনারী $০০১১ =$ ডেসিমাল ৩ , যা $১৩ - ১০$ এর সমান।

কম্পিউটার সাধারণত যোগের মাধ্যমে বিয়োগের কাজ করে থাকে। ফলে বিয়োগের জন্য পৃথক কোন ডিজিটাল বর্তনী প্রয়োজন হয় না।

কম্পিউটারের অভ্যন্তরে বিয়োগ প্রক্রিয়া একটু ভিন্নভাবে সম্পন্ন হয়। কম্পিউটার সাধারণত যোগের মাধ্যমে বিয়োগের কাজ করে থাকে। ফলে বিয়োগের জন্য পৃথক কোন ডিজিটাল বর্তনী প্রয়োজন হয় না। যোগের বর্তনী দিয়েই যোগ ও বিয়োগ উভয় কাজ করা যায়। এজন্য যে পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় তার নাম ‘২ এর পরিপূরক’ পদ্ধতি।

‘২ এর পরিপূরক’ পদ্ধতিতে বিয়োগ

ধরা যাক, ৯ হতে ৪ এর বিয়োগফল নির্ণয় করতে হবে, অর্থাৎ $৯-৪=?$ আমরা অন্যভাবে এই সম্পর্ককে প্রকাশ করতে পারি যথা— $৯+(-৪)=?$ অর্থাৎ বিয়োগফল নির্ণয়ে পক্ষান্তরে আমরা একটি যোগের কাজ সম্পাদন করেছি, এক্ষেত্রে যা হচ্ছে ৯ এর সাথে -৪ এর যোগফল নির্ণয় করা। এজন্য প্রথমে ৪ এর ঋনাত্মক মানটি নির্ণয় করতে হবে। ‘২ এর পরিপূরক’ পদ্ধতি ব্যবহার করে আমরা কোন সংখ্যার ঋনাত্মক সংখ্যা বের করতে পারি। একটি বাইনারী সংখ্যার সর্ববামের অংকটিই সংখ্যাটির ধনাত্মক মান বা ঋনাত্মক মান সূচক অংক। সর্ববামের অংকটি ০ হলে সংখ্যাটি ধনাত্মক এবং ১ হলে সংখ্যাটি ঋনাত্মক হয়। এভাবে ৪ এর ঋনাত্মক মান বের করে ৯ এর সাথে যোগ করে আমরা বিয়োগফল পেতে পারি। এই ফলাফলই ‘২ এর পরিপূরক’ পদ্ধতিতে বিয়োগফল। বিয়োগফলে যদি একটি অংক বৃদ্ধি পায় তাহলে সর্ববামের অংকটি বাদ দিতে হবে।

যে কোন বাইনারী সংখ্যার ‘২ এর পরিপূরক’ সংখ্যাটি পেতে হলে নিম্নলিখিত ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে।

- সংখ্যাটির প্রতিটি ০ কে ১ দ্বারা এবং প্রতিটি ১ কে ০ দ্বারা প্রতিস্থাপন করতে হবে। এভাবে প্রাপ্ত সংখ্যাটিকে ‘১ এর পরিপূরক’ সংখ্যা বলে। পদ্ধতিটি উদাহরণের সাহায্যে নিম্নে দেখানো হলো,

১	০	১	১	১	০	মূল বাইনারী সংখ্যা
↓	↓	↓	↓	↓	↓	
০	১	০	০	০	১	সংখ্যাটির ১ এর পরিপূরক সংখ্যা

- অতঃপর সংখ্যাটির ‘১ এর পরিপূরক’ সংখ্যার সাথে ১ যোগ করতে হবে। তাহলে যে সংখ্যাটি পাওয়া যাবে সেটাই হবে মূল সংখ্যাটির ‘২ এর পরিপূরক’ সংখ্যা।

