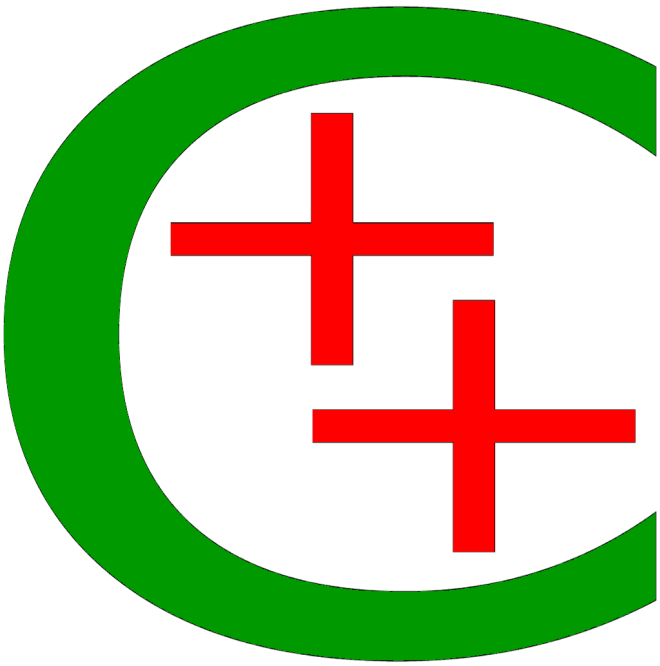
বাংলা দেখে কেউ করিসনে ভয় বন্ধনীতে ইংরেজী আছে

সিপিপি পরিগণনা

c++ programming



নিউটন মু. আ. হাকিম

সূচীপত্র

ফিরিস্তি তালিকা

অধ্যায় ১

ক্রমলেখ বিকাশ
(Developing Programs)

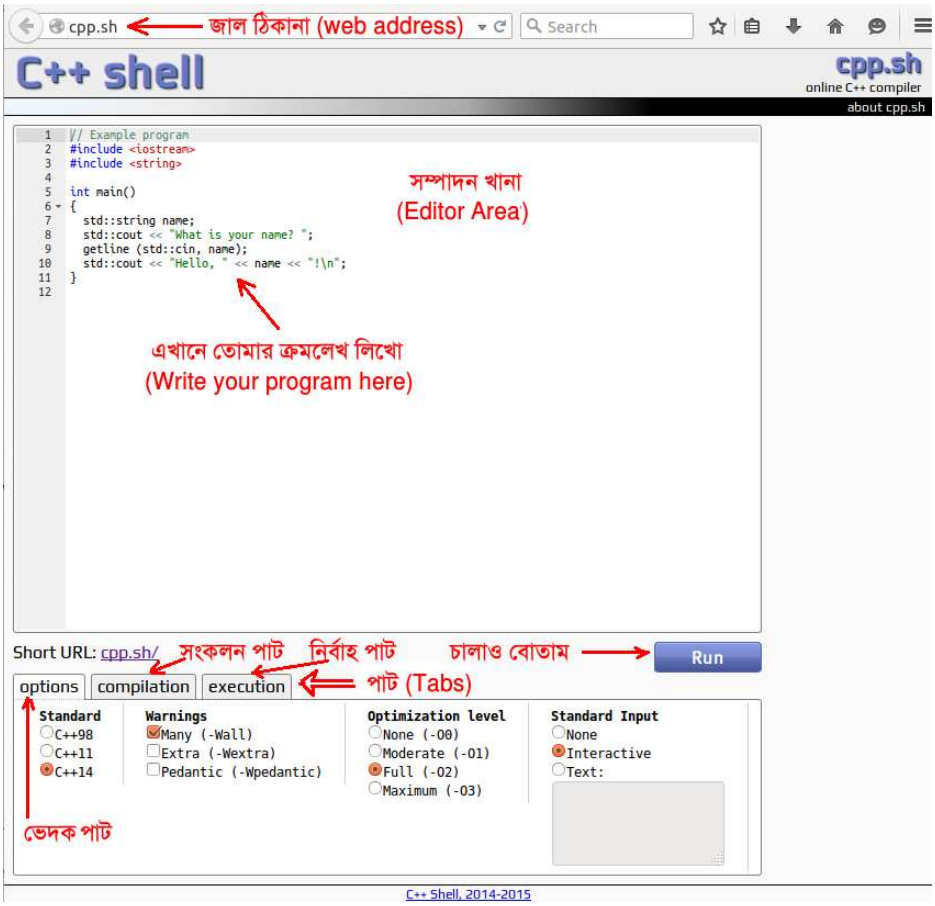
একজন পরিগণকের (programmer) কাছে ক্রমলেখ (program) একটি সন্তান তুল্য। তিল তিল করে একজন পরিগণক সময় নিয়ে একটি ক্রমলেখ গড়ে তোলে। কোন সমস্যার জন্য ক্রমলেখ তৈরী করতে হবে, সেটা জানার পরে পরিগণক প্রথমে চিন্তা ভাবনা করে কী লিখবে, তারপর সেটা ক্রমলেখ রচনার যথাযথ নিয়ম মেনে লিখে ফেলে, তারপর সেটা চালিয়ে দেখে ঠিক ঠাক কাজ করে কি না। যদি ভুল কিছু থাকে, ভুলটা বের করে, সেটা ঠিক করে, তারপর আবার ক্রমলেখ চালিয়ে দেখে। এই চলতে থাকে যতক্ষণ না মন মতো সমস্যাটির সমাধান পাওয়া যাচ্ছে। আমরা সারা বইতে পড়বো কী লিখবো আমরা ক্রমলেখতে, যথাযথ ভাবে ক্রমলেখ রচনার নিয়ম কী। তবে এইখানে আলোচনা করবো, ক্রমলেখ লিখবো কোথায় আর সেটা চালাবো কী করে।

গণনিতে (computer) নির্বাহ (execution) করা জন্য আমরা যখন কোন একটি ক্রমলেখ (program) লিখতে চাই, প্রথমে আমরা সেটা রচনা ও সম্পাদনা (edit) করি সাধারণত কোন একটা পরিগণনা ভাষায় (programming language)। এই পরিগণনা ভাষা ঠিক গণনিতে নির্বাহযোগ্য (executable) ভাষা নয়, আবার পুরোপুরি মানুষের স্বাভাবিক ভাষাও নয়, বরং এ দুটোর মাঝামাঝি কিছু একটা। পরিগণনা ভাষায় লিখিত আমাদের ক্রমলেখকে আমরা তাই এরপরে সংকলন (compile) করে যন্ত্রভাষায় (machine language) রূপান্তর করি যাতে গণনি সেটা বুঝতে পারে। তারপর ওই রূপান্তরিত ক্রমলেখটিকে নির্বাহ (execute) করা হয়।

১.১ হয়মান সম্পাদনা সংকলন (Online Editing Compilation)

হয়মান (online) সম্পাদনা ও সংকলনের (editing and compilation) জন্য আমরা cpp.sh নামক জালপাতা (webpage) ব্যবহার করবো। তুমি খুঁজলে আরো এরকম আরো অনেক জালপাতা পেতে পারো। যাই হোক তোমার আন্তর্জাল ব্রাজকে (internet browser) ঠিকানা লিখবার জায়গায় cpp.sh লিখে তুমি উপরে উল্লেখিত ওই জালপাতায় যেতে পারো। তারপর ব্রাজকে (browser) ওই জালপাতা কেমন দেখা যাবে সেটা আমরা নীচের ছবিতে দেখতে পাবো। খেয়াল করো ওই ছবিতে বিভিন্ন অংশ তীর চিহ্ন দিয়ে চিহ্নিত করা হয়েছে। যে বড় সাদা অংশে সম্পাদন খানা (Editor Area) লেখা হয়েছে, সেইখানেই মুলত আমরা ক্রমলেখ রচনা ও সম্পাদনা করবো। উদাহরণ হিসাবে সম্পাদন খানায় আগে থেকে কিছু থাকতে পারে, তুমি সেগুলো মুছে দিতে পারো বা তোমার ক্রমলেখয়ের জন্য দরকার মতো বদলে নিতে পারো।

১.১. হয়মান সম্পাদনা সংকলন (Online Editing Compilation)



উপরের ছবির নীচে ডানদিকে দেখো চালাও বোতাম (run button) রয়েছে। ক্রমলেখ সম্পাদনা শেষ হলে অথবা মাঝামাঝি অবস্থাতেও পরীক্ষা করে দেখার জন্য আমরা চালাও বোতামে টিপ (click) দিবো। তাতে এক টিপেই প্রথমে ক্রমলেখ সংকলন (compile) হবে তারপর নির্বাহ (execution) হবে। যখন ক্রমলেখ সংকলন হতে থাকবে তখন সম্পাদন খানার মাঝ বরাবর দেখবে "অপেক্ষা করো সংকলন হচ্ছে" Please Wait Compiling লেখা আসবে। আর একই সাথে চালাও বোতামটিও বদলে গিয়ে হয়ে যাবে বাতিল বোতাম (cancel button)। অনেক সময় সংকলন হতে সময় লাগে তুমি যদি কোন কারণে সংকলন বাতিল করতে চাও তাহলে বাতিল বোতামে চাপ দিলেই হবে। যখন সংকলন হতে থাকে তখন বাম দিকের পাটগুলো (tabs) খেয়াল করবে, ভেদক পাটের (options tab) বদলে সংকলন পাট (compilation tab) সামনে চলে আসবে। সংকলনের সময় কোন ত্রুটি (error) পাওয়া গেলে সংকলন পাটে দেখা যাবে। আর কোন সংকলন ত্রুটি না থাকলে সংকলন সফল Compilation successful বার্তা দেখা যাবে সংকলন পাটে আর তারপর নির্বাহ পাট (execution tab) সামনে আসবে। নির্বাহ চলাকালীন সময়ে যোগান ও ফলন (input and output) নির্বাহ পাটে চলবে আর বাতিল বোতামটি (cancel button) বদলে হয়ে যাবে থামন বোতাম (stop button), যাতে যে কোন সময় নির্বাহ থামিয়ে দেয়া যায়। থামন বোতাম চাপলে অথবা নির্বাহ শেষ হয়ে গেলে আবার ভেদক পাট (option tab) সামনে আসবে আর চালাও বোতাম (run button) ফিরে আসবে।

আমরা আপাতত ভেদক পাটে (options tab) কোন পরিবর্তন না করে একটি ক্রমলেখ সম্পাদনা (editing) ও নির্বাহ (execution) করবো। আগেই বলেছি cpp.sh জালপাতায় গেলেই

একটা উদাহরণ ক্রমলেখ (program) সেখানে আগে থেকেই থাকে। সাধারণত নীচে দেখানো ক্রমলেখটিই সেখানে থাকে। এই ক্রমলেখটি আমাদের আপাতত বিস্তারিত বুঝার দরকার নাই, আমরা পরে সেগুলো বিস্তারিত শিখবো। তবে এই ক্রমলেখটি না থাকলে তুমি নিজে সেটা হুবহু ওইখানে লিখে নিতে পারো। সংক্ষেপে বলি এই ক্রমলেখটি প্রথমে নির্বাহ পাটে (execution tab) দেখাবে What is your name? তখন তুমি যদি তোমার নাম লিখে দাও gonimia আর তারপর ভুক্তি (enter) চাপ দাও, তাহলে পরের সারিতে দেখবে লেখা আসবে Hello, gonimia!। নামটুকু নেওয়ার আগে What is your name? দেখানোকে আমরা বলি যোগান যাচনা (input prompt) আর নাম gonimia দেওয়াটাকে আমরা বলি যোগান (input) দেওয়া আর পরের সারিতে Hello, gonimia! দেখানোকে আমরা বলি ফলন (output) দেওয়া।

```
// Example program
#include <iostream>
#include <string>

int main()
{
  std::string name;
  std::cout << "What is your name? ";
  getline (std::cin, name);
  std::cout << "Hello, " << name << "!\n";
}
```

তো তুমি চালাও বোতামে (run button) টিপ দিয়ে দেখো কী হয়। প্রথমে সংকলন পাট হয়ে নির্বাহ পাটে (execution tab) গিয়ে উপরে যে ভাবে বলা হলো সে রকম হয় কী না দেখো। তোমার বোঝার সুবিধার্থে নীচে নির্বাহ পাটে শেষ পর্যন্ত কী থাকবে তা নীচে দেখানো হলো।

```
What is your name? gonimia
Hello, gonimia!
```

এবার আমরা একটু দেখি সংকলনে ত্রুটি হলে কী ঘটে, আর আমাদের কী করতে হয়! এটার জন্য আমরা ইচ্ছে করে একটা ত্রুটি (error) তৈরী করে দেই। যেমন ধরো std::string name; লেখা রয়েছে যে সারিতে সেখানে একদম শেষ হতে দির্তি (semicolon) ; তুমি মুছে দাও। আর তারপর চালাও বোতামে (run button) টিপ দাও। দেখবে নীচের মতো করে ত্রুটি বার্তা দেখাবে সংকলন পাটে (compilatin tab), আর সংকলন পাটই সামনে থাকবে নির্বাহ পাট (execution tab) সামনে আসবে না। দ্বিতীয় সারিতে দেখো $9:3$ মানে বুঝাচ্ছে ৯ম সারিতে ত্রুটি আছে আর ৩য় অক্ষরে, আর ত্রুটিটা হলো ; থাকতে হবে। আসলে ; দরকার আমাদের ৮ম সারির শেষে। সাধারণত যে সারিতে ত্রুটি আছে বলা হয়, ত্রুটি সেই সারি বা আগের সারিতে থাকে। এখানে ; থাকায় সংকলক (compiler) আসলে ঠিক ৮ম আর ৯ম সারি নিয়ে কিঞ্চিত বিভ্রান্তিতে রয়েছে। ক্রমলেখ রচনার সময় আমরা নানান রকম ভুল ত্রুটি করি, তুমি ক্রমলেখ লেখার চর্চা করতে থাকলে এই ত্রুটিগুলোর সাথে পরিচিত হয়ে যাবে। তখন দেখা মাত্রই বুঝতে পারবে ভুলটুকু কী আর কী করে সেটা ঠিক করতে হবে। যাইহোক ত্রুটিটুকু বুঝতে পারলে আমরা সেটি ঠিক করে আবার বোতামে চালাও চাপ দিবো, আর তখন সফল ভাবেই নির্বাহিত হবে।

```
In function 'int main()':
9:3: error: expected ';' before 'getline'
```

সবশেষে আমরা ভেদক পাট (options tab) সংক্ষেপে আলোচনা করবো। সেখানে থাকা নানা ভেদন (option) গুলোর কী কাজ মুলত সেটাই জানা উদ্দেশ্য। তবে এগুলো নিয়ে আমরা আপাতত পরীক্ষা নিরীক্ষা করবো না, বরং যা আছে সে রকম অবস্থাতেই ক্রমলেখ (program) সম্পাদনা (editing), সংকলন (compile) ও নির্বাহ (execute) করবো।

১. সবচেয়ে বামের স্তম্ভে (column) দেখো প্রমিত (standard) ভেদনগুলো রয়েছে। সিপিপি ভাষার নানান সংস্করণ রয়েছে, তুমি চাইলে আগের সংস্করণ ব্যবহার করতে পারো, সাধারণত এখানে c++14 সংস্করণ নির্বাচন করা থাকে।

২. বাম থেকে দ্বিতীয় স্তম্ভে আছে সতর্কবার্তার ভেদনগুলো, অর্থাৎ সংকলন (compile) করার সময় কতটা খুঁটি নাটি ত্রুটি ধরবে সংকলক (compiler) সেটা এখানে বলে দেয়া হয়। সাধারণত এখানে সব Many (-Wall) ভেদন নির্বাচিত থাকে।

৩. বামথেকে তৃতীয় স্তম্ভে আছে অনুকুলায়নের (optimisation) ভেদনগুলো। একই ক্রমলেখ (program) সংকলক (compiler) চাইলে এমন ভাবে সংকলন (compile) করতে পারে যে ক্রমলেখটি অনেক দ্রুত নির্বাহ (execute) হবে, আবার এমন ভাবে সংকলন করতে পারে যে ক্রমলেখটি অনেক আস্তে নির্বাহ হবে। দ্রুত নির্বাহ হবে এমন সংকলন করতে স্বাভাবিক ভাবেই বেশী সময় লাগে, আর আস্তে নির্বাহ হবে সেরকম সংকলন করতে সময় কম লাগে। এখানে সাধারণত পূর্ণ Full (-O2) ভেদন নির্বাচিত থাকে।

৪. সবচেয়ে ডানের স্তম্ভে আছে প্রমিত যোগান (standard input) ভেদন সমুহ। সাধারণত এখানে মিথস্ক্রিয়ক (interactive) ভেদন নির্বাচিত থাকে যার অর্থ চাপনি (keyboard) ব্যবহার করে যোগান (input) দেওয়া যাবে। তোমার ক্রমলেখতে কোন যোগান না থাকলে তুমি কিছুনা (none) ভেদন নির্বাচন করতে পারো। অথবা তুমি যদি আগেই যোগান দিয়ে রাখতে চাও তাহলে পাঠনিক (text) ভেদন নির্বাচন করে ওইখানে থাকা নীচের বাক্সে আগে থেকে তোমার যোগানগুলো দিয়ে রাখতে পারো। তাতে ক্রমলেখ (program) চাপনি (keyboard) থেকে যোগান না নিয়ে ওইখান থেকে নিয়ে নিবে।

১.২ নয়মান সম্পাদনা সংকলন (Offline Editing Compilation)

আমরা codeblocks নিয়ে পরের সংস্করণে বিস্তারিত আলোচনা করবো। আপাতত নীচের সুত্রগুলো থেকে তুমি কিছু সাহায্য নিতে পারো।

- তুমি http://www.codeblocks.org/ থেকে codeblocks পাবে।
- দরকারী মন্ত্র (software) পাবে নীচের সুত্র থেকে।

  http://www.codeblocks.org/downloads

- ব্যবহার পুস্তিকা (user manual) পাবে নীচের সুত্র থেকে।

  http://www.codeblocks.org/user-manual

- উন্ডোজে সংস্থাপনের (install) জন্য ছবিও (video) পাবে নীচের সুত্র থেকে।

  https://www.youtube.com/watch?v=zOGU8fC3bvU

- লিনাক্সে সংস্থাপনের ছবিও পাবে নীচের সুত্র থেকে।

  https://www.youtube.com/watch?v=3B4hPHZNtNw

অধ্যায় ২

ক্রমলেখয়ের কাঠামো (Program Structure)

গণনিতে (computer) নির্বাহযোগ্য (executable) একগুচ্ছ নির্দেশের (instruction) ক্রমকে ক্রমলেখ (program) বলা হয়। আমরা সিপিপি (c++) ভাষায় ক্রমলেখ তৈরী করবো। ক্রমলেখ সাধারণত একটি সম্পাদনা (editor) মন্ত্র (software) ব্যবহার করে তৈরী করা হয়। আমরা একাজে আপাতত cpp.sh নামের একটি জালপাতা (webpage) ব্যবহার করবো। সিপিপি ভাষায় তৈরী ক্রমলেখকে প্রথমে একটি সংকলক (compiler) দিয়ে সংকলন (compile) করে গণনিতে নির্বাহযোগ্য সংকেত (code) তৈরী করা হয়। তারপর সেই সংকেত চালালে (run) বা নির্বাহ (execution) করলে আমরা সাধারণত যন্ত্রালয়ের (console) নজরিতে (monitor) ফলন (output) দেখতে পাই । ক্রমলেখ অনেক সময় আমাদের কাছ থেকে যন্ত্রালয়ের চাপনির (keyboard) বা টিপনির (mouse) মাধ্যমে যোগান (input) নিতে পারে। জেনে রেখো যন্ত্রালয় (console) বলতে যোগানের (input) জন্য চাপনি ও টিপনি (keyboard and mouse) আর ফলনের (output) জন্য নজরি (monitor) বুঝানো হয়। ক্রমলেখ লিখতে গেলে যন্ত্রালয় (console) থেকে যোগান (input) নেয়ার ও যন্ত্রালয়ে (console) ফলন (output) দেখানোর কথা তুমি প্রায়শই শুনতে পাবে। কাজেই এগুলো কী বুঝায় সেটা ভালো করে মনে রেখো।

২.১ শুভেচ্ছা বার্তার ক্রমলেখ (Wishing Program)

সিপিপি (c++) ভাষায় এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি চালালে (run) তোমার ক্রমলেখ ব্যবহারকারীকে শুভেচ্ছা জানাবে। আসলে এটিই হবে সিপিপি ভাষায় তোমার লেখা প্রথম ক্রমলেখ। প্রত্যেক পরিগণনা ভাষায়ই এমন একটা করে ক্রমলেখ রচনা করা হয়।

নীচে শুভেচ্ছা বার্তা দেখানোর জন্য একটি ক্রমলেখ রচনা করা হয়েছে। আর ক্রমলেখটি সংকলন (compile) করে নির্বাহ (execution) করলে বা চালালে (run) যে ফলন (output) পাওয়া যাবে তাও দেখানো হয়েছে। ওই ক্রমলেখতে মুল যে বিবৃতিটি (statement) আমাদের shuvessa nin দেখাবে সেটি হল cout << "shuvessa nin" << endl; এখানে cout হল console out মানে যন্ত্রালয়ের ফলন যন্ত্র (output device)। আর endl হল end line অর্থাৎ যেখানে endl বলা আছে সেখানে ফলনে ওই সারি শেষ হবে। খেয়াল করো আমরা নজরিতে যা দেখাতে চাই তা হুবহু উদ্ধৃতি "" চিহ্নের ভিতরে লেখা হয়েছে। আর << দিয়ে আমরা "shuvessa nin" ও endl কথাগুলোকে cout এর কাছে পাঠাই দেখানোর জন্য।