উদাহরণ অনুসারে, +৪ এর বাইনারী সমতুল্য সংখ্যাটি হচ্ছে ০০১০০।

সংখ্যাটির ‘১ এর পরিপূরক’ সংখ্যাটি হবে ১১০১১।

এবং সংখ্যাটির ‘২ এর পরিপূরক’ সংখ্যাটি হচ্ছে ১১১০০, যা -৪ এর সমতুল্য।

এবার নিম্ন উপায়ে আমরা যোগের কাজটি করতে পারি,

$$\begin{array}{r}
 \text{মান সূচক অংক} \\
 \downarrow \\
 + \ 9 \Rightarrow 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 - \ 4 \Rightarrow 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \\
 \hline
 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\
 \uparrow \\
 \text{অতিরিক্ত এই অংকটি বাদ দিতে হবে}
 \end{array}$$

অর্থাৎ ফলাফল হচ্ছে ০০১০১, যা +৫ এর সমতুল্য।

'২ এর পরিপূরক' পদ্ধতিতে
বিয়োগের অনুশীলন।

'২ এর পরিপূরক' পদ্ধতিতে বিয়োগের অনুশীলন
১৯-১৭ নির্ণয় করুন।

আমরা জানি, ১৯ এর বাইনারী সমতুল্য সংখ্যা হচ্ছে ০১০০১১ এবং ১৭ এর বাইনারী সমতুল্য সংখ্যা হচ্ছে ০১০০০১।

আমরা ১৯ এর সাথে -১৭ যোগ করবো। এজন্য প্রথমে ১৭ এর ঋনাত্মক সংখ্যাটি '২ এর পরিপূরক' পদ্ধতিতে নির্ণয় করবো।

$$\begin{array}{r}
 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \quad \text{এল বাইনারী সংখ্যা} \\
 \downarrow \ \downarrow \ \downarrow \ \downarrow \ \downarrow \ \downarrow \\
 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \quad \text{সংখ্যাটির '১ এর পরিপূরক' সংখ্যা} \\
 + \ 1 \\
 \hline
 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \quad \text{সংখ্যাটির '২ এর পরিপূরক' সংখ্যা}
 \end{array}$$

এখানে প্রাপ্ত ১০১১১১ সংখ্যাটি -১৭ এর সমতুল্য।

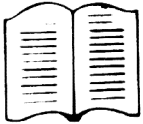
এবার নিম্ন উপায়ে আমরা যোগের কাজটি করতে পারি,

$$\begin{array}{r}
 \text{মান সূচক অংক} \\
 \downarrow \\
 + \ 19 \Rightarrow 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\
 - \ 17 \Rightarrow 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\
 \hline
 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \\
 \uparrow \\
 \text{অতিরিক্ত এই অংকটি বাদ দিতে হবে}
 \end{array}$$

অর্থাৎ ফলাফল হচ্ছে ০০০০১০, যা +২ এর সমতুল্য।



অনুশীলন (Activity) : '২ এর পরিপূরক' পদ্ধতিতে ১০১০১১ হতে ১০০১০ এর বিয়োগফল নির্ণয় করুন।



সারমর্ম : বাইনারী পদ্ধতিতে বিয়োগফল নির্ণয়ে নির্দিষ্ট কয়েকটি ধাপ অনুসরণ করতে হয়। কম্পিউটারের অভ্যন্তরে ডিজিটাল পদ্ধতিতে বিয়োগ প্রক্রিয়া কিছুটা ভিন্নতর। এই প্রক্রিয়ায় যোগের মাধ্যমে বিয়োগের কাজ সম্পন্ন হয়ে থাকে। ফলে বিয়োগের জন্য পৃথক কোন ডিজিটাল বর্তনী প্রয়োজন হয় না। যোগের বর্তনী দিয়েই যোগ ও বিয়োগ উভয় কাজ করা যায়। এজন্য যে পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় তার নাম '২ এর পরিপূরক' পদ্ধতি।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.২

১। সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

ক. ১০১০১০ সংখ্যাটির '১ এর পরিপূরক' সংখ্যাটি কত?

১. ০১০১১১
২. ০১০১০০
৩. ০১০১০১
৪. ০১১০০১

খ. ১০১০১০ সংখ্যাটির '২ এর পরিপূরক' সংখ্যাটি কত?