স্মরণ রেখো cout এর বিবৃতিটি (statement) ছাড়া আমাদের ক্রমলেখতে আরো অন্যান্য বিবৃতি যেগুলি আছে সেগুলি আমাদের লেখা প্রায় সকল ক্রমলেখতেই থাকবে। আমরা তাই আপাতত ওগুলো একরকম জোর করে মনে রাখার চেষ্টা করবো। তারপরেও অবশ্য আমরা নীচের আলোচনা থেকে সংক্ষেপে জেনে নেব বাঁকী বিবৃতিগুলোর কোনটার কাজ মোটামুটি কী।

ফিরিস্তি ২.১: শুভেচ্ছা জানানোর ক্রমলেখ (Wishing Program)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
  cout << "shuvessa nin" << endl;

  return 0;
}
```

ফলন (output)

```
shuvessa nin
```

একদম শুরুতে আমরা #include <iostream> ব্যবহার করেছি কারণ iostream নামে একটা শির নথি (header file) আছে যেটা আমরা আমাদের ক্রমলেখতে অন্তর্ভুক্ত করতে চাই। ওই শির নথিতে নানান বিপাতক (function) আছে যেগুলো আমরা পরে জানব ও ব্যবহার করবো। আপাতত জেনে নেই, ওই নথিতে cout আর endl আছে। মুলত আমাদের ক্রমলেখতে cout আর endl ব্যবহার করার জন্যই আমরা iostream অন্তর্ভুক্ত করেছি। এরকম আরো শির নথির (header file) কথা আমরা পরে বিস্তারিত জানবো ও অবশ্যই ব্যবহার করবো।

using namespace std; আমরা ব্যবহার করেছি কারণ cout আর endl আসলে দুটো নাম, আর ওই নাম দুটো সিপিপিতে আগে থেকে বিদ্যমান std (standard বা প্রমিত) নামাধারের (namespace) অন্তর্গত। সিপিপিতে একই নাম ভিন্ন ভিন্ন নামাধারে অন্তর্গত হতে পারে। তো কোনো নাম বললে সেটি কোন নামাধার থেকে আসবে সেটি আমরা আগেই বলে দিচ্ছি, যেমন আমাদের সকল নাম আসলে std নামাধার থেকে আসবে। নামাধার কী তা আর একটু পরিস্কার করে বুঝতে হলে নীচের পরিচ্ছেদের (para) ঢাকার বনাম বগুড়ার গাবতলি নিয়ে আলোচনা পড়ো।

গাবতলি নামে ঢাকায় একটি জায়গা আছে আবার গাবতলি নামে বগুড়ায় আরেকটি জায়গা আছে। তো গাবতলি বলতে গেলে আমাদের বলতে হবে 'বগুড়ার গাবতলি' অথবা 'ঢাকার গাবতলি', কেবল গাবতলি বললে তো বুঝা যাবে না কোথাকার গাবতলি। বিকল্প হিসাবে আমরা আগেই বলে নিতে পারি যে আমরা এখন ঢাকার কথা আলোচনা করছি। তখন কেবল গাবতলি বললেই আমরা বুঝব এটি ঢাকার গাবতলি। আবার যদি আগেই বলে নেই যে এখন থেকে আমরা বগুড়ার কথা আলোচনা করবো তাহলে গাবতলি বললেই আমরা বগুড়ার গাবতলি বুঝব, ঢাকারটা নয়।

উপরের ক্রমলেখতে using namespace std; বলে আমরা আগেই বলে নিয়েছি যে এরপর থেকে আমরা std নামাধার (namespace) নিয়ে কাজ করবো। কাজেই পরে যখন cout আর endl ব্যবহার করেছি, তখন আর std এর কথা বলতে হয় নি। কিন্তু কেউ যদি তার ক্রমলেখতে using namespace std; না লেখে, তাহলে তাকে cout << "shuvessa nin" << endl ; এর বদলে লিখতে হবে std::cout << "shuvessa nin" << std::endl; অর্থাৎ cout আর endl দুটোর পূর্বেই std:: লাগিয়ে নিতে হবে, ঠিক যেমন গাবতলি বলার আগে ঢাকা লাগিয়ে

বলতে হবে ঢাকার গাবতলি। cout আর endl এর আগে std:: না লিখলে ক্রমলেখ সফল ভাবে সংকলন (compile) করা যাবে না, নানান ত্রুটি (error) বার্তা (message) দেখাবে। সংকলন সময়ে দেখানো ত্রুটিবার্তাগুলোকে সংকলন কালীন (compile-time) ত্রুটি বলা হয়।

যে কোন সিপিপি ক্রমলেখতে একটি মুল বিপাতক (function) থাকে main যার নাম। এই main বিপাতকের কোন পরামিতি (parameter) থাকবে না, কাজেই main( ) এর পরে গোল বন্ধনী দুটোর মধ্যে কিছু বলা হয় নি। আর প্রতিটি বিপাতক চাইলে একটি মান ফেরত দেয়, main বিপাতক সাধারণত একটি পূর্ণক (integer) ফেরত দেয়, যা main লেখার আগে int হিসাবে উল্লেখ করা হয়েছে। বিপাতক নিয়ে বিস্তারিত আলোচনা আমরা পরে করবো। আপাতত সংক্ষেপে এইটুকুই জেনে রাখি। তো আমাদের ক্রমলেখতে return 0; বিবৃতিটি আসলে বলছে যে আমাদের main বিপাতকটি শুন্য ফেরত পাঠাবে। কার কাছে ফেরত পাঠাবে? যে আমাদের ক্রমলেখ চালাচ্ছে তার কাছে। main বিপাতক 0 পাঠানো মানে হলো, এটি সফল ভাবে শেষ হয়েছে, কোন ত্রুটি বিচ্যুতি ঘটে নি। 0 ছাড়া অন্যকিছু ফেরত পাঠানো নিয়েও আমরা পরে আলোচনা করবো।

সিপিপিতে দুটো বাঁকা বন্ধনির {} ভিতরে যা থাকে তাকে বলা হয় একটি মহল্লা (block)। প্রতিটি বিপাতকের একটি শরীর (body) থাকে যেটি মহল্লার ভিতরে থাকে। লক্ষ্য করে দেখো আমাদের main বিপাতকের cout আর return দিয়ে শুরু হওয়া বিবৃতি দুটি একটি মহল্লার ভিতরে রয়েছে। আর একটি বিষয় খেয়াল করো, আমাদের বিবৃতিগুলোর শেষে কিন্তু একটি করে দির্তি (semicolon) ; রয়েছে। সিপিপিতে বেশীরভাগ বিবৃতির পরেই আমরা এইরকম দির্তি ; দিয়ে বিবৃতি শেষ করি। ঠিক বাংলা ভাষায় প্রতিটি বাক্যের পরে দাঁড়ি । দেয়ার মতো ব্যাপার।

সব মিলিয়ে এই হল আমাদের প্রথম ক্রমলেখ, যেটা ব্যবহারকারীকে শুভেচ্ছা জানাবে।

২.২ নাম-ধাম-বৃত্তান্তের ক্রমলেখ (Detailing Program)

সিপিপিতে এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি চালালে ব্যবহারকারীকে তোমার নাম-ধাম-বৃত্তান্ত কয়েক সারিতে মালা (string) আকারে বলে দেয়। সাথে সংখ্যা (number) হিসাবে তোমার বয়স ও তোমার ফলাফলের জিপিএও বলে দেয়।

ফিরিস্তি ২.২: নাম-ধাম-বৃত্তান্তের ক্রমলেখ (Detailing Program)

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

int main()
{
  cout << "amar nam goni mia" << endl;
  cout << "amar bari bogra" << endl;
  cout << "ami thaki dhakai" << endl;
  cout << "amar boyos " << 20 << " bosor" << endl;
  cout << "amar result gpa " << 3.99 << endl;

  return EXIT_SUCCESS;
}
```

ফলন (output)

```
amar nam goni mia
amar bari bogra
ami thaki dhakai
amar boyos 20 bosor
amar result gpa 3.99
```

উপরের ক্রমলেখতে আমরা নাম-ধাম-বৃত্তান্ত কয়েক সারিতে দেখিয়েছি। এই ক্রমলেখয়ের প্রতিটি cout দিয়ে শুরু বিবৃতির সাথে পরে দেখানো ফলন মিলিয়ে নাও। লক্ষ্য করো cout দিয়ে " " উদ্ধৃতি অংশগুলোর ভিতরে আমরা যে মালাগুলো (string) দেখাতে বলেছি সেগুলোই ফলনে হুবহু সেভাবেই দেখানো হয়েছে। আর প্রতিবার endl অর্থাৎ end line পেলে ফলন পরের সারিতে চলে গেছে। শেষের দুটো cout বিবৃতিগুলো খেয়াল করো। এইদুটোতে বয়স ও জিপিএ আমরা সংখ্যা হিসাবে দেখিয়েছি। তুমি চাইলে কিন্তু সংখ্যা হিসাবে না দেখিয়ে মালার ভিতরেই দেখাতে পারতে যেমন নীচের মতো, সেক্ষেত্রে ফলন কিন্তু দেখতে একই রকম হতো।

```
cout << "amar boyos 20 bosor" << endl;
cout << "amar result gpa 3.99" << endl;
```

সবশেষে একটা বিষয় খেয়াল করো। আমরা এই ক্রমলেখতে return 0; এর বদলে লিখেছি return EXIT_SUCCESS; আর এই EXIT_SUCCESS আছে cstdlib শির নথিতে (header file)। আমরা তাই #include <cstdlib> লিখে cstdlib শির নথিটিও আমাদের ক্রমলেখতে অন্তর্ভুক্ত করেছি। মনে রাখবে EXIT_SUCCESS এর মান আসলে 0 কিন্তু 0 তো একটা সংখ্যা যেটা দেখে সরাসরি ঠিক অনুধাবন করা যায় না আমরা কী বুঝাতে চাইছি, মানে ক্রমলেখ সফল না বিফল হয়েছে। আমরা তাই স্পষ্ট করে EXIT_SUCCESS লিখবো যাতে চোখে দেখেই আমরা বুঝতে পারি ব্যাপারটা কী। বলে রাখি গণনির (computer) জন্য কিন্তু 0 আর EXIT_SUCCESS একই ব্যাপার কারণ EXIT_SUCCESS এর মান যে 0 ওইটা তো cstdlib নথিতে বলা আছে, সংকলন করার পরে EXIT_SUCCESS আসলে 0 হয়ে যাবে, গণনি ওইটা শুন্যই দেখতে পাবে। আমরা 0 এর বদলে EXIT_SUCCESS আসলে লিখছি কেবল মানুষের বুঝার সুবিধার জন্য, ক্রমলেখ পড়ে চোখে দেখেই যাতে সহজে বুঝা যায় ক্রমলেখটি সফল না বিফল ভাবে শেষ হচ্ছে, সেটাই আমাদের উদ্দেশ্য। তাহলে এখন থেকে ক্রমলেখয়ের main বিপাতকে return 0; না লিখে return EXIT_SUCCESS; লিখবে আর cstdlib শির নথিও অন্তর্ভুক্ত করে নেবে!

তো তোমরা এখন থেকে কয়েক সারিতে কিছু দেখানোর ক্রমলেখ রচনা করতে চাইলে এই ক্রমলেখয়ের মতো করে রচনা করবে। দরকার মতো সংখ্যা (number) ও মালা (string) মিশ্রণ করেও কিন্তু যা দেখাতে চাও তা দেখাতে পারবে। চেষ্টা করে দেখো কেমন?

২.৩ ক্রমলেখতে টীকা লিখন (Writing Program Comments)

এমন একটা ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি বর্তমান সাল ২০১৫ থেকে তোমার বয়স ২০বছর বিয়োগ করে তোমার জন্ম বছর দেখায়। এই ক্রমলেখতে দরকার অনুযায়ী পর্যাপ্ত টীকা (comment) লিখো, যাতে অনেক দিন পরে তুমি যখন ক্রমলেখটি প্রায় ভুলে যাওয়ার মতো অবস্থায় যাবে তখন ক্রমলেখটি আবার দেখতে গিয়ে দ্রুত চোখ বুলিয়েই সহজে বুঝতে পারো যে এটি তোমার কীসের ক্রমলেখ ছিল। ক্রমলেখতে টীকা থাকলে তুমি ছাড়া অন্য কেউও তোমার লেখা ক্রমলেখ পড়ে সহজে বুঝতে পারবে। টীকা লেখা হয় মানুষ যে ভাষায় কথা বলে সেই ভাষায় যেমন

বাংলায় বা ইংরেজীতে, সিপিপি ভাষায়ও নয়, যন্ত্রের ভাষায়ও নয়, কাজেই টীকা লিখলে অনেক দিন পরেও আমাদের ক্রমলেখ বুঝতে সুবিধা হয়।

ফিরিস্তি ২.৩: ক্রমলেখতে টীকা লেখন (Commenting in Programs)

```
// list of header files needed for this program.

#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;  // use the std namespace

int main()
{
  // Subtract 20years from 2015 to get birthyear

  cout << "amar jonmoshal " << 2015 - 20 << endl;

  return EXIT_SUCCESS;  /* return with success */
}
```

ফলন (output)

```
amar jonmoshal 1995
```

উপরের ক্রমলেখ খেয়াল করো। কঠিন কিছু নয়। আগের মতোই iostream আর cstdlib অন্তর্ভুক্ত (include) করা আছে। তারপর বলা হয়েছে using namespace std; তারপর মুল বিপাতক (function) হিসাবে int main() যেটির কোন পরামিতি (parameter) নাই কারণ () গোল বন্ধনীর ভিতরে কিছু নাই আর যেটি একটি পূর্ণক (integer) ফেরত দেয় কারণ int বলা আছে শুরুতে। তারপর মুল বিপাতকের শরীরে দুটো {} বাঁকাবন্ধনীর ভিতরের মহল্লায় (block) বলা আছে cout << "amar jonomoshal " << 2015 - 20 << endl; অর্থাৎ ফলনে amar jonomoshal দেখিয়ে তারপর 2015 থেকে 20 বিয়োগ করলে যে 1995 পাওয়া যায় তা দেখাবে। তারপর মহল্লার ভিতরে শেষ বিবৃতি (statement) আছে return EXIT_SUCCESS; যা আগের মতোই বলছে যে আমাদের ক্রমলেখ ওইখানে সফল ভাবে শেষে হয়ে বের হয়ে যাবে। EXIT_SUCCESS নিয়ে আমরা আগের পাঠে বিস্তারিত আলোচনা করেছি, ওই পাঠ থেকেই দেখে নিতে পারো, কাজেই সেটা আবার এখানে আলোচনা করছি না।

যাইহোক, খেয়াল করে দেখো ওপরে বর্ণিত বিষয়গুলো ছাড়াও উপরের ক্রমলেখতে আরো কিছু বাক্য ও সারি দেখা যাচ্ছে যেমন প্রথম সারিটিই হল // list of header files needed for this ।program এই বাক্যটি আসলে আমাদের ক্রমলেখয়ের অংশ নয়, অর্থ্যাৎ ক্রমলেখ যখন চালানো (run) হবে তখন এই বাক্যের কোন প্রভাব থাকবে না। ক্রমলেখ এমন ভাবে চলতে থাকবে যাতে মনে হবে ওই বাক্যটি যেন ওখানে নাই। এরকমের বাক্যগুলোকে বলা হয় টীকা (comment)। খেয়াল করো টীকার বাক্যটির একদম সামনে রয়েছে // অর্থাৎ সামনের দিকে হেলানো দুটো দাগ। ওই দুটো দাগ হতে শুরু করে ওই সারিতে তারপরে যাই থাকবে সব মিলিয়ে হবে একটি টীকা। এইরকম টীকা যেহেতু কেবল এক সারিতে সীমাবদ্ধ তাই একে বলা হয় সারি টীকা (line comment)। সিপিপি ভাষায় অধিকাংশ সময়ই সারি টীকা ব্যবহার করা হয়।

সারি টীকা যদি সারির একদম শুরুতে লেখা হয় তাহলে সাধারণত এটি টীকার ঠিক নীচে যে সংকেত (code) থাকে তার জন্য লেখা হয়। যেমন // list of header files needed for this program এই টীকাটি একদম সারির শুরু থেকে লেখা হয়েছে, এটি তাই পরের দুই সারিতে #include <iostream> আর #include <cstdlib> কেন লেখা হয়েছে সেটি ব্যাখ্যা করছে। সারি টীকা অনেক সময় সারির শেষ দিকেও লেখা হয়। যেমন // we will use the std namespace টীকাটি লেখা হয়েছে using namespace std; দিয়ে শুরু হওয়া সারির শেষে। সারির শেষ দিকে লেখা এইরকম সারি টীকা সাধারণত সারির প্রথমে যে সংকেত (code) লেখা হয়েছে তা ব্যাখ্যা করতে ব্যবহার করা হয়। অনেক সময় টীকা লিখা হয় শুরুতে /* আর শেষে */ চিহ্ন দিয়ে, যেমন return EXIT_SUCCESS; এর সারিতে শেষে লেখা হয়েছে। এইরকম টীকা একাধিক সারি মিলিয়ে হতে পারে, তাই এদেরকে সারি টীকা না বলে মহল্লা টীকা (block comment) বলা হয়। সিপিপিতে আমরা অধিকাংশ সময় আসলে সারি টীকাই ব্যবহার করি।

তুমি যখন তোমার ক্রমলেখতে টীকা লিখবে তখন হয়তো ইংরেজীতেই টীকা লিখবে। অথবা ইংরেজী অক্ষরে বাংলায়ও টীকা লিখতে পারো। আজকাল অনেক সংকলক (comiler) ও সম্পাদক (editor) ইউনিকোড (unicode) সংকেত বুঝতে পারে। কাজেই টীকা বাংলায়ও লেখা সম্ভব। আমরা এরপর থেকে সিপিপিতে লেখা সকল ক্রমলেখতে টীকা বাংলায় লিখবো, যাতে আমরা আমাদের নিজের ভাষায় সহজে বুঝতে পারি। এগুলো যেহেতু নির্বাহ execution) হবে না, কাজেই খামোকা কেন কষ্ট করে ইংরেজীতে লিখতে যাবো! আর বিদেশী কেউ তো আমাদের ক্রমলেখয়ের সংকেত দেখবে না, কাজেই আমরা আমাদের বাংলা ভাষাতেই টীকা লিখবো। তবে মনে রাখবে বিদেশী কারো পড়ার সম্ভাবনা থাকলে আমাদের টীকা সহ সবকিছু ইংরেজী ভাষাতেই লিখতে হবে। তাহলে সারি টীকা আর মহল্লা টীকা শেখা হলো। এখন থেকে ক্রমলেখ লেখার সময় যথেষ্ট পরিমানে টীকা দিবে কেমন? আমিও ক্রমলেখগুলোতে টীকা দেবো, যাতে তোমাদের বুঝতে সুবিধা হয়।

২.৪ ক্রমলেখতে ফাঁকা দেওয়া (Spacing and Indentation)

সিপিপি ক্রমলেখ (program) লিখতে কখন নতুন সারি শুরু করবে? কখন ফাঁকা ফাঁকা করে লিখবে? কখন সারিতে একটু ছাড়ন দিয়ে লিখবে। একটি ক্রমলেখ লিখে এই বিষয়গুলো আলোচনা করো। চলো আমরা আমাদের শুভেচ্ছা জানানোর ছোট ক্রমলেখটি দিয়েই আলোচনা করি।

ফিরিস্তি ২.৪: ক্রমলেখতে ফাঁকা দেওয়া (Spacing in Programs)

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

int main()
{
  cout << "shuvessa nin" << endl;
  return EXIT_SUCCESS;
}
```

উপরের ক্রমলেখতে আমরা আপাতত টীকা (comment) লিখি নাই। এই ক্রমলেখতে # বা কাটাকাটি (octothorpe) চিহ্ন দিয়ে শুরু হওয়া সারিগুলো তোমাকে আলাদা আলাদা সারিতে লিখতে হবে। আর এটি সারির শুরু থেকে হলেই ভালো। তুমি অবশ্য সারির শেষের দিকে চাইলে

সারি টীকা (line comment) লিখতে পারো যাতে বুঝা যায় ওই সারির শুরুর দিকে তুমি আসলে কী করতে চেয়েছো। তোমার ক্রমলেখতে লেখা কাটাকাটি চিহ্ন # দিয়ে শুরু হওয়া সারিগুলো সাধারণত সংকলক (compiler) দিয়ে প্রক্রিয়া করা হয় না। আলাদা একটি মন্ত্র (software) যার নাম পুর্ব-প্রক্রিয়ক (preprocessor) সেটা দিয়ে সংকলন করারও আগে এইগুলো প্রক্রিয়া করা হয়, কাজটা বেশীর ভাগ সময়ে অবশ্য সংকলকই করিয়ে নেয়। পূর্ব-প্রক্রিয়ক (preprocessor) বিষয়ে বিস্তারিত আলোচনা আমরা পরে করবো।

```
#include <iostream> //  যোগান ফলন স্রোত শির নথি অন্তর্ভুক্ত হল
```

কোন বিবৃতি পুর্বপ্রক্রিয়ক (preprocessor) না সংকলক (compiler) দিয়ে প্রক্রিয়াকরণ হবে এটা বুঝার আরেকটা সহজ উপায় আছে। এইরকম দির্তি ; (semicolon) আর মহল্লার (block) জন্য যে বাঁকা বন্ধনী } ব্যবহৃত হয় তা দিয়ে শেষ হওয়া বিবৃতিগুলো সাধারণত সংকলক দিয়ে প্রক্রিয়াকরন করা হবে, পূর্ব-প্রক্রিয়ক দিয়ে নয়। যাইহোক, সংকলক দিয়ে যে সংকেতগুলো (code) প্রক্রিয়া করা হয় সেগুলো যে ভিন্ন ভিন্ন সারিতেই লিখতে হবে, বা অনেক ফাঁকা ফাঁকা (space) করেই লিখতে হবে এ রকম কোন কথা নেই। তুমি চাইলে তোমার পুরো ক্রমলেখতে থাকা সকল সংকলনযোগ্য সংকেত এক সারিতে লিখতে পারো। যেমন উপরের ক্রমলেখয়ের সংকলনযোগ্য অংশটুকু আমরা চাইলে নীচের মতো করে টানা এক সারিতে লিখতে পারি।

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>
using namespace std; int main() { cout << "shuvessa
 nin" << endl; return EXIT_SUCCESS; }
```