১. ০১০১১১
২. ০১০১০০
৩. ০১০১০১
৪. ০১০১১০

২। সত্য হলে 'স' এবং মিথ্যা হলে 'মি' লিখুন।

ক. '২ এর পরিপূরক' পদ্ধতিতে একটি বাইনারী সংখ্যার সর্ববামের অংকটিই সংখ্যাটির ঋনাত্মক মান বা ঋনাত্মক মান সূচক অংক।

খ. একটি বাইনারী সংখ্যার '১ এর পরিপূরক' সংখ্যাটিই হচ্ছে ঐ সংখ্যাটির ঋনাত্মক সংখ্যা।

৩। শূন্যস্থান পূরণ করুন।

ক. কম্পিউটার সাধারণত - - - - - মাধ্যমে বিয়োগের কাজ করে থাকে।

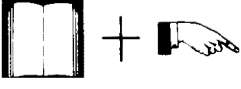
খ. '২ এর পরিপূরক' পদ্ধতিতে বিয়োগফল নির্ণয়ে যদি একটি অংক বৃদ্ধি পায় তাহলে সর্ববামের অংকটি - - - - -।

৪। এক কথায় বা বাক্যে উত্তর দিন।

ক. একটি বাইনারী সংখ্যার '১ এর পরিপূরক' কীভাবে নির্ণয় করতে হয়?

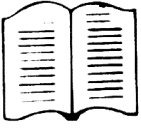
খ. ১১১০১১ হতে ১১০০১০ এর বিয়োগফল নির্ণয় করুন।

পাঠ ৩.৩ কম্পিউটারের অভ্যন্তরীণ কার্যপদ্ধতি – বাইনারী ও হেক্সাডেসিমাল সংখ্যা এবং বাইট



এ পাঠ শেষে আপনি –

- বাইনারী ও হেক্সাডেসিমাল সংখ্যা গণনা পদ্ধতি শিখতে পারবেন।
- ডেসিমাল সংখ্যাকে বাইনারী সংখ্যায় এবং বাইনারী সংখ্যাকে ডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর করতে পারবেন।
- হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাকে ডেসিমাল সংখ্যায় এবং ডেসিমাল সংখ্যাকে হেক্সাডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর করতে পারবেন।
- বিট ও বাইট সম্বন্ধে ধারণা লাভ করতে পারবেন।



একটি কম্পিউটার সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ সংগঠনকে দুটি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা–

- যন্ত্রপাতি (Hardware)
- প্রোগ্রামসমূহ (Software)

কম্পিউটারের যন্ত্রপাতির মধ্যে থাকে সার্কিট বোর্ড, ডিস্ক, কীবোর্ড, প্রিন্টার ইত্যাদি। আর কম্পিউটার প্রোগ্রামসমূহ হচ্ছে কোন সমস্যা সমাধানের জন্য লিখিত নির্দেশমালা। কম্পিউটারের ক্ষেত্রে যন্ত্রপাতি এবং প্রোগ্রামসমূহ একে অন্যের পরিপূরক। নির্বাহী প্রোগ্রামসমূহ বিভিন্ন রকম উপাত্ত নিয়ে কাজ করে। সকল প্রোগ্রাম এবং উপাত্ত কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষায় লেখা থাকে। এই ভাষাকে মেশিনের ভাষা (Machine Language) বলে। মেশিন এর ভাষায় শুধুমাত্র '০' এবং '১' ব্যবহার করা হয়। এতে সুবিধা হচ্ছে '০' এবং '১' কে সহজেই ইলেক্ট্রনিক উপায়ে নির্দিষ্ট করা সম্ভব। যেমন, সুইচ অন (ON) কে '১' দ্বারা নির্দেশ করলে সুইচ অফ (OFF) কে '০' দ্বারা নির্দেশ করা যায়।

সকল প্রোগ্রাম এবং উপাত্ত কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষায় লেখা থাকে। এই ভাষাকে মেশিনের ভাষা বলে।