উপরে যদিও দুই সারিতে দেখা যাচ্ছে আমরা আসলে using থেকে শুরু করে } পর্যন্ত টানা একসাথে লিখেছি, কিন্তু এখানে পাশের দিকে স্থানের স্বল্পতার কারণে টানা সারিটি ভেঙে দুই সারি হয়ে গেছে। তোমার সম্পাদকে (editor) এ যদি পাশের দিকে অনেক জায়গা থাকে তুমি এক সারিতেই লিখতে পারবে। আসলে নুন্যতম একটি ফাঁকা (space) দেয়া বাধ্যতামুলক হয়ে যায় যখন পরপর দুটো শব্দ লেখা হয়। যেমন using, namespace, std, int, main এইরকম শব্দ পরপর দুটো থাকলে তোমাকে কমপক্ষে একটি ফাঁকা (space) দিতে হবে। দুটো চিহ্ন যেমন বন্ধনী () বা দির্তি ; বা আরো অনেক প্রতীক আছে, এইগুলো পরপর দুটো থাকলেও কোন সমস্যা নাই। অর্থ্যাৎ একাধিক প্রতীক কোন ফাঁকা না দিয়েও তুমি একসাথে লিখতে পারবে।

এখন প্রশ্ন করতে পারো ফাঁকা দেয়া যদি ব্যাপার না হয়, তাহলে ক্রমলেখ লিখতে কেন ফাঁকা দেবো। বেশী বেশী ফাঁকা আসলে গণনির (computer) জন্য দরকার নেই কিন্তু দরকার মানুষের জন্য। আগের পাঠের কথা মনে করো। আমরা কেন টীকা (comment) লিখেছিলাম? টীকা তো আর নির্বাহিত হয় না। আমরা যাতে অনেকদিন পরে ক্রমলেখয়ের সংকেত (code) দেখে সহজে বুঝতে পারি, আমরা তাই টীকা লিখেছিলাম। তো ক্রমলেখ যদি পুরোটা একটা লম্বা সারি হয়, আমাদের মানুষের পক্ষে সেটা দেখে বুঝে ওঠা খুবই কষ্টকর হবে। মুলত আমাদের মানুষের বুঝার সুবিধার্থে আমরা ক্রমলেখ সারিতে সারিতে ভেঙ্গে ভেঙ্গে লিখি বা দরকার মতো একসাথে লিখি।

ক্রমলেখতে ফাঁকা দেয়ার ব্যাপারটি বাংলায় বা ইংরেজীতে রচনা লেখার মতোই, কখন তুমি আলাদা বাক্য করবে, কখন তুমি আলাদা পরিচ্ছেদ (para) করবে, কখন তুমি আলাদা অনুচ্ছেদ (section) করবে, এই রকম। কোন বিষয়ের সাথে বেশী সম্পর্কিত বিবৃতিগুলো আমরা সাধারণত পরপর সারিতে কোন ফাঁকা (blank line) না দিয়ে লিখবো। আর দুটো বিষয়ের সারিগুলোর মাঝে হয়তো এক সারি ফাঁকা দিয়ে লিখবো, আর বিষয়গুলোর মধ্যে খুব বেশী যোগাযোগ না থাকলে হয়তো আমরা দুই বা আরো বেশী সারি ফাঁকা দিয়ে লিখবো। তাহলে এখন থেকে ক্রমলেখ লেখার সময় দরকার মতো ফাঁকা দিয়ে দিয়ে লিখবে যাতে তোমার ক্রমলেখ পড়া সহজ হয়।

সবচেয়ে উপরে যেভাবে আমরা ক্রমলেখ লিখেছি সেখানে আরো একটা ব্যাপার খেয়াল করো, আমরা cout বা return এর বিবৃতিগুলো লেখার আগে তাদের নিজ নিজ সারিতে বেশ কিছুটা ফাঁকা দিয়ে লিখেছি, একদম সারির শুরু থেকে লিখি নাই। এটি কেন করলাম? এটি করলাম এ কারণে যে ওই দুটো সারি আসলে আমাদের মহল্লার ভিতরে আছে। লক্ষ্য করো মহল্লার বাঁকা বন্ধনী দুটো কেমন দেখেই বুঝা যায় যে এরা দুজনে দুজনার। আর মহল্লার ভিতরের বিবৃতিদুটো কেমন একটু ভিতরের দিকে থাকায় পরিস্কার বুঝা যায় যে ওরা আসলেই ওই মহল্লার ভিতরে। তো দরকার মতো কোন বিবৃতি এরকম সারির একটু ভিতরের দিকে থেকে লেখার ব্যাপারটিকে বলা হয় ছাড়ন দেয়া (indentation)। ক্রমলেখ লেখার সময় এখন থেকে তোমরা অবশ্যই দরকার মতো ছাড়ন দিয়ে লিখবে, তাহলে দেখবে ক্রমলেখ পড়া ও বোঝা কত সহজ হয়ে যায়।

এই পর্যায়ে জিজ্ঞেস করতে পারো, প্রত্যেক সারিতে এভাবে অতগুলা করে ফাঁকা চাপবো কেমনে এইটা তো বিরক্তিকর। আসলে তোমার চাপনিমাঁচায় (keyboard) একটা লম্ফ (tab) চাপনি আছে, দেখো ওইটা চাপলে একসাথে ৪টা বা ৮টা ফাঁকা (space) এর সমপরিমান ফাঁকা একবারে আসে। তো দরকার মতো একবার বা দুবার লম্ফ চাপলেই হয়ে গেলো। কাজেই ক্রমলেখ লেখার সময় কখনোই এই আলসেমি টুকু করবে না। ছাড়ন দেয়া ক্রমলেখ লেখার জন্য গুরুত্বপূর্ণ ব্যাপার, সুন্দর দেখা যাওয়া আর তাড়াতাড়ি পড়ার জন্য দরকারী, ক্রমলেখতে কোন ভুল থাকলে আমরা যখন ভুল বের করতে চাই তখনও খুব খুব দরকারী, বড় বড় ক্রমলেখ যখন লিখবে তখন ব্যাপারটা খানিকটা ঠেকে ঠেকে শিখে অভিজ্ঞতা দিয়ে ভালো করে বুঝতে পারবে।

২.৫ অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

ধারণাগত প্রশ্ন: নীচে কিছু ধারণাগত প্রশ্ন রয়েছে। প্রশ্নগুলোর উত্তর নিজে নিজে বের করবে।

১. ক্রমলেখ (program) বলতে কী বুঝো? ক্রমলেখ কি কেবল গণনিতেই নির্বাহযোগ্য?

২. সিপিপি ভাষায় ক্রমলেখ তৈরী হতে সেটার ফলাফল দেখা পর্যন্ত কী কী ঘটনা ঘটে?

৩. যন্ত্রালয় (console) কী? এর যোগান (input) ও ফলন (output) যন্ত্রগুলো কী কী?

৪. সিপিপিতে শিরনথি (header file) বলতে কী বুঝো? আমাদের ক্রমলেখগুলোতে শির নথি iostream ও cstdlib আমরা কেন ব্যবহার করেছি?

৫. নামাধার (namespace) কী? বাস্তব জীবনে ও পরিগণনায় উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা করো।

৬. সিপিপিতে main বিপাতক হতে ফেরতের সময় return 0; না লিখে তার বদলে return EXIT_SUCCESS; লিখা কেন উত্তম? ব্যাখ্যা করো।

৭. ক্রমলেখতে ছাড়ন দেয়া (indentation) মানে কী? ছাড়ন দেয়ার পক্ষে-বিপক্ষে যুক্তি লিখ। ক্রমলেখ কেন বেশ ফাঁকা ফাঁকা করে লিখা উচিৎ?

৮. ক্রমলেখতে টীকা (comment) লেখা কী? ক্রমলেখতে টীকা (comment) লিখার কয়েকটি কারণ ব্যাখ্যা করো? সারি (line) টীকা ও মহল্লা (block) টীকা কী?

৯. একটি সিপিপি ক্রমলেখতে (program) নীচের কোন বিপাতকটি অবশ্যই থাকতে হবে?

ক) start() খ) system() গ) main() ঘ) program()

১০. ক্রমলেখ সফল ভাবে শেষ হলে main বিপাতক হতে সাধারণত কত ফেরত পাঠানো হয়?

ক) -1 খ) 0 গ) 1 ঘ) কিছুই না

১১. সিপিপিতে মহল্লা (block) বুঝানোর জন্য নীচের কোনগুলো ব্যবহার করা হয়?

ক) { } খ) < > গ) ( ) ঘ) begin end

১২. সিপিপিতে একটি বিবৃতির (statement) শেষে সাধারণত কোন চিহ্ন ব্যবহার করা হয়?

ক) . খ) ; গ) : ঘ) ,

১৩. সিপিপিতে নীচের কোনটি সঠিক টীকা (comment)?

ক) */ টীকা */ খ) ** টীকা ** গ) /* টীকা */ ঘ) { টীকা }

পরিগণনার সমস্যা: নীচে আমরা কিছু পরিগণনার সমস্যা দেখবো। এই সমস্যাগুলো আগে ধৈর্য্য ধরে নিজে নিজে সমাধান করতে চেষ্টা করবে। যখন একেবারেই পারছো না বলে মনে হয় তখনই কেবল সমাধান দেখে নিতে পারো। সমাধানগুলো পরিগণনার প্রশ্নগুলোর শেষে আছে।

১. নীচের কথাগুলো ফলনে (output) দেখানোর জন্য সিপিপিতে একটি ক্রমলেখ লিখো। দেখতে সুন্দর লাগার জন্য তোমার ক্রমলেখতে দরকার মতো ফাঁকা ফাঁকা দিবে আর সহজে বুঝার জন্য দরকার মতো টীকা (comment) লিখবে।

```
tomar boyosh noy bosor.
porigonona shikhte chao?
porigonona ki sohoj na!
```

২. সিপিপিতে একটি ক্রমলেখ রচনা করো যেটি নীচের নকশাটির মতো নকশা তৈরী করে। খেয়াল করে দেখো নকশাটি বাংলা অঙ্ক ৪ এর মতো। তুমি চাইলে আরো নানান নকশা, নানান বর্ণ বা অঙ্ক নিজের মতো করে ভেবে নিয়ে সেইমতো নকশা তৈরী করতে পারো। যাইহোক দেখতে সুন্দর লাগার জন্য তোমার ক্রমলেখতে দরকার মতো ফাঁকা ফাঁকা দিবে আর সহজে বুঝার জন্য দরকার মতো টীকা (comment) লিখবে।

```
*****
*   *
* * *
*   *
*****
```

২.৫. অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

পরিগণনা সমাধান: এবার আমরা পরিগণনার সমস্যাগুলোর সমাধান দেখবো। মনে রাখবে সমাধানগুলো দেয়া হয়েছে তুমি যদি একান্তই নিজে নিজে করতে পারছোনা বলে মনে হয়, তখন যাতে একটু সাহায্য কেবল পেতে পারো তাই। কাজেই পারতপক্ষে সমাধান দেখবে না।

১. নীচের কথাগুলো ফলনে (output) দেখানোর জন্য সিপিপিতে একটি ক্রমলেখ লিখো। দেখতে সুন্দর লাগার জন্য তোমার ক্রমলেখতে দরকার মতো ফাঁকা ফাঁকা দিবে আর সহজে বুঝার জন্য দরকার মতো টীকা (comment) লিখবে।

```
tomar boyosh noy bosor.
porigonona shikhte chao?
porigonona ki sohoj na!
```

ফিরিস্তি ২.৫: অণুপ্রেরণার ক্রমলেখ (Inspiring Programming)

```
#include <iostream> //  cout ব্যবহার করার জন্য
#include <cstdlib>  //  EXIT_SUCCESS এর জন্য

using namespace std;// প্রমিত নামাধার ব্যবহারের জন্য

int main()
{
  //  দরকারী কথাগুলো ফলনে দেখাও
  cout << "tomar boyosh noy bosor." << endl;
  cout << "porigonona shikhte chao?" << endl;
  cout << "porigonona ki sohoj na!" << endl;

  return EXIT_SUCCESS;  //  সফল সমাপ্তি
}
```

২. সিপিপিতে একটি ক্রমলেখ রচনা করো যেটি নীচের নকশার মতো নকশা তৈরী করে। খেয়াল করে দেখো নকশাটি বাংলা অঙ্ক ৪ এর মতো। তুমি চাইলে আরো নানান নকশা, নানান বর্ণ বা অঙ্ক নিজের মতো করে ভেবে নিয়ে সেইমতো নকশা তৈরী করতে পারো। যাইহোক দেখতে সুন্দর লাগার জন্য তোমার ক্রমলেখতে দরকার মতো ফাঁকা ফাঁকা দিবে আর সহজে বুঝার জন্য দরকার মতো টীকা (comment) লিখবে।

```
*****
*   *
* * *
*   *
*****
```

এই ক্রমলেখটি কিন্তু অনেক মজার তাই না। তুমি কি বর্ণমালার প্রতিটা বর্ণ আর ০-৯ দশটা অঙ্কের জন্যেই এরকম নকশা তৈরী করতে পারবে? রাস্তাঘাটে বা বিয়ে বাড়িতে অনেক সময় ছোট ছোট বাতি দিয়ে নানান কিছু লেখা হয়, আসলে এই নকশাগুলোর মতো করে নকশা বানিয়েই সেগুলো করা হয়। গণনিতে (computer) এর নজরির (monitor) পর্দায়ও

অনেক কিছু এভাবে দেখানো হয়। আসলে যে কোন ছবিই এরকম অসংখ্য বিন্দুর সমন্বয়ে তৈরী, কিছু বিন্দু জ্বালানো, কিছু বিন্দু নেভানো। যে বিন্দুগুলো জ্বালানো সেগুলো হলো * আর যেগুলো নেভানো সেগুলো ফাঁকা। তো চলো আমরা ক্রমলেখটি দেখি।

ফিরিস্তি ২.৬: নকশা আঁকার ক্রমলেখ (Program Drawing Designs)

```
#include <iostream> //  cout ব্যবহার করার জন্য
#include <cstdlib>  //  EXIT_SUCCESS এর জন্য

using namespace std;// প্রমিত নামাধার ব্যবহারের জন্য

int main()
{
  // দরকার মতো * ও ফাঁকা দিয়ে নকশা
  cout << "*****" << endl;
  cout << "*   *" << endl;
  cout << "* * *" << endl;
  cout << "*   *" << endl;
  cout << "*****" << endl;

  return EXIT_SUCCESS;  //  সফল সমাপ্তি
}
```

২.৬ গণনা পরিভাষা (Computing Terminologies)

- কাটাকাটি (octothorpe) #
- ক্রমলেখ (program)
- গণনি (computer)
- চাপনি (keyboard)
- চালানো (run)
- ছাড়ন দেয়া (indentation)
- জালপাতা (webpage)
- টিপনি (mouse)
- টীকা (comment)
- ত্রুটি (error)
- দির্তি (semicolon) ;
- নজরি (monitor)
- নামাধার (namespace)
- নির্দেশ (instruction)
- নির্বাহ (execution)
- নির্বাহযোগ্য (executable)
- পরামিতি (parameter)
- পরিচ্ছেদ (para)
- পুর্ব-প্রক্রিয়ক (preprocessor)
- পূর্ণক (integer)
- প্রমিত (standard)
- ফলন (output)

২.৬. গণনা পরিভাষা (Computing Terminologies)

- ফলন যন্ত্র (output device)
- বার্তা (message)
- বিপাতক (function)
- বিবৃতি (statement)
- মন্ত্র (software)
- মহল্লা (block)
- মহল্লা টীকা (block comment)
- মালা (string)
- যন্ত্রালয় (console)
- যোগান (input)
- শরীর (body)
- শির নথি (header file)
- সংকলক (compiler)
- সংকলন (compile)
- সংকলন কালীন (compile-time)
- সংকেত (code)
- সংখ্যা (number)
- সম্পাদনা (editor)
- সারি টীকা (line comment)

অধ্যায় ৩

চলক ও ধ্রুবক
(Variables and Constants)

চলকের (variable) মান (value) বদলানো যায় কিন্তু ধ্রুবকের (constant) মান বদলানো যায় না। ক্রমলেখতে উপাত্ত (data) সরাসরি (directly) না লিখে চলক বা ধ্রুবকের মাধ্যমে ব্যবহার করলে একরকমের পরোক্ষতা (indirection) তৈরী হয়। ফলে উপাত্ত ঠিক কতো সেটা না ভেবে উপাত্তটি কীসের আর তার প্রক্রিয়াকরণ কেমন সেটা ভেবে ক্রমলেখ তৈরী সহজ হয়ে যায়।

৩.১ চলকের ব্যবহার (Using Variables)

একটি আয়তের দৈর্ঘ্য ৫ মিটার, প্রস্থ ৩ মিটার। সিপিপি ভাষায় এইরূপ আয়তের ক্ষেত্রফল ও পরিসীমা বের করার ক্রমলেখ (program) রচনা করো। এই ক্রমলেখতে তোমাকে চলক (variable) ব্যবহার করতে হবে, সরাসরি সুত্র থেকে ফলন (output) দেয়া যাবে না।

আমরা আগে এই সমস্যার জন্য সংক্ষিপ্ত ক্রমলেখটা দেখি যেটাতে চলক ব্যবহার না করে একদম সরাসরি সুত্র ব্যবহার করে ক্ষেত্রফল ফলনে (output) দেখানো হবে। আমরা জানি দৈর্ঘ্য আর প্রস্থের গুণফল হল ক্ষেত্রফল আর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের যোগফলের দ্বিগুণ হলো পরিসীমা।

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

int main()
{
  cout << "khetrofol holo " << 5 * 3
       << " borgometer" << endl;
  cout << "porishima holo " << 2*(5+3)
       << " meter" << endl;

  return EXIT_SUCCESS;
}
```

৩.১. চলকের ব্যবহার (Using Variables)

উপরে আমরা যে ক্রমলেখ লিখলাম আমরা কিন্তু ওইটা চাই না। ওইখানে সংখ্যাগুলো সরাসরি সুত্রে বসিয়ে হিসাব করে ফলন (output) দেখানো হয়েছে। আমরা চাই ক্ষেত্রফল আর পরিসীমার সুত্রগুলো চলকের নাম দিয়ে লিখতে আর সুত্র লিখার আগে চলকগুলোর মান দিয়ে দিতে। চলক ব্যবহারের নানান সুবিধা আছে। যেমন একটি সুবিধা হলো সুত্রে চলকের নাম থাকায় সুত্র দেখেই সহজে বুঝা যায় কীসের সুত্র, যেমন নীচের ক্রমলেখ দেখো। আর একটি সুবিধা হলো কেউ যদি বলে ৫ না দৈর্ঘ্য হবে ৬, উপরের ক্রমলেখতে কিন্তু দুইখানে 5 বদলাইয়া 6 করতে হবে। ছোট একটা ক্রমলেখতেই যদি দুইখানে বদলাতে হয়, তাহলে বড় একটি ক্রমলেখয়ের কথা চিন্তা করো, সেটাতে আরো কত জায়গায় যে বদলাতে হবে ইয়ত্তা নাই। আমরা এ কারণে চলক ব্যবহার করবো।

ফিরিস্তি ৩.১: ক্রমলেখতে চলকের ব্যবহার (Variables in Programs)

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

int main()
{
  int doirgho;  // এই চলকে থাকবে বর্গের দৈর্ঘ্য।
  int prostho;  // এই চলকে থাকবে বর্গের প্রস্থ।
  int khetrofol;  // এই চলকে থাকবে বর্গের ক্ষেত্রফল।
  int porishima;  // এই চলকে থাকবে বর্গের পরিসীমা।

  doirgho = 5;  // দৈর্ঘ্যের এই মান বলে দেয়া আছে
  prostho = 3;  // প্রস্থের এই মান বলে দেয়া আছে।

  // ক্ষেত্রফল বের করার সুত্র হল দৈর্ঘ্য আর প্রস্থের গুণফল।
   khetrofol = doirgho * prostho;

  // পরিসীমা বের করার সুত্র হল দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের যোগফলের দ্বিগুন
  porishima = 2*(doirgho + prostho);

  // এবার ক্ষেত্রফল আর পরিসীমা ফলন দেয়া হবে
  cout<< "khetrofol holo " << khetrofol
      << " borgometer" << endl;
  cout << "porishima holo " << porishima
      << " meter" << endl;

  return EXIT_SUCCESS;
}
```

ফলন (output)

```
khetrofol holo 15 borgometer
porishima holo 16 meter
```

উপরের ক্রমলেখতে খেয়াল করো আমরা দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, ক্ষেত্রফল, আর পরিসীমার জন্য চারটা চলক নিয়েছি যাদের নাম হলো doirgho, prostho, khetrofol, porishima। তুমি কিন্তু চাইলে এই নামগুলো ইংরেজী শব্দেও দিতে পারতে যেমন length, width, area, perimeter। তুমি চাইলে আবার শব্দগুলোর প্রথম অক্ষর নিয়ে এক অক্ষরের নামও দিতে পারতে যেমন l, w, a, p। তবে আমরা সবসময় চাই এমন নাম দিতে যাতে নামগুলো দেখলেই বুঝা যায় ওই চলকটা কী কাজে ব্যবহার হবে। এক অক্ষরের নাম দিলে অনেক সময় বুঝা যায় কিন্তু একই অক্ষর দিয়ে যদি একাধিক চলকের নাম শুরু হয়, তাহলে মুশকিল হয়ে যায়। অনেকে আবার খালি x, y, z, অথবা a, b, c এই রকম নাম দেয়। ওই রকম নাম দিলে পরে ক্রমলেখ বুঝতে তোমার নিজের বা অন্য কেউ যে পড়বে তার খুবই সমস্যা হবে। সময় নষ্ট করে বের করতে হবে কোন চলক আসলে কী কাজে ব্যবহার করা হয়েছে। কাজেই সবসময় অর্থবোধক আর যথেষ্ট বড় নাম দিতে চেষ্টা করবে, যাতে নাম দেখেই তার উদ্দেশ্য বুঝা যায়। সিপিপিতে চলকের অর্থবোধক (semantic) ও গঠনসিদ্ধ (syntax) নাম দেয়ার বিষয়ে আমরা পরের কোন পাঠে বিস্তারিত আলোচনা করব।

এখন একটা বিষয় খেয়াল করো আমরা এখানে চলকগুলোর নামের আগে লিখেছি int যেটা আসলে integer এর সংক্ষিপ্ত। integer হল পূর্ণক বা পূর্ণ সংখ্যা। আমরা চলকের নামের আগে এই রকম int লিখে বুঝিয়েছি যে আমাদের এই চলকগুলোর মান হবে পূর্ণক, আমরা কোন ভগ্নাংশ ব্যবহার করবো না। তুমি যদি ভগ্নাংশ ব্যবহার করতে চাও তাহলে তোমাকে int এর বদলে float লিখতে হবে। float হল একরকমের ভগ্নাংশ। আমরা সেই আলোচনা পরে আরো বিস্তারিত করবো। তবে int এর বদলে float লিখলে আমাদের ক্রমলেখতে কিন্তু আর কোথাও কোন কিছু বদলাতে হবে না, ঠিক কাজ করবে। আমরা আপাতত int রেখেই এই পাঠের আলোচনা চালাই।

তো উপরের ক্রমলেখতে আমরা যখন লিখলাম int doirgho; এর মানে হলো doirgho নামের আমাদের একটা চলক আছে আর তার মান হবে পূর্ণক। এইযে int doirgho; লিখে এই বিষয়গুলো বুঝাইলাম এটাকে বলা হয় চলক ঘোষনা (variable declaration)। চলক ঘোষনা করলে তারপর থেকেই চলকটি পরবর্তী যেকোন বিবৃতিতে (statement) ব্যবহার করা যায়, কিন্তু ঘোষনা করার সাথে সাথে ওইখানে চলকের মান কত সেইটা কিন্তু আমরা জানিনা, সাধারনত চলকে তখন একটা উল্টাপাল্টা মান থাকে। এইটা নিয়ে আমরা পরে আরো আলোচনা করবো। এই ক্রমলেখতে আমরা দেখছি এর পরে doirgho = 5; লিখে অর্থাৎ = চিহ্ন ব্যবহার করে আমরা doirgho চলকের মান আরোপ (value assign) করেছি 5। সুতরাং এরপর থেকে doirgho চলকের মান হবে 5। একই ভাবে prostho চলকের মানও আমরা 3 আরোপ করেছি।

এবার খেয়াল করো, চলকের মান আরোপণ শেষ হলে আমরা ক্ষেত্রফল আর পরিসীমার সুত্রগুলো লিখেছি, সেখানে কিন্তু এবার মানগুলো সরাসরি লিখি নাই, তার বদলে চলকগুলো ব্যবহার করেছি। এইখানে হিসাব করার সময় চলকের যে মান থাকবে সেইটাই আসলে ব্যবহার হবে। উপরে যদি doirgho চলকের মান থাকে 5 তাহলে 5 ধরে হিসাব হবে, আর যদি পরে doirgho এর মান 5 এর বদলে 6 করে দেয়া হয়, তাহলে 6 ব্যবহার হবে। এই পরিবর্তন কেবল মান আরোপণের ওইখানে করলেই কাজ হয়ে যাবে, সারা ক্রমলেখতে করতে হবে না। তবে একটা গুরুত্বপূর্ণ বিষয় বলি এখানে doirgho আর prostho চলক দুটিতে মান আরোপণ কিন্তু ক্ষেত্রফল আর পরিসীমার সুত্রের ব্যবহারের আগেই করতে হবে। না করলে সংকলন করার সময় সতর্ক বার্তা (warning message) আসতে পারে, আর ক্রমলেখ চালানোর সময় উল্টোপাল্টা ফলও আসতে পারে।

সবশেষে খেয়াল করো ফলন (output) দেওয়া হয়েছে যেখানে সেখানে উদ্ধৃতি চিহ্ন "" এর ভিতরে যা আছে তা কিন্তু মালা (string)। কাজেই ওইটা কিন্তু ওইভাবেই ফলনে এসেছে এমনকি khetrofol কথাটাও হুবহু এসেছে যেটা কিনা চলকের নামের হুবহু একই রকম। কিন্তু "" উদ্ধৃতির বাইরে যখন khetrofol লেখা হয়েছে একই সারিতে পরের দিকে সেখানে কিন্তু আর khetrofol ফলনে আসে নি, এসেছে সেটাকে চলক ধরলে যে মান হওয়ার কথা সেই 15। কাজেই এটা মনে রাখবে যে চলকের নাম "" উদ্ধৃতির ভিতরে মালা আকারে থাকলে ওইটা আসলে চলকটাকে বুঝায়

না। নামটা যখন উদ্ধৃতির বাইরে থাকে তখন ওইটা একটা নাম হয়, এইক্ষেত্রে একটা চলকের নাম হয় আর ওইটার মান নিয়ে কাজ হয়। একই অবস্থা porishima এর ক্ষেত্রেও। উদ্ধৃতি চিহ্নের ভিতরে থাকা porishima কথাটি হুবহু ফলনে এসেছে কিন্তু উদ্ধৃতির বাইরে থাকা porishima কথাটির বদলে ওটিকে চলক ধরলে যে মান পাওয়া যাবে তা ফলনে এসেছে।

৩.২ ধ্রুবকের ব্যবহার (Using Constants)

একটি বৃত্তের ব্যাসার্ধ দেয়া আছে ৫ সেমি, বৃত্তটির ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের জন্য সিপিপিতে একটি ক্রম-লেখ (program) রচনা করো। তোমার ক্রমলেখতে তুমি ব্যাসার্ধের জন্য একটি পূর্ণক (integer) ব্যবহার করবে। আর ক্ষেত্রফলের জন্য প্রথমে পূর্ণক ব্যবহার করে দেখবে কী হয়, তারপর ভগ্নক (fraction) অর্থাৎ সচলবিন্দু সংখ্যা (floating-point number) বা float ব্যবহার করবে। তুমি তো জানো বৃত্তের ক্ষেত্রফল হিসাব করার জন্য আমাদের পাইয়ের মান লাগবে। আমরা ওইটা সরাসরি সংখ্যায় না দিয়ে একটা ধ্রুবক (constant) হিসাবে ব্যবহার করবো, কারণ পাইয়ের মান তো কখনো বদলাবে না, সব সময় ধ্রুবক থাকবে। পাইয়ের মান যেহেতু ভগ্নক আমাদের ধ্রুবকটি তাই হবে float ধ্রুবক। চলো আমরা এবার তাহলে ক্রমলেখটি দেখি।

ফিরিস্তি ৩.২: ক্রমলেখতে ধ্রুবকের ব্যবহার (Constants in Programs)

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

int main()
{
  int bashardho = 5;  // এটি বৃত্তের ব্যাসার্ধের জন্য চলক

  float const pai = 3.1415; // পাইয়ের মানের জন্য ধ্রুবক

  // নীচে আমরা বৃত্তের ক্ষেত্রফলের সূত্র লিখছি
  int khetrofol = pai * bashardho * bashardho;

  // এবার আমরা পর্দায় ফলন দেখাবো।
  cout << "britter khetrofol " << khetrofol
       << " borgo cm" << endl;

  return EXIT_SUCCESS;
}
```

ফলন (output)

```
britter khetrofol 78 borgo cm
```

তো হয়ে গেল আমাদের বৃত্তের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের ক্রমলেখ। এই রকম চলক (variable) আর ধ্রুবক (constant) ব্যবহার না করেই তুমি কিন্তু ক্রমলেখ লিখতে পারতে, তাই না! আমরা কিন্তু সেটা আগের পাঠে এটা আলোচনা করেছি। সেক্ষেত্রে main() বিপাতকের {} বন্ধনী দুটোর মধ্যে return EXIT_SUCCESS; এর আগে মাত্র এক সারিতে cout << "britter khetrofol " << 3.1415 * 5 * 5 << " borgo cm" << endl; লিখলেই আমাদের কাজ হয়ে যেতো। কিন্তু আমরা সেটা না করে কেন চলক ব্যবহার করছি সেটাও ওই একই পাঠে আলোচনা করেছি।

এবার আসি আমরা যে ক্রমলেখটি লিখলাম সেটার বিস্তারিত আলোচনায়। আমরা #include , using namespace, int main(), return ইত্যাদি সম্পর্কে ইত্যমধ্যে জেনেছি আগের পাঠ-গুলো থেকে, কাজেই আমাদের আলোচনা সীমাবদ্ধ থাকবে main() বিপাতকে আর যা যা লিখেছি সেই বিষয়গুলোতে। তো চলো আমরা এবার সারির পরে সারি ধরে আলোচনা করি।

উপরে যেমন বলা হয়েছে, সেই অনুযায়ী আমরা প্রথমে ব্যাসার্ধের জন্য একটা চলক নিয়েছি bashardho নামে যেটি হবে int ধরনের অর্থাৎ পূর্ণক বা পূর্ণ সংখ্যা। বৃত্তের ব্যাসার্ধ যদি তোমার ভগ্নক হয়, তুমি চাইলে int ব্যবহার না করে float ব্যবহার করতে পারো। আগের পাঠের সাথে এই পাঠে একটা বিষয় খেয়াল করো, আমরা কিন্তু ব্যাসার্ধ bashardho চলকের মান আলাদা সারিতে না দিয়ে যেখানে চলক ঘোষনা (variable declare) করেছি সেখানেই = চিহ্ন দিয়ে মান আরোপ করেছি অর্থাৎ bashardho এর মান সরাসরি 5 হয়ে গেছে। এটাকে বলা হয় চলকের আদি মান আরোপণ (initial value assignment)। এটা করার দুটো সুবিধা: একটা হলো আমাদের দুইটা আলাদা সারিতে দুইবার লিখতে হলো না, আরেকটা হলো চলকে উল্টাপাল্টা মান থাকার কারণে ক্রমলেখয়ে ভুল হিসাব করার সম্ভাবনা কমে গেল। জেনে রাখো চলক ঘোষনার সাথে সাথে কোন মান না দিয়ে না দিলেও ওখানে উল্টা পাল্টা একটা মান থাকে, কী মান থাকবে আমরা কিন্তু কোন ভাবেই আগে থেকে সেটা জানিনা, পুরাই উল্টাপাল্টা একটা মান হতে পারে সেটা। আর ভুলক্রমে ওই চলকে যদি পরে আর মান আরোপ (assign) করা না হয়, অথবা যদি আরোপ করার আগেই অন্য কোন হিসাবে চলকটি ব্যবহার করা হয়, তাহলে সঙ্গত কারণেই উল্টাপাল্টা মানটি কাজে লাগিয়ে একটা উল্টাপাল্টা ফলাফল আসবে, যেটা আমরা কখনোই চাই না।

ব্যাসার্ধের জন্য চলক নেয়ার পরে আমরা পাইয়ের মান রাখার জন্য একটি float const ধরনের ধ্রুবক নেবো যার নাম pai। পাইয়ের মান যেহেতু ভগ্ন সংখ্যা আমাদের তাই float নিতে হবে, আর পাইয়ের মান যেহেতু সব সময় ধ্রুবক তাই আমরা float এর পরে const লিখে দিতে চাই। তুমি যদি const না লিখো তাহলে কিন্তু এটা একটা চলকের মতো কাজ করবে।

```
int cholok = 15;  // একটা চলক ঘোষনা করে যার মান দিলাম 15
int const dhrubok = 20; // একটা ধ্রুবক ঘোষনা করলাম মান 20

// এখন পর্যন্ত চলক cholok এর মান 15, নীচে নতুন মান দেবো 23
// আবার মান আরোপ না করা পর্যন্ত cholok এর মান থাকবে 23

cholok = 23;     // এটা করা যাবে

// এখন পর্যন্ত ধ্রুবক dhrubok এর মান 20, নীচে নতুন মান দেবো 25
// কিন্তু ক্রমলেখ সংকলন (compile) করার সময় আমরা ত্রুটিবার্তা পাবো।
// cpp.sh দিয়ে সংকলন করলে ত্রুটিবার্তাটি নিম্নরূপ হতে পারে
// error: assignment of read-only variable 'dhrubok'

dhrubok = 25;    // এটা করা যাবে না, ত্রুটি বার্তা আসবে
```

উপরের ক্রমলেখ লক্ষ্য করো। চলক আর ধ্রুবকের মধ্যে তফাৎ হলো চলকের (variable) মান ঘোষনার সময় একবার আরোপ করা যায়, আর তারপরেও যতবার ইচ্ছা ততবার নতুন নতুন মান আরোপ (assign) করা যায়। কিন্তু ধ্রুবকে (constant) একটা মান কেবল ঘোষনা করার সময় বলে দেওয়া যায়, ক্রমলেখতে পরে আর কোথাও ওই ধ্রুবকের মান বদলে নতুন মান আরোপ (assign) করা যায় না। যদি করো তাহলে সংকলক (compiler) ত্রুটি বার্তা (error message) দেখাবে। তো আমরা যেহেতু জানি যে পাইয়ের মান সবসময় ধ্রুবক, এটার মান আমাদের কখনো বদল হবে না, আমরা তাই এটাকে চলক হিসাবে ঘোষনা না করে ধ্রুবক হিসাবে ঘোষনা করবো।

আশা করা যায় চলক আর ধ্রুবকের পার্থক্য পরিস্কার হয়েছে। এবার দেখো আমাদের বৃত্তের ক্ষেত্রফলের ক্রমলেখতে আমরা ক্ষেত্রফলের জন্য khetrofol নামে একটা চলক নিয়েছি, যার প্রকরণ হল int বা পূর্ণক. যদিও আমরা জানি পাইয়ের মান ভগ্নক হওয়ার কারণে আমাদের ফলাফল আসলে একটি ভগ্নক হবে। এইটা আমরা মুলত পরীক্ষামুলক করছি। তো int নেয়ার কারণে আমরা আমাদের ক্রমলেখয়ের ফলন দেখতে পাবো 78 আসলে হওয়ার কথা 78.5375। এইটা কেন হলো কারণ হলো প্রথমে 78.5375 ঠিক মতো ভিতরে ভিতরে হিসাব হয়ে যাবে, কিন্তু যখন khetrofol চলকের মধ্যে মানটা আরোপ (assign) হবে তখন যেহেতু পূর্ণ সংখ্যা বলে ভগ্নাংশটুকু ঢুকানো যাবে না, তাই ওইটা বাদ পরে যাবে (truncation)। আর মান যেটা আরোপ হবে সেটা হলো বাঁকী পূর্ণাংশটুকু বা 78। তো ভগ্নাংশ সহ সঠিক ক্ষেত্রফল পাওয়ার জন্য khetrofol এর সামনে int না লিখে float লিখে দাও তাহলে দেখবে ঠিক ঠিক 78.5375 ই ফলন হিসাবে চলে আসবে।

উপরের আলোচনায় আমরা তিনটা ব্যাপার শিখলাম: ১) আমরা চলক (variable) না ধ্রুবক (constant) ব্যবহার করবো সেটা; তারপর ২) ঘোষনা করার সাথে সাথে একটা আদি মান দিয়ে দেয়া যাকে বলা হয় আদি মান আরোপণ (initial assignment), আর ৩) কোন চলক বা ধ্রুবকের প্রকরণ কেমন হবে, int না float হবে, পূর্ণক না ভগ্নক হবে সেটা আগে থেকে ধারনা করতে পারতে হবে, আর সেই অনুযায়ী চলক বা ধ্রুবকের প্রকার বলে দিতে হবে, না হলে সঠিক ফলাফল নাও পাওয়া যেতে পারে, যেমন 78.5375 এর বদলে 78 পাওয়া যেতে পারে।

৩.৩ চলক ঘোষনা (Variable Declarations)

এই পাঠে সিপিপিতে একাধিক চলক (variable) আমরা কী ভাবে সহজে ঘোষনা (declaration) করতে পারি তা আলোচনা করবো। আমরা আগে দেখেছি প্রতিটি চলক আলাদা আলাদা করে, এমনকি আলাদা আলাদা সারিতে ঘোষনা করতে। তো সুবিধার জন্য আমরা চাইলে একাধিক চলক এক সারিতেই একটা বিবৃতিতেই ঘোষনা করতে পারি, যদি তাদের সকলের উপাত্ত প্রকরণ (data type) একই হয়, যেমন ওই চলকগুলোর সবই যদি int ধরনের হয় অথবা float ধরনের হয়। উদাহরণ দিয়ে ব্যাপারগুলো পরিস্কার করা যাক। ধরো doirgho, prostho, porishima নামে আমরা তিনটি চলক নিলাম, তিনটা চলকের প্রকরণই int অর্থাৎ পূর্ণক বা পূর্ণসংখ্যা।

```
int doirgho;  // দৈর্ঘ্যের জন্য চলক যা int ধরনের অর্থাৎ পূর্ণক
int prostho;  // প্রস্থের জন্য চলক যা int ধরনের অর্থাৎ পূর্ণক
int porishima;  // পরিসীমার জন্য চলক যা int ধরনের অর্থাৎ পূর্ণক
```

উপরের তিনটি চলকই যেহেতু int ধরনের, কাজেই আমরা ওই তিনটি চলককে চাইলে একটি বিবৃতিতেই (statement) ঘোষনা করতে পারি। সেক্ষেত্রে আমাদের int একবার লিখতে হবে, আর চলকগুলোর নাম একটার পর একটা বির্তি , (comma) দিয়ে লিখতে হবে।

```
int doirgho, prostho, porishima;// সবগুলোই int ধরনের
```

এবার আর একটি উদাহরণ দেখি, যেখানে বৃত্তের ব্যাসার্ধ আর ক্ষেত্রফল বের করতে হবে। তো ব্যাসার্ধ যদি int ধরনের বা পূর্ণক হয় আর ক্ষেত্রফল তো float ধরনের বা ভগ্নক হবেই। কাজেই আমরা এ দুটোকে একটা বিবৃতি (statement) দিয়ে ঘোষনা করতে পারবো না।

```
int bashardho;     // ব্যাসার্ধের জন্য চলক int ধরনের।
float khetrofol;   // ক্ষেত্রফলের জন্য চলক float ধরনের
```

কিন্তু যদি porishima এর মতো bashardho টাও float বা ভগ্নক ধরনের হতো তাহলে আমরা এক বিবৃতি দিয়েই দুটোকে এক সাথে ঘোষনা করতে পারতাম।

```
float bashardho, khetrofol; // ব্যাসার্ধ ও ক্ষেত্রফলের চলক
```

তাহলে একটা ক্রমলেখতেই (program) যদি আমরা আয়তের পরিসীমা আর বৃত্তের ক্ষেত্রফল বের করতে চাই, আমরা দরকারী সবগুলো চলক নীচের মতো করে ঘোষনা করতে পারি, যেখানে int চলকগুলো একটা বিবৃতিতে (statement) থাকবে আর float চলকগুলো আলাদা আরেকটা বিবৃতিতে থাকবে। মনে রেখো আমরা কিন্তু এই পাঁচটি চলকের প্রত্যেককে আলাদা আলাদা বিবৃতিতে লিখতেই পারতাম। এখানে আমরা সেটা না করা নিয়েই আলোচনা করছি।

```
int doirgho, prostho, porishima;  // দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, পরিসীমা
float bashardho, khetrofol; // ব্যাসার্ধ ও ক্ষেত্রফল
```

৩.৪ আদিমান আরোপণ (Initial Assignment)

আগের পাঠে আমরা একাধিক চলক (variable) ঘোষনা (declaration) নিয়ে আলোচনা করেছি। এখন আমরা এদের আদি মান (initial value) আরোপ (assign) করার দিকে নজর দেই। আদিমান হল প্রথমবারের মতো যে মান দিয়ে দেওয়া হয় সেই মানটি। ঘোষনা দেয়ার পরে চলকে আলাদা করে আদি মান আরোপ করতে চাইলে আমরা নীচের মতো করে করবো।

```
doirgho = 6;
prostho = 3;
bashardho = 5;
```

অথবা চাইলে এক বিবৃতিতে এক সাথেও করা সম্ভব, বির্তি , (comma) দিয়ে।

```
doirgho = 6, prostho = 3, bashardho = 5;
```

আমরা কিন্তু চাইলে আদিমানগুলো নীচের মতো ঘোষনার সাথে সাথেই দিতে পারতাম।