আমরা দৈনন্দিন জীবনে হিসাবের জন্য ডেসিমাল পদ্ধতি ব্যবহার করে থাকি। কম্পিউটারের অভ্যন্তরে সকল হিসাব ও তথ্য প্রক্রিয়াকরণের জন্য বাইনারী পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এছাড়াও আরও কয়েক ধরনের গণনা পদ্ধতি আছে। নিম্নে কয়েক ধরনের গণনা পদ্ধতির নাম উল্লেখ করা হলো–

- ১। ডেসিমাল পদ্ধতি (Decimal System)
- ২। বাইনারী পদ্ধতি (Binary System)
- ৩। অকটাল পদ্ধতি (Octal System)
- ৪। হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতি (Hexa-decimal System)

বাইনারী পদ্ধতি

বাইনারী পদ্ধতি হচ্ছে দুই ভিত্তিক সংখ্যা গণনা পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে দুটি মাত্র অংক ব্যবহৃত হয়, যথা– ০ এবং ১। বাইনারী পদ্ধতিতে ০ এবং ১ গণনার পর প্রথম স্থানের শেষ হয় এবং তারপর দুটি স্থান দরকার হয়। অর্থাৎ তৃতীয় সংখ্যাটি হয় ১০, তারপর চতুর্থ সংখ্যাটি হয় ১১। পঞ্চম সংখ্যাটি প্রকাশ করতে হলে তিনটি স্থানের প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ সংখ্যাটি হয় ১০০। এভাবে বাইনারী পদ্ধতিতে সংখ্যা গণনা চলতে থাকে। নিম্নে সারণিতে বাইনারী ও ডেসিমাল সংখ্যা গণনার কিছু নমুনা দেখানো হলো–

বাইনারী পদ্ধতি হচ্ছে দুই ভিত্তিক সংখ্যা গণনা পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে দুটি মাত্র অংক ব্যবহৃত হয়, যথা– ০ এবং ১।

বাইনারী সংখ্যা	সমতুল্য ডেসিমাল সংখ্যা
০	০
১	১
১০	২
১১	৩
১০০	৪
১০১	৫
১১০	৬
১১১	৭
১০০০	৮

ডেসিমাল সংখ্যাকে বাইনারী সংখ্যায় রূপান্তর পদ্ধতি

যে কোন ডেসিমাল সংখ্যাকে তার সমতুল্য বাইনারী সংখ্যায় রূপান্তরের জন্য সংখ্যাটিকে অনবরত ২ দিয়ে ভাগ করতে হবে। এই প্রক্রিয়া চলতে থাকবে যতক্ষণ পর্যন্ত ভাগফল ০ না হবে। ভাগফল ০ হলে ভাগের অবশিষ্টের অংকগুলো সর্বশেষ ভাগশেষ হতে বিপরীত দিকে প্রথম ভাগশেষ পর্যন্ত সাজিয়ে একত্রে একটি সংখ্যা পাওয়া যাবে। এই সংখ্যাটিই হচ্ছে ডেসিমাল সংখ্যাটির বাইনারী রূপ। নিম্নে ডেসিমাল ২২ সংখ্যাটির বাইনারী সংখ্যায় রূপান্তর প্রক্রিয়া দেখানো হলো—

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 22} \quad \text{ভাগশেষ} \\
 2 \overline{) 11} \text{ ----- } 0 \rightarrow \text{সবচেয়ে কম গুরুত্বের অংক} \\
 2 \overline{) 5} \text{ ----- } 1 \\
 2 \overline{) 2} \text{ ----- } 1 \\
 2 \overline{) 1} \text{ ----- } 0 \\
 0 \text{ ----- } 1 \rightarrow \text{সবচেয়ে বেশি গুরুত্বের অংক}
 \end{array}$$

এবার সবগুলো ভাগশেষ বিপরীত ক্রমে সাজিয়ে প্রাপ্ত সংখ্যাটি হচ্ছে ১০১১০। অতএব, ডেসিমাল ২২ এর সমতুল্য বাইনারী সংখ্যাটি হচ্ছে ১০১১০। অর্থাৎ দেখা যাচ্ছে রূপান্তর প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত শেষ ভাগশেষটি সবচেয়ে বেশি গুরুত্বের অংক এবং প্রথম ভাগশেষটি সবচেয়ে কম গুরুত্বের অংক।