```
int doirgho = 6, prostho = 3, porishima;
float bashardho = 5, khetrofol;
```

ঘোষনার সাথে সাথে চলকের আদিমান দিলে ক্রমলেখয়ের (program) দক্ষতা অল্প একটু বাড়তে পারে। কারণ ঘোষনার সাথে সাথে আদিমান না দিলেও একটা উল্টাপাল্টা মান তো ভিতরে ভিতরে দেয়াই হয়, পরে যখন আমরা আবার মান দেই, তখন আরেকবার দেওয়া হলো, প্রথমবারেই দেওয়া হলো না। আর ঘোষনার সাথে সাথে আদিমান দিলে, একদম প্রথমবারেই মানটি চলকে দেওয়া হয়ে গেলো। ধ্রুবকের ক্ষেত্রে কিন্তু আদি ও একমাত্র মান ঘোষনার সাথে সাথেই দিতে হবে, পরে দেয়ার কোন সুযোগ নাই, সংকলক (compiler) ত্রুটি বার্তা দেখাবে।

কোন চলক ঘোষনার সাথে সাথে তাতে কোন আদিমান না দিলেও যে উল্টাপাল্টা মান থাকে সেটা কত তা যদি জানতো চাও তবে পরীক্ষা করে দেখতে পারো। ধরো তোমার চলক doirgho। এখন ঘোষনার পরেই cout << "doirgho holo " << doirgho << endl; লিখে ক্রম-লেখ সংকলন (compile) করে চালিয়ে (run) দেখতে পারো। কিন্তু মনে রাখবে প্রতিবার চালালে যে একই মান আসবে তার কোন নিশ্চয়তা নাই, যদি আসে সেটা নেহায়েত কাকতাল।

আমরা আগেই জানি বৃত্তের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের জন্য আমাদের পাইয়ের মান দরকার হবে, যেটি একটি ধ্রুবক (constant) আর পাইয়ের মান আসলেই ভগ্নক বা float। কিন্তু float হওয়া সত্ত্বেও আমরা কিন্তু পাইয়ের জন্য pai নামক চলকটিকে bashardho আর khetrofol এর সাথে একই বিবৃতিতে ঘোষনা করতে পারবো না। কারণ bashardho ও khetrofol হল চলক (variable) যাদের মান পরে যতবার ইচ্ছা বদলানো যাবে আর pai হল ধ্রুবক (constant) যার মান একবার দেওয়ার পরে আর বদলানো যাবে না। পাইয়ের মান তাই আলাদা করে ঘোষনা করতে হবে।

```
int doirgho = 6, prostho = 3, porishima;
float bashardho = 5, khetrofol;
float const pai = 3.1415; // পাইয়ের মানের জন্য ধ্রুবক
```

আমাদের যদি একাধিক float constant থাকে সেগুলোকে আবার এক বিবৃতিতেই ঘো-ষনা করতে পারবো, যেমন পাই আর জি এর মান ঘোষনা করছি নীচে। তোমরা জানো জি হল মাধ্যাকর্ষনের ত্বরণের মান, যা নির্দিষ্ট স্থানে মোটামুটি একটা ধ্রুবক।

```
float const pai = 3.1415, g = 9.81;
```

পরিসীমা আর ক্ষেত্রফলের জন্য আমাদের সূত্র লিখতে হবে, সেগুলোকে বির্তি , (comma) দিয়েই এক বিবৃতিতে লেখা সম্ভব, যেমন নীচে লিখলাম।

```
int doirgho = 6, prostho = 3
int porishima = doirgho * prostho;
float bashardho = 5;
float khetrofol = pai * bashardho * bashardho;
float const pai = 3.1415;
```

উপরে যা লিখলাম তাতে কিন্তু একটা ত্রুটি আছে, সংকলন (compile) করতে গেলেই ত্রুটি ধরা পড়বে। ত্রুটিটি হল আমরা pai ঘোষনা করেছি পঞ্চম বিবৃতিতে, কিন্তু pai ব্যবহার করেছি চতুর্থ বিবৃতিতে khetrofol এর সুত্র লিখতে গিয়েই। কোন চলক ঘোষনা করার আগে সেটা ব্যবহার করা যাবে না, সংকলক যখন চলে (run) তখন সে একে একে বিবৃতিগুলো উপর থেকে নীচে আর বামে থেকে ডানে পড়তে থাকে। তো কোন চলক বা ধ্রুবক ঘোষনার আগেই যদি তাদের ব্যবহারটা পড়ে ফেলে যেমন pai, তাহলে সে বুঝতে পারবে না pai টা কী জিনিস, এইটা কি চলক নাকি ধ্রুবক, এটা কি int ধরনের নাকি float ধরনের। আমাদের তাই ঘোষনা অবশ্যই আগে করতে হবে, ব্যবহার করতে হবে পরে। তো চলো নীচে আমরা ঠিক করে পাইয়ের ঘোষণা আগে লিখি।

```
int doirgho = 6, prostho = 3;
int porishima = doirgho * prostho;
float const pai = 3.1415; // ঘোষনা আগে করা হলো
float bashardho = 5;
float khetrofol = pai * bashardho * bashardho;
```

লক্ষ্য করো doirgho, prostho, bashardho এর জন্য কিন্তু উপরের ওই ত্রুটি ঘটে নি, কারন সুত্রে ব্যবহারের আগেই তো ওগুলো ঘোষনা হয়েছে, যদিও একই সারিতে কিন্তু বামের বিষয়গুলো যেহেতু ডানেরগুলোর থেকে আগে, তাই ঘোষনা আগেই হয়েছে। আমরা অবশ্য উপরের মতো করে সুত্রও একই বিবৃতিতে না দিতে বলবো। তাতে পড়ারও সুবিধা হয়, আবার আগে লিখবো না পরে লিখবো সেই সমস্যাও দুর হয়। তাহলে পুরো ব্যাপারটি দাঁড়াচ্ছে নীচের মতো:

```
int doirgho = 6, prostho = 3, porishima;
float const pai = 3.1415;
float bashardho = 5, khetrofol;

porishima = doirgho * prostho;
khetrofol = pai * bashardho * bashardho;
```

৩.৫ অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

ধারণাগত প্রশ্ন: নীচে কিছু ধারণাগত প্রশ্ন রয়েছে। প্রশ্নগুলোর উত্তর নিজে নিজে বের করবে।

১. ক্রমলেখতে (program) চলক ও ধ্রুবক কেন ব্যবহার করা হয়? কারণগুলো উল্লেখ করো।

২. ক্রমলেখতে (program) চলক ঘোষনা বলতে কী বুঝ, যথাযথ উদাহরণ দিয়ে দেখাও।

৩. চলকে (variable) মান আরোপণ (value assign) বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা করো।

৪. কখন তুমি চলক (variable) ব্যবহার না করে ধ্রুবক (constant) ব্যবহার করবে?

৫. সিপিপিতে কী ভাবে চলক ও ধ্রুবক ঘোষনা করতে হয়। যথাযথ উদাহরণ দিয়ে দেখাও।

৬. সিপিপিতে কী ভাবে পূর্ণক ও ভগ্নক ধরনের চলক ঘোষনা করতে হয় উদাহরণ দিয়ে দেখাও।

৭. সিপিপিতে এক সারিতে কখন একাধিক চলক ঘোষনা করা যায়? উদাহরণ দিয়ে দেখাও।

৮. চলকে (variable) আদিমান আরোপণ (initial value assignment) কী?

৯. চলকে (variable) আদিমান আরোপণ না করলে সম্ভাব্য কী ফলাফল ঘটতে পারে?

১০. ধ্রুবকে (constant) কেন আদিমান আরোপ করতে হয়, কিন্তু পরে আরোপ করা যায় না?

১১. ফলাফল ভগ্নক (float) কিন্তু int ধরনের পূর্ণক চলকে আরোপ করলে কী ঘটে?

পরিগণনার সমস্যা: নীচে আমরা কিছু পরিগণনার সমস্যা দেখবো। এই সমস্যাগুলো আগে ধৈর্য্য ধরে নিজে নিজে সমাধান করতে চেষ্টা করবে। যখন একেবারেই পারছো না বলে মনে হয় তখনই কেবল সমাধান দেখে নিতে পারো। সমাধানগুলো পরিগণনার প্রশ্নগুলোর শেষে আছে।

১. এমন একটি ক্রমলেখ রচনা করো যেটি দুটি পূর্ণক int ধরনের, আর একটি ভগ্নক float ধরনের চলক ঘোষনা করে। ক্রমলেখটি তারপর চলক তিনটির মান যথাক্রমে $10, 15, 12.6$ আরোপণ করে। পরিশেষে ক্রমলেখটি চলকগুলোর মান পর্দায় দেখায়।

২. ধরো দুটো পূর্ণ সংখ্যা 89 আর 56। এই দুটিকে তুমি দুটো চলকে নিবে, আর তারপর দুইটি চলকে তাদের যোগফল, বিয়োগফল নির্ণয় করবে। সবশেষে সবগুলো চলকের মান ফলনে দেখাবে। সব মিলিয়ে একটি ক্রমলেখ রচনা করো।

৩. যদি তাপমাত্রা সেলসিয়াসে c ডিগ্রী হয় আর ফারেনহাইটে হয় f ডিগ্রী, তাহলে আমরা সুত্র লিখতে পারি $f = 9c/5+32$। ধরো তাপমাত্রা 30 ডিগ্রী সেলসিয়াস, তাহলে ফারেনহাইটে এটি কত হবে? তোমার ক্রমলেখতে তুমি ভগ্নক float ধরনের চলক ব্যবহার করবে।

৪. যদি তাপমাত্রা ফারেনহাইটে হয় f ডিগ্রী আর সেলসিয়াসে হয় c ডিগ্রী, তাহলে আমরা সুত্র লিখতে পারি $c = 5(f - 32)/9$। ধরো তাপমাত্রা 76 ডিগ্রী ফারেনহাইট, তাহলে সেলসিয়াসে এটি কত হবে? তোমার ক্রমলেখতে তুমি ভগ্নক float ধরনের চলক ব্যবহার করবে।

৫. ধরো একটা কাজ করতে তোমার 7 ঘন্টা 15 মিনিট 39 সেকেন্ড লেগেছে। এই সময়কে সেকেন্ডে রূপান্তর করো। তোমার ক্রমলেখতে তুমি 60 সেকেন্ডে এক মিনিট আর 60 মিনিটে এক ঘন্টা এই দুটি বিষয় বুঝানোর জন্য দুটো ধ্রুবক ব্যবহার করবে।

পরিগণনা সমাধান: এবার আমরা পরিগণনার সমস্যাগুলোর সমাধান দেখবো। মনে রাখবে সমাধানগুলো দেয়া হয়েছে তুমি যদি একান্তই নিজে নিজে করতে পারছোনা বলে মনে হয়, তখন কেবল একটু সাহায্য যাতে পেতে পারো তাই। কাজেই পারতপক্ষে সমাধান দেখবে না।

১. এমন একটি ক্রমলেখ রচনা করো যেটি দুটি পূর্ণক int ধরনের, আর একটি ভগ্নক float ধরনের চলক ঘোষনা করে। ক্রমলেখটি তারপর চলক তিনটির মান যথাক্রমে 10, 15, 12.6 আরোপণ করে। পরিশেষে ক্রমলেখটি চলকগুলোর মান পর্দায় দেখায়।

ফিরিস্তি ৩.৩: চলক ঘোষনার ক্রমলেখ (Program Declaring Variables)

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

int main()
{
  int purnok1, purnok2; //  পূর্ণক দুটি এক সাথে ঘোষনা
  float vognok;     //  ভগ্নকটি আলাদা ঘোষনা

  purnok1 = 10, purnok2 = 15; //  পূর্ণকে মান আরোপণ
  vognok = 12.6;          //  ভগ্নকে মান আরোপণ

  cout << "purnok duti ";   // এখানে endl দেই নাই
  cout << purnok1 << " " << purnok2 << endl;
  cout << "vognok holo " << vognok << endl;

  return EXIT_SUCCESS;  //  সফল সমাপ্তি
}
```

ফলন (output)

```
purnok duti 10 15
vognok holo 12.6
```

২. ধরো দুটো পূর্ণ সংখ্যা 89 আর 56। এই দুটিকে তুমি দুটো চলকে নিবে, আর তারপর দুইটি চলকে তাদের যোগফল, বিয়োগফল নির্ণয় করবে। সবশেষে সবগুলো চলকের মান ফলনে দেখাবে। সব মিলিয়ে একটি ক্রমলেখ রচনা করো।

আমরা এই ক্রমলেখতে কেবল দরকারী অংশটুকু দেখাচ্ছি। ধরে নিচ্ছি যে তুমি দরকারী শির নথি (header) অন্তর্ভুক্ত করা, নামাধার std ব্যবহার, main বিপাতক লেখা ও মান ফেরত দেয়া ইত্যমধ্যে ভালো করে শিখে ফেলেছো। তো তুমি যদি সত্যি নীচের লেখা ক্রমলেখাংশ সংকলন করে চালাতে চাও, তোমাকে কিন্তু আগে include, namespace, main, return ওইগুলো লিখে নিতে হবে, তারপর main বিপাতকের ভিতরে return এর আগে তুমি আমাদের নীচের অংশগুলো লিখে নিবে। তারপর সংকলন করে ক্রমলেখ চালাবে।

ফিরিস্তি ৩.৪: পাটিগণিতের অণুক্রিয়ার ক্রমলেখ (Arithmetic Program)

```
int prothom = 89, ditiyo = 56;

int jogfol = prothom + ditiyo;
int biyogfol = prothom - ditiyo;

cout << "prothom holo " << prothom;
cout << " ditiyo holo " << ditiyo;
cout << endl;

cout << "jogfol holo " << jogfol;
cout << " biyogfol holo " << biyogfol;
cout << endl;
```

৩. যদি তাপমাত্রা সেলসিয়াসে c ডিগ্রী হয় আর ফারেনহাইটে হয় f ডিগ্রী, তাহলে আমরা সুত্র লিখতে পারি $f = 9c/5+32$। ধরো তাপমাত্রা 30 ডিগ্রী সেলসিয়াস, তাহলে ফারেনহাইটে এটি কত হবে? তোমার ক্রমলেখতে তুমি ভগ্নক float ধরনের চলক ব্যবহার করবে।

ধরে নিচ্ছি প্রথম সমস্যার সমাধান দেখে তুমি ক্রমলেখয়ের কাঠামো দাঁড় করতে পারবে।

ফিরিস্তি ৩.৫: সেলসিয়াস থেকে ফারেনহাইটে রূপান্তর (Celcius to Fahrenheit)

```
float c = 30, f = 9 * c / 5 + 32;
```

৪. যদি তাপমাত্রা ফারেনহাইটে হয় f ডিগ্রী আর সেলসিয়াসে হয় c ডিগ্রী, তাহলে আমরা সুত্র লিখতে পারি $c = 5(f - 32)/9$। ধরো তাপমাত্রা 76 ডিগ্রী ফারেনহাইট, তাহলে সেলসিয়াসে এটি কত হবে? তোমার ক্রমলেখতে তুমি ভগ্নক $float$ ধরনের চলক ব্যবহার করবে।

ধরে নিচ্ছি প্রথম সমস্যার সমাধান দেখে তুমি ক্রমলেখয়ের কাঠামো দাঁড় করতে পারবে।

ফিরিস্তি ৩.৬: ফারেনহাইট থেকে সেলসিয়াসে রূপান্তর (Fahrenheit to Celcius)

```
float f = 76, c = 5*(f - 32) / 9;
```

৫. ধরো একটা কাজ করতে তোমার ৭ ঘন্টা ১৫ মিনিট ৩৯ সেকেন্ড লেগেছে। এই সময়কে সেকেন্ডে রূপান্তর করো। তোমার ক্রমলেখতে তুমি ৬০ সেকেন্ডে এক মিনিট আর ৬০ মিনিটে এক ঘন্টা এই দুটি বিষয় বুঝানোর জন্য দুটো ধ্রুবক ব্যবহার করবে।

ধরে নিচ্ছি প্রথম সমস্যার সমাধান দেখে তুমি ক্রমলেখয়ের কাঠামো দাঁড় করতে পারবে।

ফিরিস্তি ৩.৭: সময়কে সেকেন্ডে রূপান্তর (Convert Time to Seconds)

```
int ghonta = 7, minit = 15, sekend = 39;
int const ghontaiMinit = 60, miniteSekend = 60;

int motMin = ghonta * ghontaiMinit + minit;
int motSek = motMin * miniteSekend + sekend;
```

৩.৬ গণনা পরিভাষা (Computing Terminologies)

- আদি মান (initial value)
- আরোপণ (assign)
- ঘোষনা (declaration)
- চলক (variable)
- ধ্রুবক (constant)
- ভগ্নক (fraction)
- মান (value)
- মান আরোপণ (value assign)
- সচলবিন্দু (floating-point)
- চলক ঘোষণা (var declaration)

অধ্যায় ৪

শনাক্তকের নামকরণ (Naming Identifiers)

নামে কী আসে যায় কর্মে পরিচয়। আপনার কাজই নির্ধারণ করে দেবে আপনার পরিচয়। আপনার নাম পরিচয় হবে আপনার কাজের কারণেই। ক্রমলেখ (program) লিখতে গিয়ে আমরা তাই চলক (variable), ধ্রুবক (constant), বিপাতক (function) সহ যে কোন কিছুর নাম দেই তাদের কী কাজে লাগানো হবে সেটা মাথায় রেখে।

৪.১ সুগঠিত নাম (Well-formed Names)

সিপিপিতে চলক ও ধ্রুবকের ব্যবহার তুমি ইত্যমধ্যে শিখে ফেলেছো। আর চলকের নাম কী রকম দিতে হবে সেটাও আগে একটু জেনেছো। এখন আমরা বিস্তারিত ভাবে শিখব সিপিপিতে কী ভাবে চলক বা ধ্রুবকের নাম দিতে হয়, বিশেষ করে নামের গঠনরীতি (syntax) কেমন অর্থাৎ নামে কী রকম অক্ষর থাকতে পারবে অথবা পারবে না। আমরা আপাতত কেবল main বিপাতক (function) নিয়ে কাজ করছি। কিন্তু ভবিষ্যতে আমরা যখন নিজেদের জন্য নানান বিপাতক তৈরী করবো, তখন বিপাতকের নামকরণের জন্যেও চলক বা ধ্রুবকের নাম তৈরীর নিয়মগুলোই কাজে লাগবে। চলক বা ধ্রুবক বা বিপাতক যাইহোক নাম কে বলা হয় শনাক্তক (identifier)।

সিপিপিতে কোন শনাক্তকের (identifier) নামে কেবল ১) ইংরেজী বর্ণমালার বড় হাতের অক্ষর A-Z, ২) ইংরেজী বর্ণমালার ছোট হাতের অক্ষর a-z, ৩) ইংরেজী অংক 0-9 আর ৪) নিম্নদাগ (underscore) _ থাকতে পারবে। তবে শনাক্তকের নামের প্রথম অক্ষর আবার অংক 0-9 হতে পারবে না, প্রথম অক্ষর ছাড়া অন্য যে কোন অক্ষর হিসাবে অংকগুলো ব্যবহার করা যাবে। সুতরাং বোঝাই যাচ্ছে প্রথম অক্ষর যে কোন বর্ণ A-Z বা a-z অথবা নিম্নদাগ (underscore) _ হতে পারবে। আর তারপরের যে কোন অক্ষর বর্ণ বা অংক বা নিম্নদাগ হতে পারবে। সিপিপিতে শনাক্তকের নামের দৈর্ঘ্য নিয়ে কোন বিধিনিষেধ নেই তবে ক্রমলেখ (program) সংকলনে (compile) কী সংকলক ব্যবহার করা হচ্ছে তার ওপর এটা নির্ভর করতে পারে। cpp.sh দিয়ে সংকলন করলে কোন বিধি নিষেধ নেই, মাইক্রোসফট c++ দিয়ে সংকলন করলে ২০৪৮ অক্ষর পর্যন্ত হতে পারে। যাইহোক আমরা এখানে গঠনরীতি অনুযায়ী বৈধ ও অবৈধ কিছু নাম দেখবো।

অবৈধনাম	কারণ
12	নামের সবগুলোর অক্ষর অংক হতে পারবে না
12cholok	নামের প্রথম অক্ষর অংক হতে পারবে না
amar cholok	নামের মাঝখানে কোন ফাঁকা (space) থাকতে পারবে না
ama;cho+k	বর্ণ, অংক, নিম্নদাগ ছাড়া অন্য কোন প্রতীক থাকতে পারবে না

ক্রমলেখতে (program) অবৈধনাম ব্যবহার করলে কী হয়? করে দেখো কী হয়! সংকলক (compiler) ত্রুটিবার্তা (error message) দিবে, আর তোমাকে নামটি ঠিক করতে হবে। তাহলে এখন থেকে তোমার ক্রমলেখতে নাম দেওয়ার সময় নামের এই গঠনরীতি গুলো মেনে চলবে।

বৈধনাম	কারণ
p	একটাই অক্ষর সেটি ছোট হাতের বর্ণ
P	একটাই অক্ষর সেট বড় হাতের বর্ণ
abc	তিনটা অক্ষর সব ছোট হাতের বর্ণ
ABC	তিনটা অক্ষর সব বড় হাতের বর্ণ
Abc	তিনটা অক্ষর ছোটহাতের বড়হাতের মিশানো
bAc	তিনটা অক্ষর ছোটহাতের বড়হাতের মিশানো
a1bc	তিনটা ছোটহাতের অক্ষর ও একটা অংক, অংকটি শুরুতে নয়
a1Bc	তিনটা ছোটবড় হাতের অক্ষর ও একটা অংক যেটি শুরুতে নয়
a_bc	তিনটা ছোটহাতের অক্ষর ও একটি নিম্নদাগ
_abc	তিনটা ছোট হাতের অক্ষর ও তিনটি নিম্নদাগ
_A_b_c	তিনটা ছোটবড় হাতের অক্ষর ও তিনটি নিম্নদাগ
amar_cholok	ছোটহাতের অক্ষর ও নিম্নদাগ, নামটি অধিক বোধগম্য
_amar_Cholok	ছোটবড় হাতের অক্ষর ও নিম্নদাগ, অধিক বোধগম্য
_amarCholok123	ছোটবড় হাতের অক্ষর, নিম্নদাগ, ও অংক যেটি শুরুতে নয়
amar125cholok	ছোটহাতের অক্ষর ও অংক, অংকটি শুরুতে নয়।

৪.২ অর্থবোধক নাম (Meaningful Names)

সিপিপিতে শনাক্তকের (identifier) নাম কেমন হতে পারে আর কেমন হতে পারে না, আমরা তা আগের পাঠে দেখেছি। এই পাঠে আমরা দেখবো নামের অর্থবোধকতা (semantic)। আমরা যখন কোন নাম দেবো, তখন নামটি অবশ্যই অর্থবহ হওয়া চাই। আমরা আগের একটি পাঠে অল্প একটু আলোচনা করেছি নামের অর্থবোধকতা নিয়ে। এখন আরো বিস্তারিত আলোচনা করছি নামগুলো কেমন হলে ভালো হয় সে সম্পর্কে। চলক (variable) বা ধ্রুবক (constant) বা বিপাতকের (function) নাম সবসময় তার কাজ ও ব্যবহারের দিকে খেয়াল রেখে অর্থবোধক হওয়া উচিৎ। অর্থবোধক না হলে ক্রমলেখ (program) বোঝা আমাদের জন্য কঠিন হয়ে যায়।

অনেকে অতিরিক্ত আগ্রহে যত্রতত্র নিজের নামে বা প্রিয় কারো নামে শনাক্তকের নামকরণ করে থাকে যেমন gonimia1, gonimia2, ইত্যাদি। তো এই চলক দুটোর একটা যদি ব্যাসার্ধের জন্য আরেকটা যদি ক্ষেত্রফলের জন্য ব্যবহার করা হয়, তাহলে চলকের নাম থেকে মোটেও বুঝা যাবে না কোন নামটি কী কাজে ব্যবহৃত হচ্ছে। ব্যাসার্ধের জন্য বরং radius বা bashardho অথবা নিদেনপক্ষে r বা b ব্যবহার করা যেতে পারে। এক অক্ষরের নাম দেয়া অনেকে পছন্দ করে, কারণ তাড়াতাড়ি লেখা যায়, কিন্তু একই আদ্যাক্ষর যুক্ত একাধিক চলক থাকলে তখন মুশকিল হয়ে যায়। সেক্ষেত্রে ওই অক্ষরের সাথে আরো অক্ষর লাগিয়ে অথবা সংখ্যা লাগিয়ে প্রতিটি নামকে আলাদা করতে হবে, যাতে অন্তত বুঝা যায় কোন চলকটি কী উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়েছে।

আমরা যদি দুটো বৃত্ত নিয়ে কাজ করি তাহলে তাদের ব্যাসার্ধের জন্য দুটি চলক হতেই পারে bashardho1 আর bashardho2 তাতে কোন সমস্যা নাই। ব্যাপারটা দীপু নম্বর ২ চলচ্চিত্রের মতো, একজনের নাম দীপু নম্বর ১ আর একজন দীপু নম্বর ২। অথবা কেউ চাইলে নাম দিতে পারে bashardhoA আর bashardhoB। এভাবে একই ধরনের কাজে ব্যবহার হবে এরকম অনেকগুলো চলক লাগলে আমরা সংখ্যা লাগিয়ে বা বর্ণ লাগিয়ে আলাদা আলাদা নাম তৈরী করে নিবো। এর জন্য অবশ্য সাজন (array) নামে আলাদা একটা ধারণা আছে, যেটা আমরা পরে জানবো। সাজন ব্যবহার করে আমরা সংখ্যা লাগিয়ে যত ইচ্ছা ততগুলো একই ধরনের নাম পাই। অনেকে অতিরিক্ত অলস হয়ে অথবা যে কোন কারণে শনাক্তকের নাম করণ করতে থাকে a, b, c , p, q, r, i, j, k, x, y, z ইত্যাদি একের পর এক অক্ষর দিয়ে। এটা একটা খুবই বাজে অভ্যাস। এইরকম শনাক্তক মোটেও অর্থবোধক নয়। এগুলো থেকে বুঝার কোন উপায় নেই কোন চলকটি ঠিক কী কাজে ব্যবহার করা হচ্ছে। সবসময় এরকম নামকরণ থেকে দুরে থাকবে।

এখানে প্রশ্ন করতে পারো: নামকরণে কি সবসময় একটা মাত্র শব্দই ব্যবহার করবো? একের অধিক শব্দ ব্যবহার করবো না? উত্তর হচ্ছে অর্থবোধক করার জন্য তুমি দরকার মতো একাধিক শব্দ অবশ্যই ব্যবহার করবে, এইটা খুবই ভালো অভ্যাস। আর সেক্ষেত্রে যাতে প্রতিটি শব্দ খুব সহজে বোঝা যায় সে জন্য তোমার কিছু কৌশল অবলম্বন করতে হবে। একটা কৌশল হলো দুটি শব্দের মাঝে একটি নিম্নদাগ _ দেওয়া যেমন amar_cholok। আরেকটি কৌশল হল প্রতিটি শব্দের প্রথম অক্ষরটি বড়হাতের দেওয়া আর অন্যগুলো ছোট হাতের, যেমন AmarCholok তবে চাইলে একদম প্রথম শব্দের প্রথম অক্ষরটি ছোটহাতেরও রাখতে পারো যেমন amarCholok। নীচের সারণীতে আমরা কিছু অর্থবোধক নামের উদাহরণ দেখবো।

নাম	যথোপযুক্ততার কারণ
sum	যোগফলের জন্য sum চলকের ইংরেজী নাম
jogfol	যোগফলের জন্য jogfol চলকের বাংলা নাম
bijor_songkhar_jogfol	নিম্নদাগ _ দিয়ে অর্থবোধক শব্দ আলাদা হয়েছে
odd_number_sum	নিম্নদাগ _ দিয়ে অর্থবোধক শব্দ আলাদা হয়েছে
Bijor_Shongkhar_Jogfol	নিম্নদাগ _ দিয়ে আলাদা, বড়হাতের আদ্যাক্ষর
BijorShongkharJogfol	বড়হাতের প্রথম অক্ষর দিয়ে আলাদা আলাদা
bijorShongkharJogfol	এটি অনেক প্রচলিত ও অনেকেরই পছন্দের

৪.৩ লিপি সংবেদনশীলতা (Case Sensitivity)

সিপিপি ভাষা একটি লিপি সংবেদনশীল (case sensitive) ভাষা। এই কথার অর্থ কী? সিপিপিতে বড়হাতের ছোটহাতের অক্ষর কি ভিন্নভিন্ন ধরা হয়, নাকি ইংরেজীর মতো একই ধরা হয়?

```
barek is going home
BAREK IS GOING HOME
Barek Is Going Home
```

আগের কয়েকটি পাঠে চলক (variable) বাধ্রুবক (constant) বা বিপাতকের (function) নাম, এককথায় শনাক্তকের (identifier) নামকরণ নিয়ে আমরা আলোচনা করেছি। নামকরণের নিয়মগুলো আলোচনা করার সময় দেখেছি যে কোন শনাক্তকের নামকরণে আমরা চাইলে বড়হাতের বর্ণ A-Z, ছোটহাতের বর্ণ a-z, অংক 0-9, আর নিম্নদাগ _ ব্যবহার করতে পারবো। একই নামে বড়হাতের ছোটহাতের অক্ষর মিশিয়েও নামকরণ করতে পারবো। এমতাবস্থায় প্রশ্ন হচ্ছে কোন নাম ইচ্ছামতো একবার বড়হাতের অক্ষরে অথবা ছোট হাতের অক্ষরে অথবা আরেকবার কিছু অক্ষর

ছোটহাতের কিছু অক্ষর বড় হাতের এইভাবে লিখতে পারবো কিনা। বিশেষ করে আমরা জানি ইংরেজীতে আমি ছোট হাতেরই লিখি আর বড় হাতেরই লিখি শব্দটা আসলে একই থাকে, সিপিপিতেও কি তাই? আমরা বরং উদাহরণ দিয়ে ব্যাপারটা দেখি। ইংরেজীতে ছোট হাতের বড় হাতের অক্ষর আলাদা হলেও ওগুলো কেবলই সৌন্দর্যবর্ধন মুলক। উপরের তিনটে ইংরেজী বাক্য তাই একই।

এবার আমরা সিপিপি ভাষায় ছোট হাতের বড় হাতের অক্ষরের ব্যবহার দেখি। নীচের নামগুলোর প্রত্যকেটি সিপিপি ভাষায় আলাদা আলাদা নাম হিসাবে ধরা হবে।

```
amarcholok, amarCholok, AmarCholok, amar_cholok,
Amar_Cholok, amarChoLok, AmarChOlOk
```

সিপিপিতে উপরের একটা নাম দিয়ে যে চলক বা ধ্রুবক বা বিপাতককে বুঝানো হবে অন্য নাম দিয়ে ওইটাকে বুঝানো যাবে না, বরং অন্য একটা বুঝানো হয়ে যাবে। মোট কথা দুটো নামের একটা অক্ষরেও যদি এদিক সেদিক থাকে তাহলে নামদুটো আসলে আলাদা। দুটোকে একই জিনিসের নাম হিসাবে ধরে নেয়া যাবে না। সুতরাং ক্রমলেখ (program) লেখার সময় খেয়াল রাখবে যাতে একটা চলককে বুঝাতে গিয়ে কেবল বড়হাতের ছোটহাতের বর্ণের ভিন্নতার কারণে আরেকটাকে বুঝিয়ে না ফেলো, তাতে সব ভজঘট লেগে যাবে। তোমার ক্রমলেখও উল্টাপাল্টা ফলাফল দিবে। আবার ধরো তোমার একটাই চলক যার নাম amarcholok, কিন্তু পরে তুমি লিখেছো amarCholok। এই অবস্থায় সংকলন (compile) করলে তোমাকে "amarCholok is not declared" এইরকম ত্রুটিবার্তা (error message) দিবে। তোমাকে তখন amarCholok এর বদলে amarcholok লিখে ঠিক করতে হবে। ক্রমলেখ তৈরীর সময় আমরা প্রায়শই এইরকম ভুল করে থাকি।

উপরের এই নিয়ম জানার পরে তুমি হয়তো মনে করবে এইটা তো ভালোই। আমার যদি দুইটা বৃত্তের ব্যাসার্ধের জন্য চলক লাগে একটার নাম দিবো bashardho আর একটার নাম দিবো Bashardho। হ্যাঁ, তুমি সেটা দিতেই পারো। সিপিপি যেহেতু দুইটাকে আলাদা আলাদা চলক হিসাবে ধরে নিবে, তাই এই দুটো হলো দুটো বৈধ আলাদা নাম। তবে অর্থবোধকতার দিক ভেবে তুমি হয়তো এরকম নাম করণ থেকে দূরে থাকার চেষ্টা করবে। একটা অক্ষর বড় বা ছোটহাতের কেবল এই অল্প একটুখানি ভিন্নতা দিয়ে আসলে তেমন বেশী অর্থবোধক পার্থক্য তৈরী করা যায় না, ফলে ক্রমলেখ (program) পড়া কঠিন হয়। আর একটা ব্যাপার: চলকের নামকরণে বড়হাতের ছোটহাতের অক্ষর মিশাতে তো পারোই যেমন AmarCholok, কিন্তু এমন ভাবে মিশিও না যে পড়াটা খুব কঠিন হয়ে যায়, যেমন AmArChOlOk, এই রকম নাম চট করে পড়া আসলে সম্ভব না, বরং এইরকম নাম যন্ত্রনাদায়ক। কাজেই সবমিলিয়ে সহজ ও সুন্দর নাম দিবে, কেমন!

৪.৪ সংরক্ষিত ও চাবি শব্দ (Reserved & Key Words)

সংরক্ষিত শব্দ (reserved word) বা চাবি শব্দ (key word) কী? আমি কি চলক (variable), ধ্রুবক (constant) বা বিপাতকের (function) এর শনাক্তক (identifier) হিসাবে সংরক্ষিত শব্দ বা চাবি শব্দ ব্যবহার করতে পারবো? সিপিপিতে সংরক্ষিত শব্দ বা চাবি শব্দ কোনগুলো?

সংরক্ষিত শব্দ বিষয়ে আলোচনার আগে আমরা একটা গল্প বলে নেই। এক বাড়িতে থাকে জামাই-বউ আর তাদের সাথে থাকে বড় কুটুম অর্থাৎ বউয়ের ভাই বা জামাইয়ের শ্যালক। তো সেই শ্যালকের নাম হল দুলাল। একদিন জামাই বেচারা তার বউয়ের কষ্ট লাঘব করার জন্য একজন কাজের ছেলে নিয়ে আসে। বউ জিজ্ঞেস করে "এই ছেলে তোমার নাম কী?" কাজের ছেলে বলে তার নাম দুলাল। বউ তখন জামাইকে বলে ছেলেটির নাম বদলাতে হবে। জামাই অবাক, অবাক কাজের ছেলেটিও। তার নাম দুলাল, ভালোই তো নামটি, সেটা বদলাতে হবে কেন। বউ জামাইকে বকতে থাকে "তুমি জানো না আমার ভাই অর্থাৎ তোমার শ্যালকের নাম দুলাল"। যে বাসায় শ্যালকের

নাম দুলাল, সেই বাসার কাজের ছেলের নাম দুলাল হয় কেমনে, শ্যালক হলো বড় কুটুম, তার কী এত বড় অসম্মান করা যায়! আর জামাইয়ের নাম হলো কাদের। তো বউ আরো এক কাঠি বাড়িয়ে বলতে থাকে ঠিক আছে কাজের ছেলের নাম বদলে কাদের রাখা হউক, দেখি জামাইয়ের কেমন লাগে। তারপর জামাইয়ের সামনেই কাজের ছেলেকে বলে "এই এখন থেকে তোর নাম দিলাম কাদের।" তারপর হেঁড়ে গলায় ডাকতে থাকে "কাদের, এই কাদের, এই দিকে আয়।" কেমন একটা বেড়াছেড়া অবস্থা। শেষ পর্যন্ত ঠিক হয় এক বাসায় দুইটা দুলাল তো হতে পারেনা, একজনের নাম বদলাতে হবে। আর বাসার বড় কুটুমের নাম তো আর বদলানো যাবে না কোন ভাবেই, ওটা সংরক্ষিত নাম, কাজেই বদলাতে হবে কাজের ছেলের নাম। সুতরাং কাজের ছেলের নাম দেয়া হয় দুলাল্যা। তাহলে শ্যালকের নাম দুলাল, আর কাজের ছেলের নাম দুলাল্যা।

সিপিপি ভাষায় গঠন কাঠামো ঠিক রাখার জন্য কিছু সুনির্দিষ্ট শব্দ আছে। আমরা ইত্যমধ্যে এরকম কিছু শব্দ ব্যবহার করেছি। যেমন return, int, float। এই শব্দগুলোর অর্থ সিপিপি ভাষাতে আগে থেকে সুনির্দিষ্ট, যেমন return মানে যখন বিপাতক (function) শেষ হয়, int আর float হল চলকের মান কেমন পূর্ণক বা পূর্ণ সংখ্যা না ভগ্নক বা ভগ্ন সংখ্যা এইরকম। এই তিনটি ছাড়াও আরো অনেকগুলো এই রকম শব্দ আছে। এই শব্দগুলো চাইলে আমরা নিজেরা আমাদের চলক বা ধ্রুবক বা বিপাতকের নাম হিসাবে ব্যবহার করতে পারবো না। এইগুলো হচ্ছে সংরক্ষিত শব্দ (reserved word)। এই শব্দগুলোকে অন্য কথায় চাবি শব্দও (key word) বলা হয়। তাহলে তোমার ক্রমলেখতে তুমি এইরূপ সংরক্ষিত শব্দ বা চাবি শব্দ শনাক্তকের (identifier) নাম হিসাবে ব্যবহার করবে না। কারণ ওগুলো বড়কুটুম দুলালের নামের মতো। যদি একান্তই দরকার হয় তাহলে দুলাল কে দুলাল্যা বানানোর মতো কিছু যোগ-বিয়োগ করে ভিন্ন শব্দ বানিয়ে ব্যবহার করবে। যেমন return না ব্যবহার করে returnValue ব্যবহার করলে, এইরকম। নীচে আমরা সিপিপির সংরক্ষিত শব্দগুলোর তালিকা দিচ্ছি।

- সংগঠিত পরিগণনায় (structured programming) ব্যবহৃত শব্দ:
  break, case, char, const, continue, default, do, double, else, enum, extern, float, for, goto, if, int, long, register, short, signed, sizeof, static, struct, switch, typedef, union, unsigned, return, void, volatile, while
- বস্তুমুখী (object-oriented) পরিগণনায় ব্যবহৃত শব্দ:
  class, explicit, delete, friend, inline, mutable, namespace, new, opeator, private, protected, public, this, using, virtual
- ত্রুটি সামলানোর (error handling) জন্য শব্দ:
  catch, noexcept, throw, try
- যুক্তি ও বিটপ্রতি অণুক্রিয়ার (logical and bit-wise operators) শব্দ:
  bool, and, and_eq, bitand, bitor, compl, false, not, not_eq, or, or_eq, true, xor, xor_eq
- উপাত্ত প্রকরণ (data type) সংক্রান্ত শব্দ:
  auto, const_cast, decltype, nullptr, dynamic_cast, reinterpret_cast, static_cast, typeid
- ছাঁচ (template) সংক্রান্ত শব্দ:
  export, template, typename

- সংকলন সময়ে (compile-time) ব্যবহৃত হওয়া শব্দ:
  static_assert, constexpr
- পূর্ব প্রক্রিয়কের (preprocessor) জন্য শব্দ:
  if, elif, else, endif, defined, ifdef, ifndef, define, undef, include, line, error, pragma
- বিভিন্ন আকারের অক্ষরের জন্য শব্দ: char16_t, char32_t, wchar_t
- বিবিধ শব্দ: alignas, alignof, asm, concept, requires, thread_local

৪.৫ অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

ধারণাগত প্রশ্ন: নীচে কিছু ধারণাগত প্রশ্ন রয়েছে। প্রশ্নগুলোর উত্তর নিজে নিজে বের করবে।

১. শনাক্তক (identifier) কী? ক্রমলেখতে শনাক্তকের ভুমিকা কী?

২. সিপিপিতে শনাক্তকের (identifier) নাম করণের নিয়মাবলী বর্ণনা করো।

৩. ক্রমলেখতে (program) গঠনগত ভাবে অবৈধ নাম ব্যবহার করলে কী ঘটে?

৪. অর্থবোধক নাম কী? ক্রমলেখতে অর্থবোধক নাম ব্যবহার করা উচিৎ কেন?

৫. সিপিপি একটি লিপি সংবেদনশীল (case sensitive) ভাষা, এর মানে কী ?

৬. সংরক্ষিত ও চাবি শব্দ কী? এগুলো কেন শনাক্তক হিসাবে ব্যবহার করা যায় না?