উদাহরণস্বরূপ ডেসিমাল ১০৫ সংখ্যাটির বাইনারী সংখ্যায় রূপান্তর প্রক্রিয়া দেখানো হলো—

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 105} \quad \text{ভাগশেষ} \\
 2 \overline{) 52} \text{ ----- } 1 \\
 2 \overline{) 26} \text{ ----- } 0 \\
 2 \overline{) 13} \text{ ----- } 0 \\
 2 \overline{) 6} \text{ ----- } 1 \\
 2 \overline{) 3} \text{ ----- } 0 \\
 2 \overline{) 1} \text{ ----- } 1 \\
 0 \text{ ----- } 1
 \end{array}$$

রূপান্তর প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত শেষ ভাগশেষটি সবচেয়ে বেশি গুরুত্বের অংক এবং প্রথম ভাগশেষটি সবচেয়ে কম গুরুত্বের অংক।

এবার সবগুলো ভাগশেষ বিপরীত ক্রমে সাজিয়ে প্রাপ্ত সংখ্যাটি হচ্ছে ১১০১০০১। অতএব, ডেসিমাল ১০৫ এর সমতুল্য বাইনারী সংখ্যাটি হচ্ছে ১১০১০০১। অর্থাৎ দেখা যাচ্ছে রূপান্তর প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত শেষ ভাগশেষটি সবচেয়ে বেশি গুরুত্বের অংক এবং প্রথম ভাগশেষটি সবচেয়ে কম গুরুত্বের অংক। ডেসিমাল ভগ্নাংশকে বাইনারী সংখ্যায় রূপান্তর করতে হলে উক্ত সংখ্যাটিকে অনবরত ২ দিয়ে গুণ করতে হয়। যতক্ষণ পর্যন্ত সংখ্যাটি একটি পূর্ণ সংখ্যায় রূপান্তরিত না হয়। পরে গুণফলগুলোর দশমিকের পূর্বে অবস্থিত অংকগুলো একত্র করে সংখ্যাটির সমতুল্য বাইনারী সংখ্যাটি পাওয়া যায়। নিম্নে একটি ডেসিমাল ভগ্নাংশ ০.৩৭৫ এর বাইনারী সংখ্যায় রূপান্তর প্রক্রিয়া দেখানো হলো—

$$\begin{array}{r} 0.375 \\ \times 2 \\ \hline 0.750 \\ \downarrow \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0.750 \\ \times 2 \\ \hline 1.500 \\ \downarrow \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1.500 \\ \times 2 \\ \hline 3.000 \\ \downarrow \\ 1 \end{array}$$

নির্নয় ফলাফল, ডেসিমাল ০.৩৭৫ = বাইনারী .০১১।

ঈর্ষ ও ভগ্নাংশ মিশ্রিত কোন ডেসিমাল সংখ্যাকে বাইনারী সংখ্যায় রূপান্তরের জন্য প্রথমে আলাদাভাবে পূর্ণ সংখ্যা ও ভগ্নাংশটিকে বাইনারীতে রূপান্তর করতে হয়।

পূর্ণ ও ভগ্নাংশ মিশ্রিত কোন ডেসিমাল সংখ্যাকে বাইনারী সংখ্যায় রূপান্তরের জন্য প্রথমে আলাদাভাবে পূর্ণ সংখ্যা ও ভগ্নাংশটিকে বাইনারীতে রূপান্তর করতে হয়। অতঃপর ফল দুটিকে একত্রে সাজাতে হয়। ধরা যাক, এরূপ একটি ডেসিমাল সংখ্যা হচ্ছে ২২.৩৭৫। পূর্ণ ও ভগ্নাংশ মিশ্রিত এই ডেসিমাল সংখ্যাটি প্রকৃতপক্ষে উপরে বর্ণিত দুটি উদাহরণের সমষ্টি। ফলে নিয়মানুযায়ী ডেসিমাল ২২.৩৭৫ এর সমতুল্য বাইনারী সংখ্যাটি হবে ১০১১০.০১১।