চর্চামুলক প্রশ্ন: নীচের শব্দগুলো গঠনগত (syntactically) ভাবে শনাক্তকের (identifier) নাম হিসাবে বৈধ নাকি অবৈধ? যদি বৈধ হয় তাহলে অর্থবোধক (meaningful) নাকি অর্থবোধক নয়? অথবা কোন শব্দ কি সংরক্ষিত বা চাবি শব্দ (reserved or key word)? প্রথমে নিজে নিজে উত্তর বের করার চেষ্টা করবে, একান্ত না পারলে নীচের সমাধান দেখবে।

১. void
২. MAX_ENTRIES
৩. double
৪. time
৫. G
৬. Sue's
৭. return
৮. cout
৯. xyz123
১০. part#2
১১. "char"
১২. #include
১৩. a_long_one
১৪. _xyz
১৫. 9xyz
১৬. main
১৭. mutable
১৮. max?out
১৯. Name
২০. name
২১. name_1
২২. Int
২৩. INT
২৪. _SUM

২৫. sum_of_numbers	২৮. printf	৩১. $sum
২৬. firstName	২৯. int	৩২. num^2
২৭. Identifier	৩০. pow	৩৩. num 1

চর্চামুলক উত্তর: উপরের প্রশ্নগুলোর উত্তর এখানে দেয়া হচ্ছে। প্রথমে নিজে নিজে উত্তর বের করার চেষ্টা করবে, একান্ত না পারলে এই সমাধান দেখবে।

১. void : সংরক্ষিত শব্দ, কোন প্রকারেরই না এমন বুঝানো হয়

২. MAX_ENTRIES : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক

৩. double : সংরক্ষিত শব্দ, বড় আকারের ভগ্নকের জন্য

৪. time : বৈধ শনাক্তক, কিন্তু ভাষালয়ে (library) বিদ্যমান, তাই পরিত্যাজ্য

৫. G : বৈধ শনাক্তক, কিন্তু অর্থ বুঝা যাচ্ছে না, যদি না পারিপার্শ্বিকতা পরিস্কার থাকে

৬. Sue's : অবৈধ শনাক্তক কারণ নামে ' ব্যবহার করা যায় না

৭. return : সংরক্ষিত শব্দ, বিপাতক থেকে ফেরত গমন

৮. cout : বৈধ শনাক্তক, কিন্তু ভাষালয়ে (library) বিদ্যমান, তাই পরিত্যাজ্য

৯. xyz123 : বৈধ শনাক্তক, কিন্তু অর্থবোধক কিনা পরিস্কার না

১০. part#2 : অবৈধ শনাক্তক কারণ নামে # ব্যবহার করা যায় না

১১. "char" : অবৈধ শনাক্তক কারণ নামে " ব্যবহার করা যায় না

১২. #include : পূর্ব-প্রক্রিয়কের (preprocessor) জন্য সংরক্ষিত শব্দ

১৩. a_long_one : বৈধ শনাক্তক, কিন্তু অর্থ সেই ভাবে পরিস্কার নয়।

১৪. _xyz : বৈধ শনাক্তক, কিন্তু অর্থ সেই ভাবে পরিস্কার নয়

১৫. 9xyz : অবৈধ শনাক্তক, নামের শুরুতে অঙ্ক থাকতে পারে না, পরে থাকতে পারে

১৬. main : সংরক্ষিত শব্দ নয়, কিন্তু পরিত্যাজ্য কারণ এটি প্রত্যেক ক্রমলেখতেই থাকে

১৭. mutable : সংরক্ষিত শব্দ, কোন ধ্রুবক ও বিশেষ অবস্থায় পরিবর্তন যোগ্য হলে

১৮. max?out : অবৈধ শনাক্তক, নামে ? চিহ্ন থাকতে পারবে না

১৯. Name : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক, কীসের নাম সেটা পরিস্কার নয়

২০. name : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক, কীসের নাম সেটা পরিস্কার নয়

২১. name_1 : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক, কীসের নাম সেটা পরিস্কার নয়

২২. Int : বৈধ শনাক্তক, তবে সংরক্ষিত শব্দ int এর সাথে বিভ্রান্তি দেখা দিতে পারে

২৩. INT : বৈধ শনাক্তক, তবে সংরক্ষিত শব্দ int এর সাথে বিভ্রান্তি দেখা দিতে পারে

২৪. _SUM : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক, যোগফলের জন্য

২৫. sum_of_numbers : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক

২৬. firstName : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক, অনেকের পছন্দের

২৭. Identifier : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক, কীসের শনাক্তক পরিস্কার নয়

২৮. printf : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক, কিন্তু ভাষালয়ে (library) বিদ্যমান, তাই পরিত্যাজ্য

২৯. int : সংরক্ষিত শব্দ, পূর্ণক উপাত্ত ধারনের জন্য উপাত্ত প্রকরণ

৩০. pow : বৈধ শনাক্তক, অর্থবোধক, কিন্তু ভাষালয়ে (library) বিদ্যমান, তাই পরিত্যাজ্য

৩১. $sum : অবৈধ শনাক্তক, নামে $ চিহ্ন ব্যবহার করা যায় না

৩২. num^2 : অবৈধ শনাক্তক, নামে ^ চিহ্ন ব্যবহার করা যায় না

৩৩. num 1 : অবৈধ শনাক্তক, নামে ফাঁকা ব্যবহার করা যায় না

৪.৬ গণনা পরিভাষা (Computing Terminologies)

- শনাক্তক (identifier)
- নিম্নদাগ (underscore)
- সাজন (array)
- সংগঠিত (structured)
- পরিগণনা (programming)
- সংগঠিত পরিগণনায় (structured programming)
- বস্তুমুখী (object-oriented)
- বস্তুমুখী পরিগণনা (object oriented programming)
- ত্রুটি সামলানো (error handling)
- যুক্তি অণুক্রিয়া (logical operators)
- বিটপ্রতি অণুক্রিয়া (bit-wise operators)
- উপাত্ত প্রকরণ (data type)
- ছাঁচ (template)
- সংকলন সময়ে (compile-time)

অধ্যায় ৫

যোগান ও আরোপণ (Input and Assignment)

ক্রমলেখতে (program) উপাত্ত (data) কোথা থেকে আসে? হয় আমরা ক্রমলেখয়ের ভিতরে সরাসরি লিখে দেই, যেমনটি আগের পাঠগুলোতে করেছি, আর না হয় আমরা উপাত্ত ব্যবহারকারী-দের কাছে থেকে যোগান (input) নেই। উপাত্ত যোগান নিয়ে সেটিকে ধারন করার উদ্দেশ্যে আমরা চলকে (variable) আরোপণ (assign) করি যাতে ওই উপাত্ত পরে কাজে লাগানো যায়।

৫.১ উপাত্ত যোগান (Data Input)

সিপিপিতে এমন একটি ক্রমলেখ (program) লিখো যেটি যে কোন আয়তের ক্ষেত্রফল ও পরিসী-মা নির্ণয় করতে পারে। তোমার ক্রমলেখ তুমি মাত্র একবারই সংকলন (compile) করতে পারবে, আর প্রত্যেক আলাদা আয়তের জন্য তুমি ক্রমলেখটি বারবার কেবল চালাতে পারবে, কিন্তু ক্রম-লেখয়ের ভিতরে দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ বদলে দিয়ে বারবার সংকলন করতে পারবে না। তারমানে তোমাকে দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ যোগান (input) হিসাবে তোমার ক্রমলেখ ব্যবহারকারীর কাছে থেকে নিতে হবে।

উক্ত ক্রমলেখ লেখার আগে চলো আমরা কিছু দরকারী আলোচনা সারি। আমরা যখন কোন গণনা সমস্যার (computing problem) সমাধান করতে চাই, যেমন আলোচ্য ক্ষেত্রে আমরা আয়তের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ জেনে তার ক্ষেত্রফল ও পরিসীমা নির্ণয় করতে চাই, তখন আমরা মুলত একটি ক্রমলেখ (program) ব্যবহার করবো, মানে আমরা ক্রমলেখটি চালাবো (run)। এখন এই ক্রমলেখ হয়তো আমরা নিজেরা তৈরী করবো অথবা অন্য কেউ আমাদের তৈরী করে দিবে। বেশীর ভাগ ক্ষেত্রে ক্রমলেখটি অন্যের তৈরী করা দেয়া, আমরা কেবল ব্যবহারকারী।

ভেবে দেখো ক্রমলেখ তৈরী করা (write) আর চালানো (run) আসলে দুটো ভিন্ন ঘটনা। এই দুটো ঘটনা পরপর একসাথে ঘটবে এরকম সবসময় হয় না। বরং বেশীর ভাগ সময়ে এই ঘটনা দুটো আসলে ভিন্ন দুটি স্থানে ভিন্ন দুটি সময়ে ভিন্ন দুই ব্যক্তির দ্বারা সংঘটিত হয়। তাছাড়া ক্রমলেখ যে চালাবে সে হয়তো কেবল একটা আয়তের ক্ষেত্রফল ও পরিসীমা নির্ণয় করতে চায় না বরং তার হাতে হয়তো অনেক অনেক আয়ত আছে আর সে সবগুলো আয়তের জন্যই ক্ষেত্রফল ও পরিসীমা নির্ণয় করতে চায়। সুতরাং প্রতিটা আয়তের জন্য তার একটা করে আলাদা ক্রমলেখ লাগবে যদি ক্রমলেখয়ের ভিতরে আয়তের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ দিয়ে দেয়া হয়। অথবা তার এমন একটা ক্রমলেখ লাগবে যেটা কোন না কোন ভাবে সবগুলো আয়তের জন্যই কাজ করবে, আর সঠিক ভাবেই করবে অর্থাৎ ক্রমলেখটি মুলত সুত্রের (formula) ওপর নজর দেবে, উপাত্তের (data) ওপর নয়।

৫.১. উপাত্ত যোগান (Data Input)

আমরা উপরে যেসব অবস্থা আলোচনা করলাম সেই সব অবস্থায় ক্রমলেখক (programmer) ক্রমলেখ তৈরী করার সময় জানবেন না আয়তের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ কী হবে, সেটি জানা সম্ভব হবে পরে ব্যবহারকারী যখন ক্রমলেখটি চালাবেন কেবল তখন। প্রশ্ন হচ্ছে এমতাবস্থায় ক্রমলেখক উপাত্ত (data) ছাড়া কী ভাবে ক্রমলেখ তৈরী করবেন। সত্যি বলতে উত্তর তো গণিতেই আছে চলক (variable) ব্যবহার করে। আর আমরা তো ইত্যমধ্যে ক্রমলেখতে চলক ব্যবহার করেছিই। আমাদের কেবল যেটা করা দরকার তা হলো ক্রমলেখয়ের ভিতরে দৈর্ঘ্য বা প্রস্থ সরাসরি লিখে না দিয়ে ওইটা যাতে ব্যবহারকারী ক্রমলেখ চালানোর সময় দিয়ে দিতে পারে সেই ব্যবস্থা করা। নীচের ক্রমলেখতে আমরা তাই করেছি। আমরা ব্যবহারকারীর কাছে থেকে চলকের মান উপাত্ত হিসাবে যোগান (input) নিয়েছি। এবার আমরা ওই ক্রমলেখটির সংশ্লিষ্ট অংশটুকু বিশ্লেষণ করি।

ফিরিস্তি ৫.১: উপাত্ত যোগানের ক্রমলেখ (Programs with Data Input)

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

int main()
{
  int doirgho;  // আয়তের দৈর্ঘ্যের জন্য চলক
  cin >> doirgho; // দৈর্ঘ্য যোগান হিসাবে নেওয়া হবে

  int prostho;  // আয়তের প্রস্থের জন্য চলক
  cin >> prostho; // প্রস্থ যোগান হিসাবে নেওয়া হবে

  // ক্ষেত্রফল ও পরিসীমার সুত্র
  int khetrofol = doirgho * prostho;
  int porishima = 2*(doirgho + prostho);

  //  ক্ষেত্রফল ও পরিসীমা ফলন
  cout <<"khetrofol holo "<< khetrofol << endl;
  cout <<"porishima holo "<< porishima << endl;

  return EXIT_SUCCESS;  // সফল ভাবে ফেরত
}
```

যোগান-ফলন (input-output)

```
13
12
khetrofol holo 156
porishima holo 50
```

উপরের ক্রমলেখতে খেয়াল করো আমরা দৈর্ঘ্যের জন্য একটি চলক doirgho ঘোষনা করেছি, কিন্তু সাথে সাথে তার কোন আদিমান আরোপ (initial value assign) করি নাই। কারণ আগেই যেমন আলোচনা করলাম, আমরা যখন ক্রমলেখ লিখছি তখন আমরা আসলে জানিনা যে doirgho এর মান কতো। আমরা বরং ওইটা ব্যবহারকারীর কাছে থেকে নেবো। আর সে কারণে আমরা cin >> doirgho; লিখেছি। এখানে cin হল console in। সাধারণত যোগান যন্ত্র (input device) চাপনি (keyboard) ও টিপনি (mouse) আর ফলন যন্ত্র (output device) নজরি (monitor) মিলিয়ে হল আমাদের console বা যন্ত্রালয়। তো console in বলতে আমরা এখানে যোগান যন্ত্র বিশেষ করে চাপনি (keyboard) থেকে যোগান (input) নেয়া বুঝাচ্ছি। তাহলে cin ব্যবহারকারীর কাছে থেকে চাপনির মাধ্যমে সংখ্যাটা নিয়ে সেটা doirgho চলকের ভিতরে দিয়ে দিবে। এতে ওই চলকে একরকমের মান আরোপণ (value assign) হয়ে যাবে।

ব্যবহারকারীর কাছে থেকে দৈর্ঘ্য নেবার পরে আমাদের প্রস্থও নিতে হবে। উপরের ক্রমলেখতে খেয়াল করো আমরা দৈর্ঘ্যের মতো করেই প্রস্থের জন্যও prostho নামে একটা int ধরনের চলক ঘোষনা করেছি আর তার পরের সারিতে cin ব্যবহার করে prostho এর মান ব্যবহারকারীর কাছে থেকে নেয়ার কথা লিখেছি। উপরের ক্রমলেখয়ের বাঁকী অংশটুকু তো আগের পাঠের ক্রমলেখগুলোতে যেমন দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ ব্যবহার করে ক্ষেত্রফল ও পরিসীমার সুত্র লিখা হয়েছে আর তারপরে ফলন (output) দেখানো হয়েছে ঠিক তেমনই। আমরা সেগুলো আর আলোচনা করছি না।

এবার আমরা আর একটু আলোচনা করি উপরের ক্রমলেখটি সংকলন (compile) করে চালালে কী ঘটবে তা নিয়ে। উপরের ক্রমলেখটি চালালে আমরা দেখব পর্দায় (screen) কিছু আসছে না, চটুলটা (cursor) কেবল লাফালাফি করছে। আমরা এই অবস্থায় দৈর্ঘ্যের মান, ধরা যাক 13 চেপে ভুক্তি (enter) চাপবো। ভিতরে ভিতরে cin ওই মান নিয়ে doirgho চলকের মধ্যে রেখে দিবে। চটুলটা (cursor) তারপরও লাফালাফি করবে। আমরা তখন 12 দিয়ে ভুক্তি (enter) চাপবো, cin ওইটা prostho চলকে রেখে দিবে। তারপর পর্দায় আমরা ফলন দেখতে পাবো। প্রথম সারিতে থাকবে khetrofol holo 156 আর পরের সারিতে porishima holo 50।

উপরে ক্রমলেখতে আমরা চাইলে কিছু সংক্ষিপ্তকরণ করতে পারি। যেমন দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ ঘোষনা (declaration) ও যোগান (input) নেয়া চার সারিতে না করে আমরা ওগুলোকে মাত্র দুই সারিতে সারতে পারি। প্রথম সারিতে আমরা চলক দুটো ঘোষনা করবো। আর পরের সারিতে আমরা চলক দুটোর যোগান নিবো। নীচের ক্রমলেখাংশে (program segment) এইগুলো দেখানো হলো।

```
int doirgho, prostho;    // আয়তের দৈর্ঘ্যে ও প্রস্থের জন্য চলক
cin >> doirgho >> prostho;  // দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ যোগান নেওয়া হবে
```

আর সেক্ষেত্রে ক্রমলেখটি চালানোর সময় যোগান নেয়ার অংশ নিম্নরূপ হবে। লক্ষ্য করবে চটুল (cursor) যখন যোগান নেবার জন্য লাফাতে থাকবে, আমরা তখন 13 ও 12 সংখ্যা দুটি ফাঁকা দিয়ে এক সাথে দিয়েই ভুক্তি (enter) চাপতে পারবো, অথবা চাইলে 13 লিখে ভুক্তি চেপে তারপর 12 লিখে আবার ভুক্তি চাপতে পারবো। আর ফলনের অংশ আগের মতোই হবে।

```
13 12
```

কেউ যদি চায় তাহলে কিন্তু ফলন অংশেও এরকম সংক্ষিপ্তকরণ করতে পারে। যেমন ক্ষেত্রফল ও পরিসীমা চাইলে এক সারিতেই ফলন দিতে পারে।

```
cout << "khetrofol ar porishima holo " << khetrofol
 << " " << porishima << endl; // cout হতে এই পর্যন্ত
 পুরোটা আসলে এক সারিতে
```

তবে সবকিছু একবার cout দিয়ে দেওয়ার চেয়ে আমরা হয়তো দুইবারে দিতে চাইবো।

```
cout << "khetrofol ar porishima holo ";
cout << khetrofol << " " << porishima << endl;
```

উপরের উভয় ক্ষেত্রে পর্দায় ফলন কিন্তু একসারিতেই আসবে।

```
khetrofol ar porishima holo 156 50
```

৫.২ যোগান যাচনা (Input Prompt)

সিপিপিতে এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি যে কোন আয়তের ক্ষেত্রফল ও পরিসীমা নির্ণয় করতে পারে। তোমার ক্রমলেখ আয়তের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ ব্যবহারকারীর কাছে থেকে যোগান (input) নিবে। আর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ যোগান নেবার আগে তোমার ক্রমলেখ অবশ্যই ব্যবহারকারীকে দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের মান জিজ্ঞেস করবে অর্থাৎ যাচনা (prompt) করবে।

ফিরিস্তি ৫.২: যোগান যাচনার ক্রমলেখ (Program with Input Prompt)

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

int main()
{
  int doirgho;          // আয়তের দৈর্ঘ্যের জন্য চলক
  cout << "doirgho koto? ";    // মান যাচনা করা হচ্ছে
  cin >> doirgho;         // দৈর্ঘ্য যোগান হিসাবে নেওয়া হবে

  int prostho;          // আয়তের প্রস্থের জন্য চলক
  cout << "prostho koto? "; // মান যাচনা করা হচ্ছে
  cin >> prostho;    // প্রস্থ যোগান হিসাবে নেওয়া হবে

  // ক্ষেত্রফল ও পরিসীমার সুত্র
  int khetrofol = doirgho * prostho;
  int porishima = 2*(doirgho + prostho);

  //  ক্ষেত্রফল ও পরিসীমা ফলন দেয়া হবে
  cout <<"khetrofol holo "<< porishima << endl;
  cout <<"porishima holo "<< porishima << endl;

  return EXIT_SUCCESS;  // সফল ভাবে ফেরত
}
```

যোগান-ফলন (input-output)

```
doirgho koto? 13
prostho koto? 12
khetrofol holo 156
porishima holo 50
```

আগের পাঠের ক্রমলেখতে আমরা চলকের মান ব্যবহারকারীর কাছে থেকে নেয়ার জন্য cin ব্যবহার করেছি। ওই ক্রমলেখটি যখন আমরা চালাই তখন দেখি পর্দায় (screen) কিছু নাই আর চটুলটা (cursor) কেনো যেনো লাফালাফি করছে। সেই অবস্থায় আমরা প্রথমে দৈর্ঘ্যের মান 13 দিয়ে ভুক্তি (enter) চেপেছি। চটুলটা তারপরও লাফালাফি করছিল। আমরা তখন 12 দিয়ে ভুক্তি চেপেছি। তারপর পর্দায় ফলন এসেছিল প্রথম সারিতে khetrofol holo 156 আর পরের সারিতে porishima holo 50। তো এই যে চটুলটা (cursor) লাফালাফি করছিল দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের মান নেয়ার জন্য এইটা আমরা বুঝতে পারি কারণ আমরা নিজেরাই এক্ষেত্রে ক্রমলেখটি তৈরী write) করেছি আর নিজেরাই সেটা সংকলন (compile) করে চালাচ্ছি (run)। আমরা এক্ষেত্রে জানি যে আমাদের ক্রমলেখটি প্রথমে দৈর্ঘ্য চাচ্ছে আর সেটা দেবার পর প্রস্থ চাচ্ছে। এবার ভেবে দেখো আমাদের লেখা ক্রমলেখ যদি আমরা ছাড়া অন্য কেউ চালায় (run) তাহলে সে কী ভাবে জানবে চটুলটি (cursor) ওই অবস্থায় কেন লাফাচ্ছে। সে কি আসলেই দৈর্ঘ্য বা প্রস্থ নেয়ার জন্য অপেক্ষা করছে নাকি ভিতরে ভিতরে ঘটনা অন্য কিছু, সে হয়তো অন্য কিছু করছে।

তো ওপরের সমস্যা সমাধানের জন্য আমরা যেটি করবো সেটি হলো আমাদের ক্রমলেখতে cin >> doirgho; লেখার আগে আমরা একটা বার্তা দেখাবো যে আমরা দৈর্ঘ্যের মান চাই। উপরের ক্রমলেখ খেয়াল করো cin >> doirgho; লেখার আগে আমরা cout << "doirgho koto? "; লিখে আসলে সেটাই করতে চাইছি। এই ক্রমলেখ যখন চালানো হবে তখন প্রথমে পর্দায় doirgho koto? দেখা যাবে। আর cout এর শেষে আমরা যেহেতু endl অর্থাৎ end line দেই নাই, চটুলটা (cursor) সেহেতু ওই একই সারিতে লাফাইতে থাকবে, লাফাইতে থাকবে মুলত cin >> doirgho; এর কারণে doirgho এর মান নেয়ার জন্য। আমরা তখন doirgho এর মান দিয়ে ভুক্তি (enter) চাপবো। তাহলে "চটুল কেন লাফায়?" আমরা এই সমস্যার সমাধান করে ফেললাম কেমন! এই যে যোগান (input) নেবার আগে একটা বার্তা দিয়ে ব্যবহারকারীকে জানানো যে আমরা কী যোগান চাই, এই ব্যাপারটিকে বলা হয় যোগান যাচনা (input prompt)। উপরের ক্রমলেখতে খেয়াল করো আমরা প্রস্থের জন্যেও একই ভাবে যোগান (input) নেবার আগে "prostho koto? " বার্তা দিয়ে যোগান যাচনা (input prompt) করেছি। তাহলে এখন থেকে তোমার ক্রমলেখতে যোগান নেবার আগে অবশ্যই যোগান যাচনা করবে, কেমন?