বাইনারী সংখ্যাকে ডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর পদ্ধতি

বাইনারী সংখ্যার প্রতিটি অংকের স্থানিক মান যোগ করে সংখ্যাটির সমতুল্য ডেসিমাল সংখ্যাটি পাওয়া যায়। যেহেতু বাইনারী পদ্ধতি হচ্ছে দুই ভিত্তিক পদ্ধতি তাই প্রতিটি অংকের অবস্থান দুই এর সূচক হিসেবে ধরে নিয়ে হিসেব করা হয়। উদাহরণস্বরূপ নিম্নে কয়েকটি বাইনারী সংখ্যাকে ডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর পদ্ধতি দেখানো হলো—

$$\begin{aligned} \text{ক) } 1111 &= 1 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^3 \\ &= 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 4 + 1 \times 8 \quad [\text{যেহেতু, } 2^0 = 1] \\ &= 1 + 2 + 4 + 8 \\ &= 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{খ) } 11001 &= 1 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^4 \\ &= 1 \times 1 + 1 \times 2 + 0 \times 4 + 0 \times 8 + 1 \times 16 \\ &= 1 + 2 + 0 + 0 + 16 \\ &= 19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{গ) } 1011.101 &= 1 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 1 \times 1 + 0 \times 2 + 1 \times 4 + 1 \times 8 + 1 \times .5 + 0 \times .25 + 1 \times .125 \\ &= 1 + 0 + 4 + 8 + .5 + 0 + .125 \\ &= 13.625 \end{aligned}$$

হেক্সাডেসিমাল গণনা পদ্ধতি

হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতি হচ্ছে ১৬ ভিত্তিক গণনা পদ্ধতি অর্থাৎ এ পদ্ধতিতে মোট ১৬ টি অংক প্রয়োজন।

কম্পিউটার প্রযুক্তিতে হেক্সাডেসিমাল গণনা পদ্ধতির বহুবিধ ব্যবহার আছে। হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতি হচ্ছে ১৬ ভিত্তিক গণনা পদ্ধতি অর্থাৎ এ পদ্ধতিতে মোট ১৬ টি অংক প্রয়োজন। এগুলো হচ্ছে ক্রমানুসারে ০, ১, ২, ৩, ৪, ৫, ৬, ৭, ৮, ৯, A, B, C, D, E এবং F। এখানে A, B, C, D, E এবং F দ্বারা যথাক্রমে ডেসিমাল পদ্ধতির ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪ এবং ১৫ কে প্রকাশ করা হয়েছে।

যেহেতু হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতি একটি ১৬ ভিত্তিক সংখ্যা তাই তার সমতুল্য ডেসিমাল সংখ্যা নির্ণয় করতে হলে হেক্সাডেসিমাল সংখ্যার প্রতিটি অংকের অবস্থান ১৬ এর সূচক হিসেবে ধরে নিয়ে হিসেব করতে হয়। উদাহরণস্বরূপ নিম্নে কয়েকটি হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাকে ডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর পদ্ধতি দেখানো হলো।

হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাকে ডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর পদ্ধতি

$$\begin{aligned} \text{ক) } ৮৫২ &= ৮ \times ১৬^2 + ৫ \times ১৬^1 + ২ \times ১৬^0 \\ &= ৮ \times ২৫৬ + ৫ \times ১৬ + ২ \times ১ \\ &= ২০৪৮ + ৮০ + ২ \\ &= ২১৩০ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{খ) } ৩০ই &= ৩ \times ১৬^2 + ০ \times ১৬^1 + ই \times ১৬^0 \\ &= ৩ \times ২৫৬ + ০ \times ১৬ + ১১ \times ১ \\ &= ৭৬৮ + ০ + ১১ \\ &= ৭৭৯ \end{aligned}$$

ডেসিমাল সংখ্যাকে হেক্সাডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর পদ্ধতি

উদাহরণস্বরূপ ডেসিমাল ১০৭ সংখ্যাটিকে হেক্সাডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর প্রক্রিয়া দেখানো হলোঃ

$$\begin{array}{r} ১৬ \overline{) ১০৭} \quad \text{ভাগশেষ} \\ ১৬ \overline{) ৬} \quad \text{----- } ১১ \quad \longrightarrow \text{ B} \\ ০ \quad \text{----- } ৬ \quad \longrightarrow \text{ ৬} \end{array}$$

এখানে প্রথম ভাগশেষ হচ্ছে ডেসিমাল ১১। ডেসিমাল ১১ এর সমতুল্য হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাটি হচ্ছে B। এবার সবগুলো ভাগশেষ বিপরীত ক্রমে সাজিয়ে প্রাপ্ত সংখ্যাটি হচ্ছে ৬B। অতএব, ডেসিমাল ১০৭ এর সমতুল্য হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাটি হচ্ছে ৬B। অর্থাৎ দেখা যাচ্ছে রূপান্তর প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত শেষ ভাগশেষটি সবচেয়ে বেশি গুরুত্বের অংক এবং প্রথম ভাগশেষটি সবচেয়ে কম গুরুত্বের অংক।

উদাহরণস্বরূপ ডেসিমাল ৫২৫ সংখ্যাটিকে হেক্সাডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর প্রক্রিয়া দেখানো হলো—

$$\begin{array}{r} ১৬ \overline{) ৫২৫} \quad \text{ভাগশেষ} \\ ১৬ \overline{) ৩২} \quad \text{----- } ১৩ \quad \longrightarrow \text{ D} \\ ১৬ \overline{) ২} \quad \text{----- } ০ \quad \longrightarrow \text{ ০} \\ ০ \quad \text{----- } ২ \quad \longrightarrow \text{ ২} \end{array}$$

এখানে প্রথম ভাগশেষ হচ্ছে ডেসিমাল ১৩। ডেসিমাল ১৩ এর সমতুল্য হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাটি হচ্ছে D। এবার সবগুলো ভাগশেষ বিপরীত ক্রমে সাজিয়ে প্রাপ্ত সংখ্যাটি হচ্ছে ২০D। অতএব, ডেসিমাল ৫২৫ এর সমতুল্য হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাটি হচ্ছে ২০D।

বিট এবং বাইট

কম্পিউটারের অভ্যন্তরে ০ এবং ১ এই দুটি অংকের প্রতিটিকে একটি বিট (Bit) বলা হয়।
একটি



আমরা জানি কম্পিউটারের অভ্যন্তরে সকল হিসাব-নিকাশের কাজ ০ এবং ১ এর মাধ্যমে হয়ে থাকে। এই দুটি অংককে বিট (Bit) বলা হয়ে থাকে। আর এই বিট (Bit) শব্দটি এসেছে বাইনারী ডিজিট (Binary digit) থেকে। কম্পিউটারের ভাষায় উপাত্ত বা ডাটা (Data) এর ক্ষুদ্রতম একক হচ্ছে বিট। উপাত্ত বা ডাটা পরিমাপের আর একটি একক হচ্ছে বাইট (Byte)। ১ বাইট = ৮ টি বিট।

অনুশীলন (Activity): ডেসিমাল সংখ্যা ৪৭ কে সমতুল্য বাইনারী সংখ্যায় এবং সমতুল্য হেক্সাডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর করুন।

সারমর্ম : কম্পিউটারের প্রোগ্রাম এবং উপাত্ত কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষায় লেখা থাকে। এই ভাষাকে মেশিনের ভাষা (Machine Language) বলে। মেশিন এর ভাষায় শুধুমাত্র '০' এবং '১' ব্যবহার করা হয়। এই দুটি অংককে বিট (Bit) বলা হয়। উপাত্ত বা ডাটা পরিমাপের আর একটি একক হচ্ছে বাইট (Byte)। ১ বাইট = ৮ টি বিট। আমরা সচরাচর হিসেবের জন্য ডেসিমাল পদ্ধতি ব্যবহার করে থাকি। এছাড়াও আরও কয়েক ধরনের গণনা পদ্ধতি আছে। তা হলো, বাইনারী পদ্ধতি, অকটাল পদ্ধতি, হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতি ইত্যাদি।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.৩

১। সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

ক. বাইনারী গণনা পদ্ধতিতে ১০১১ এর পরবর্তী সংখ্যাটি কত?

১. ১১১১
২. ১১০০
৩. ০১১১
৪. ১১১০

খ. ডেসিমাল ২৯ এর সমতুল্য বাইনারী সংখ্যাটি কত?

১. ১১১০১
২. ১১০০১
৩. ১১১১১
৪. ১১১০০

গ. হেক্সাডেসিমাল ৩০E এর সমতুল্য ডেসিমাল সংখ্যাটি কত?

১. ৭৮৩
২. ৮৮২
৩. ৭৮২
৪. ৭৮১

২। সত্য হলে 'স' এবং মিথ্যা হলে 'মি' লিখুন।

ক. ৮ বাইটে ১ বিট হয়।

খ. F একটি হেক্সাডেসিমাল অংক।

৩। শূন্যস্থান পূরণ করুন।

ক. বিট (Bit) শব্দটি এসেছে - - - - - থেকে।

খ. রূপান্তর প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত শেষ ভাগশেষটি - - - - - অংক এবং প্রথম ভাগশেষটি - - - - - অংক।

৪। এক কথায় বা বাক্যে উত্তর দিন।

ক. কয়েক ধরনের গণনা পদ্ধতির নাম উল্লেখ করুন।

খ. হেক্সাডেসিমাল গণনা পদ্ধতিতে ব্যবহৃত মোট ১৬ টি অংক কী কী?



চূড়ান্ত মূল্যায়ন — ইউনিট ৩

সংক্ষিপ্ত ও রচনামূলক প্রশ্ন

১. ডেসিমাল পদ্ধতি ও বাইনারী পদ্ধতি বলতে কী বোঝায়?
২. বুলিন বীজগণিতের বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী?
৩. বুলিন-উপপাদ্যসমূহ লিখুন।
৪. বাইনারী যোগের পদ্ধতি ব্যাখ্যা করুন।
৫. '২ এর পরিপূরক' পদ্ধতি বলতে কী বোঝায়?
৬. '২ এর পরিপূরক' পদ্ধতিতে কীভাবে বিয়োগের কাজ করা হয়?
৭. উদাহরণের সাহায্যে বাইনারী সংখ্যাকে ডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তর পদ্ধতি বর্ণনা করুন।
৮. উদাহরণের সাহায্যে ডেসিমাল সংখ্যাকে বাইনারী সংখ্যায় রূপান্তর পদ্ধতি বর্ণনা করুন।
৯. হেক্সাডেসিমাল সংখ্যা গণনা পদ্ধতি আলোচনা করুন।
১০. বিট এবং বাইট বলতে কী বোঝায়?



উত্তরমালা — ইউনিট ৩

পাঠ ৩.১

১. ক. ৪ খ. ২ গ. ১
২. ক. মি খ. স
৩. ক. ০ এবং ১ খ. ছোট ও সরল
৪. ক. ডেসিমাল পদ্ধতি ১০ ভিত্তিক গণনা পদ্ধতি এবং বাইনারী পদ্ধতি ২ ভিত্তিক গণনা পদ্ধতি।
খ. ১০১১১১০

পাঠ ৩.২

১. ক. ৩ খ. ৪
২. ক. স খ. মি
৩. ক. যোগের খ. বাদ দিতে হবে।
৪. ক. সংখ্যার প্রতিটি ০ কে ১ দ্বারা ও প্রতিটি ১ কে ০ দ্বারা প্রতিস্থাপন করে।
খ. ১০০১

পাঠ ৩.৩

১. ক. ২ খ. ১ গ. ৩
২. ক. মি খ. স
৩. ক. বাইনারী ডিজিট খ. সবচেয়ে বেশি গুরুত্বের, সবচেয়ে কম গুরুত্বের
৪. ক. বাইনারী, ডেসিমাল, হেক্সা ডেসিমাল
খ. ০, ১, ২, ৩, ৪, ৫, ৬, ৭, ৮, ৯, অ, ই, জ, উ, ঋ, ঙ