উপরে ক্রমলেখতে আমরা চাইলে কিছু সংক্ষিপ্তকরণ করতে পারি। যেমন দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ ঘোষনা (declaration), যোগান যাচনা (input prompt) করা, ও যোগান (input) নেয়া ছয় সারিতে না করে আমরা ওগুলোক মাত্র তিন সারিতে সারতে পারি। প্রথম সারিতে আমরা চলক দুটো ঘোষনা করবো। আর পরের সারিতে আমরা যোগান যাচনা করবো তারপরে সারিতে চলক দুটোর মান যোগান নিবো। নীচে ক্রমলেখাংশে (program segment) এইগুলো দেখানো হলো।

```
int doirgho, prostho;       // দৈর্ঘ্যে ও প্রস্থের জন্য চলক
cout << "doirgho o prostho koto? ";// একসাথে যাচনা
cin >> doirgho >> prostho;        // দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ যোগান
```

আর সেক্ষেত্রে ক্রমলেখটি চালানোর সময় যোগান নেয়ার অংশ নিম্নরূপ হবে। অর্থাৎ ক্রমলেখ চালালে doirgho o prostho koto? দেখানোর পরে চটুলটা (cursor) যোগান নেবার জন্য লাফাতে থাকবে। আমরা 13 ও 12 সংখ্যা দুটি ফাঁকা দিয়ে এক সাথে দিয়েই ভুক্তি (enter) চাপতে

পারবো, অথবা চাইলে 13 লিখে ভুক্তি চেপে তারপর 12 লিখে আবার ভুক্তি চাপতে পারবো। আর ফলনের অংশ আগের মতোই হবে, কাজেই আমরা সেটা আর দেখাচ্ছি না।

```
doirgho o prostho koto? 13 12
```

৫.৩ মান আরোপণ (Value Assignment)

ক্রমলেখতে (program) চলক নিয়ে তাতে মান আরোপণ (value assign) করলে আসলে কী ঘটে? চলকে একটা মান আগে থেকে আছেই, এমতাবস্থায় আরেকটা মান আরোপ করলে কী ঘটে? একটা চলক থেকে আরেকটা চলকে মান আরোপ করলেই বা কী ঘটে?

```
int amar;
int tomar = 5;
```

উপরে আমরা দুটো চলক ঘোষনা (variable declare) করলাম: একটার নাম amar আর আরেকটার নাম tomar, দুটোই int ধরনের অর্থাৎ পূর্ণক, একটাতে আদিমান (initial value) দিয়ে দিলাম আর একটাতে দিলাম না। আমরা যখন চলক ঘোষনা করি তখন আসলে আমরা গণনির (computer) স্মরনিতে (memory) কিছু জায়গা দখল করি। ধরে নিতে পারো স্মরনি হল একটা রাস্তার পাশে অনেকগুলো একই রকম বাড়ী। কোন চলক ঘোষনা করার সময় আমরা আসলে ওই বাড়ীগুলোর একটা দখল করে সেই বাড়ীটার নাম দিয়ে দেই আমাদের চলকের নামে। তোমরা নিশ্চয় দেখেছো অনেকেরই বাড়ীর নাম থাকে যেমন "শান্তি নীড়"। আমাদের চলক বাড়ীগুলোর নাম amar ও tomar। তো আমরা যখন উপরের দুটো চলক ঘোষনা করলাম তখন স্মরনিতে ওই রকম দুটো জায়গা নিয়ে তাদের নাম দিয়ে দিলাম amar আর tomar। এখন কথা হচ্ছে স্মরণিতে (memory) ওই জায়গায় আমরা আসলে রাখবো কী? উত্তরটাতো সহজ আমরা রাখবো চলকটির মান। যখন আমরা আদিমান দিয়ে দিলাম তখন ওই জায়গাতে আমাদের দেয়া মানটা থাকবে, আর যখন আদিমান দিবো না, তখনও ওই জায়গাটিতে আগে থেকে যাই ছিল তাই থাকবে।

```
amar = tomar;
```

এবার আমরা যদি উপরের মতো করে tomar এর মান amar এ আরোপ করি তাহলে কী ঘটবে? আসলে উপরের এই বিবৃতি (statement) চালানোর পরে amar এর আগের মান মুছে গিয়ে সেটার নতুন মান হয়ে যাবে tomar এর মানের সমান অর্থাৎ amar এর মানও হবে 5। এখানে একটা গুরুত্বপূর্ণ বিষয় বলে রাখতে হবে যে এই যে tomar থেকে amar এ মান আরোপ করা হলো এতে কিন্তু tomar এর মানে কোন পরিবর্তন হবে না। অর্থাৎ tomar এর মান আগের মতো 5-ই থাকবে। আরোপণে (assignment) সমান চিহ্নের বামে যা থাকে সেটাকে লক্ষ্য (target) আর ডানে যেটা থাকে সেটাকে (source) বলা হয়, কারণ উৎস থেকে মান নিয়ে লক্ষ্যে আরোপ করা হয়। উপরের আরোপণে amar = চিহ্নের বামে তাই এটি লক্ষ্য আর tomar ডানপাশে তাই এটি উৎস। আরোপণের ফলে লক্ষ্যের মান বদলে কিন্তু উৎসের মান বদলে না, একই থাকে।

উপরের ক্রমলেখাংশ (program segment) আর ফলনাংশ (output segment) লক্ষ্য করো। আমরা প্রথমে চলক x ঘোষনা করে তার আদি মান (initial value) দিয়েছি 3, তারপর চলক y ঘোষনা করে তার আদিমান দিয়েছি x+5 অর্থাৎ 3 + 5 = 8। এই পর্যায়ে ফলন দেখানো হয়েছে x আর y দুটোর মানেরই। ফলনাংশে আমরা দেখতে পাচ্ছি x 3 y 8। তারপর ক্রমলেখাংশে আমরা লিখেছি x = y * 3; ফলে x এর মান হবে এখন 8 * 3 = 24, আর y এর মান কিন্তু একই থাকবে, কারণ y এর মান আমরা কেবল ব্যবহার করেছি, y এ তো কোন মান আরোপ করি

নাই। ক্রমলেখাংশে পরের বিবৃতিতে (statement) আমরা x ও y এর তখনকার মান দেখিয়েছি, ফলনাংশে সেটা ঠিকই x 24 y 8 দেখাচ্ছে। ক্রমলেখাংশে এরপরের বাক্যে আমরা আবার x এ মান আরোপ করেছি x = y + 3 * 4; তো এর ফলে আগের মতোই y এর মান বদল হবে না, কিন্তু x এর নতুন মান হয়ে যাবে 8 + 3 * 4 = 20, যা পরের cout এর মাধ্যমে ফলনাংশে ঠিকই দেখানো হয়েছে x 20 y 8। ক্রমলেখাংশে এরপর আমরা দেখি y = x * 2; এর ফলে y এর নতুন মান হবে y = 20 * 2 = 40, আর x এর মান এবার আগে যা ছিলো তাই থাকবে, কারণ x এর মান কেবল ব্যবহার করা হয়েছে, x এ কোন মান আরোপ করা হয় নি।

ক্রমলেখাংশ (program segment)

```
int x = 3;                  // আদি মান আরোপ
int y = x + 5;              // আদি মান আরোপ
cout << "x " << x << " y " << y << endl; // মান দেখাও

x = y * 3;                  // পুনরায় মান আরোপ
cout << "x " << x << " y " << y << endl; // মান দেখাও

x = y + 3 * 4;              // পুনরায় মান আরোপ
cout << "x " << x << " y " << y << endl; // মান দেখাও

y = x * 2;                  // পুনরায় মান আরোপ
cout << "x " << x << " y " << y << endl; // মান দেখাও
```

ফলনাংশ (output segment)

```
x 3 y 8
x 24 y 8
x 20 y 8
x 20 y 40
```

সবমিলিয়ে একটা বিষয় দেখা যাচ্ছে আরোপণে = চিহ্নের বামে থাকা লক্ষ্য চলকের (target variable) মান কেবল পরিবর্তন হয়, আর = চিহ্নের ডানে থাকা চলক (variable) বা রাশির (expression) এর মান কোন পরিবর্তন হয় না। আরেকটি ব্যাপার হলো কোন চলকে পরে কোন নতুন মান আরোপ না হওয়া পর্যন্ত আগেরবার যে মান আরোপ করা হয়েছিল সেটাই থাকে।

৫.৪ মান অদল-বদল (Value Swapping)

ধরো তোমার দুটো চলক (variable) আছে x আর y আর তাদের মান যথাক্রমে 12 ও 13। তো তোমাকে এমন কিছু বিবৃতি (statement) লিখতে হবে যাতে ওই বিবৃতিগুলো চালানোর (run) পরে আমরা x আর y এর মান যথাক্রমে 13 আর 12 পাই অর্থাৎ মানদুটো অদল-বদল হয়ে যায়।

```
int x = 12; // x এর মান আরোপ করা হলো
int y = 13; // y এর মান আরোপ করা হলো
```

উপরে আমরা কেবল চলক x আর y ঘোষনা করে তাদের আদিমান হিসাবে 12 ও 13 দিয়ে দিলাম। এখন আমরা এমন কিছু করবো যাতে x আর y মান অদল-বদল হয়ে যায়। প্রথমেই আমরা

একটা চটুল সমাধান করি। তোমাদের মধ্যে যারা দুষ্টু ধরনের আর চটপটে তারা সাধারণত এই সমাধানটি করতে চাইবে। নীচের বিবৃতি দুটো লক্ষ্য করো: আমরা স্রেফ x এর মধ্যে সরাসরি 13 আরোপ করেছি আর y এর মধ্যে 12 আরোপ করেছি। ব্যস হয়ে গেল x আর y এর মান অদল-বদল! আসলে আমরা কী এইটে চেয়েছিলাম? এখানে তো চলক দুটোর মধ্যে একটা থেকে আরেকটাতে মান নেয়ার মতো কোন ঘটনা ঘটে নি, কাজেই কোন অদল বদলের কিছু ঘটে নি!

```
x = 13; // x এর মান আরোপ করা হলো
y = 12; // y এর মান আরোপ করা হলো
```

অদল-বদল বুঝার জন্য চিন্তা করো তোমার দুটি পেয়ালা আছে: কাঁচের পেয়ালা আর কাঁসার পেয়ালা। কাঁচের পেয়ালায় আছে আঙুরের রস আর কাঁসার পেয়ালায় কমলার রস। এখন তুমি এই পেয়ালা দুটোতে থাকা ফলের রস অদল-বদল করতে চাও যাতে কাঁচের পেয়ালায় থাকে কমলার রস আর কাঁসার পেয়ালায় থাকে আঙুরের রস। তো এখন তুমি কী করবে। তুমি তো আর সরাসরি এক-টার ফলের রস আরেকটাতে ঢেলে দিতে পারো না। তোমাকে যেটা করতে হবে তা হলো আরেকটা পেয়ালা নেয়া। ধরো সেটা কাঠের পেয়ালা। এই কাঠের পেয়ালাটি তুমি একটা থেকে আরেকটাতে ঢালাঢালির কাজে ব্যবহার করবে। তাহলে এই অতিরিক্ত কাঠের পেয়ালা কাজে লাগিয়ে কীভাবে তোমার কাঁচ আর কাঁসার পেয়ালার ফলের রস অদল-বদল করা যায়, আমরা নীচে তা দেখি।

১. একদম শুরুতে কাঁচের পেয়ালায় রয়েছে আমাদের আঙুরের রস আর কাঠের পেয়ালা খালি। সুতরাং কাঁচের পেয়ালা থেকে আঙুরের রস কাঠের পেয়ালায় ঢালো। ফলে কাঠের পেয়ালায় থাকলো আঙুরের রস আর কাঁচের পেয়ালা খালি হয়ে গেলো।

২. কাঁচের পেয়ালা যেহেতু এখন খালি আর কাঁসার পেয়ালায় আছে কমলার রস, আমরা তাই কাঁসার পেয়ালার কমলার রস কাঁচের পেয়ালায় ঢালবো। ফলে কাঁচের পেয়ালায় থাকলো কমলার রস আর কাঁসার পেয়ালা খালি হয়ে গেলো।

৩. কাঁসার পেয়ালা যেহেতু এখন খালি আর কাঠের পেয়লায় আছে আঙুরের রস, আমরা তাই কাঠের পেয়ালার আঙুরের রস কাঁসার পেয়ালায় ঢালবো। ফলে কাঁসার পেয়ালায় থাকলো আঙুরের রস আর কাঠের পেয়ালা খালি হয়ে গেলো।

উপরের ধাপ তিনটি সম্পন্ন করলেই আমাদের এক পেয়ালার ফলের রস আরেক পেয়ালায় অদল-বদল হয়ে যাবে। তো পেয়ালা দুটোর রস অদল-বদলের মতোই আসলে আমাদের চলকদু-টোর মান অদল-বদল করতে হবে। একটা অতিরিক্ত পেয়ালার মতো আমাদের এখানেও লাগবে একটা অতিরিক্ত চলক। ধরে নেই আমাদের সেই অতিরিক্ত চলক হলো z। আমরা তাহলে এই অতিরিক্ত চলক কাজে লাগিয়ে আমাদের x আর y চলকের মান অদল-বদল করে ফেলি।

```
z = x;  // z হলো 12 আর x আছে 12, y আছে 13
x = y;  // x হলো 13 আর y আছে 13, z আছে 12
y = z;  // y হলো 12 আর z আছে 12, x আছে 13
```

তো উপরের তিনটি বিবৃতি চালালেই আমাদের x আর y চলক দুটোর মান অদল-বদল হয়ে গেলো। খেয়াল করেছো চলকের নাম যখন আমরা আরোপ চিহ্নের ডানে লিখেছি তখন আসলে আমরা চলকটির ডান-মান বুঝিয়েছি, আর যখন বামে লিখেছি তখন বাম-মান বুঝিয়েছি। তবে পে-য়ালা আর ফলের রসের অদল বদলের সাথে চলক আর মানের অদল-বদলের কিন্তু কিছুটা তফাৎ আছে। তফাৎটা হলো ফলের রস এক পেয়ালা থেকে আরেক পেয়ালয় ঢাললে যেটা থেকে ঢালা হলো সেই পেয়ালা খালি হয়ে যায়। কিন্তু চলকের ক্ষেত্রে z = x; করলে চলক x এর মান চলক z

এ আরোপ হয় ঠিকই, কিন্তু চলক x কিছুতেই খালি হয় না, বরং তার যে মান ছিলো সেটাই থাকে। চলকের মান বদলে যায় কেবল যখন এতে নতুন মান আরোপ করা হয়।

৫.৫ আরোপণের বাম ও ডান (Assignment Left and Right)

কোন চলকের (variable) বাম-মান (lvalue) ও ডান-মান (rvalue) বলতে কী বুঝো? কোন চলকে মান আরোপণ করতে গেলে আমরা আরোপ (assign) = চিহ্ন দিয়ে বামে ও ডানে কিছু লিখি যেমন y = x;। এখানে বামেরটিকে বলা হয় লক্ষ্য (target) আর ডানেরটিকে বলা হয় উৎস (source)। আরোপণের ফলে ডান পাশের উৎস থেকে মান বাম পাশের লক্ষ্যে আরোপিত হয়। কথা হচ্ছে আরোপ = চিহ্নের বামে আমরা কী কী দিতে পারবো বা পারবো না, আর ডানেই বা কী কী দিতে পারবো বা পারবো না? তাছাড়া একটা চলকের নাম আরোপ = চিহ্নের বাম বা ডানপাশে লিখলে এই দুই ক্ষেত্রে চলকের ভুমিকায় আসলে কোন তফাৎ হয় কিনা?

এই আলোচনায় যাওয়ার আগে আমরা একটু পরের উদ্ধৃতাংশটুকু বিবেচনা করি। "ঢাকার মামা হালিম বিখ্যাত। চল আমরা মামা হালিম খাই। তুমি খাবে এক বাটি, আমি খাব এক বাটি। আমার বাটিটা পরিস্কার নয়, তোমার বাটিটা পরিস্কার।" তো এইখানে বাটি মানে কখন আসলে হালিম আর কখন আসলে সেটা পাত্র? আমরা বুঝতে পারি "তুমি খাবে এক বাটি, আমি খাব এক বাটি" এই কথাগুলোতে বাটি বলতে আসলে সত্যি সত্যি পাত্রটাকে কামড়ে কামড়ে খাওয়ার কথা বলা হচ্ছে না, বরং তুমি এক বাটি পরিমান হালিম খাবে আর আমি এক বাটি পরিমান হালিম খাবো তাই বুঝানো হচ্ছে। এক বাটি হালিম মানে একটা বাটিতে থাকা হালিম। বিষয়গুলোকে চলক আর তার মানের সাথে মিলাও। বাটি ঠিক যেন চলকের মতো আর হালিম হল তার মানের মতো। আবার "আমার বাটিটা পরিস্কার নয়, তোমার বাটিটা পরিস্কার।" এই অংশে বাটি মানে আসলে বাটি নামের পাত্রটা, সেই পাত্রে ঢালা হালিম নয় কোন ভাবেই। তাহলে দেখা যাচ্ছে বাটি বলতে কখনো কখনো আসলে পাত্রটাকে বুঝানো হয় আর কখনো কখনো পাত্রটাতে থাকা হালিমকে বুঝানো হয়। একই ভাবে চলকের নাম উল্লেখ করলে কখনো কখনো চলকটির মানকে বুঝানো হয়, কখনো কখনো আসলে চলকটির জন্য স্মরণিতে (memory) বরাদ্দ জায়গাটুকু বুঝানো হয়।

x = 3; এখানে চলক x বলতে আমরা আসলে চলক x এর জন্য স্মরনিতে (memory) নেয়া জায়গাটুকু বুঝি যেখানে মান 3 কে রাখা হবে। এখানে কোন ভাবেই চলক x এ আগে থেকে বিদ্যমান মানকে বুঝানো হচ্ছে না। খেয়াল করো এখানে চলক x আরোপ = চিহ্নের বাম পাশে আছে। যখন চলক x আসলে স্মরনিতে বরাদ্দকৃত জায়গাকে বুঝায় তখন এটাকে আমরা স্রেফ চলক না বলে আরো স্পষ্ট করে বলবো চলকের বাম-মান (l-value)। তাহলে মনে রেখো চলকের বাম মান দিয়ে আমরা বুঝাবো চলকের জন্য স্মরনিতে নেয়া জায়গাটুকু।

y = x; এখানে চলক y বলতে আমরা চলক y এর জন্য স্মরনিতে বরাদ্দ পাওয়া জায়গাটুকুকে বুঝি। আর চলক y আরোপ = চিহ্নের বামে আছে তাই এখানে চলক y এর বাম-মান ব্যবহৃত হয়েছে। তবে চলক x বলতে এখানে আমরা কেবল তার মানটাকে বুঝি। খেয়াল করো চলক x এর মানটাইতো চলক y এর স্মরনির জায়গাটাতে জমা হবে, চলক x এর জন্য বরাদ্দ জায়গাতো আর গিয়ে চলক y এর জায়গায় লেখা হবে না। আমরা দেখছি এখানে চলক x আরোপ = চিহ্নের ডানে রয়েছে। যখন চলক x আসলে তার মানটাকে বুঝায় তখন আমরা এটাকে বলব চলকের ডান-মান (r-value)। চলকের ডান মান দিয়ে আমরা তাহলে বুঝাবো চলকের যে মান সেটিকে, স্মরণিতে থাকা জায়গাটিকে নয়।

উপরের আলোচনা থেকে আমরা একটা বিষয়ই পরিস্কার করতে চেয়েছি সেটা হলো, আরোপ = চিহ্নের বামে আমরা কেবল এমন কিছু দিতে পারবো যার জন্য স্মরনিতে জায়গা দখল করা আছে,

অর্থাৎ যার বাম-মান (l-value) আছে। আর আরোপ চিহ্নের ডান পাশে আমরা এমন কিছু দিতে পারবো যার মান আছে অর্থাৎ ডান-মান (r-value) আছে। একটা বিষয় খেয়াল করো যার বাম-মান আছে অর্থাৎ স্মরনিতে যার জায়গা আছে তার একটা মানও থাকবেই অর্থাৎ তার ডান-মান থাকবেই, যেমন যে কোন চলকের। কথা হচ্ছে এমন কিছু কি আছে যার ডান মান আছে কিন্তু বাম মান নাই। উত্তর ধরে নিতে পারো আছে। যেমন x = 3; এইখানে 3 এর ডান মান আছে কিন্তু বাম মান নাই। কাজেই কেউ চাইলে 3 = x; লিখতে পারবে না, সংকলন (compile) করার সময় ত্রুটি দেখাবে বলবে "error: lvalue required as left operand of assignment"। একই ভাবে কেউ চাইলে আরোপণ হিসাবে y+3 = x;ও লিখতে পারবে না, একই ত্রুটি (error) দেখাবে, কারণ চলক y এর বাম মান সম্ভব হলেও y + 3 করলে ওইটা আর চলক y থাকে না হয়ে যায় একটা রাশি যার মান হবে y এর মান যোগ 3, কাজেই সেটার কেবল মান থাকে, তার জন্য স্মরনিতে কোন জায়গা থাকে না। বুঝাই যাচ্ছে অন্যদিকে আরোপণ হিসাবে x = y + 3; লিখা যাবে কারণ y + 3 এর ডান-মান আছে অপর দিকে চলক x এর বাম-মান আছে।

৫.৬ আত্ম-শরন আরোপণ (Self-Referential Assignment)

ক্রমলেখ (program) দেখলে আমাদের সাধারণত x = x + 1; বা এই জাতীয় অদ্ভুত কিছু বিষয় নজরে আসে। মুল কথা হলো এই সব ক্ষেত্রে একই চলক (variable) আরোপ (assignment) = চিহ্নের বামেও রয়েছে আবার ডানেও রয়েছে। আমরা সকলে গণিত জানি কম বা বেশী। সেখানে সমীকরণ নিয়ে আমাদের যে ধারনা আছে সেই অনুযায়ী তো x কখনো x + 1 এর সমান হতে পারে না। তাহলে ক্রমলেখতে x = x + 1; এর মতো অর্থহীন বিষয় কেন থাকে?

```
x = x + 1;   // চিহ্ন = গণিতের সমান চিহ্ন নয়, এটি গণনার আরোপণ।
```

আসলে = চিহ্নটি গণিতে আমরা ব্যবহার করি দুটো সংখ্যা তুলনা করে যদি দেখি তারা একে অপরের সমান তাহলে। আমরা তাই ওটাকে গণিতে সমান (equal) চিহ্ন বলে থাকি। কিন্তু গণনার জগতে = চিহ্নটিকে সমান চিহ্ন হিসাবে ব্যবহার না করে বরং আরোপণ (assignment) চিহ্ন হিসাবে ব্যবহার করা হয়। কাজেই কোন ক্রমলেখতে আমরা যখন x = x + 1; দেখি তখন আসলে ওটা কোন ভাবেই গণিতের সমীকরণ নয়, বরং ওইটা গণনার জগতের আরোপণ। সুতরাং গণিতের জগতে ওইটা কোন অর্থ তৈরী না করলেও গণনার জগতে ওটার সুনির্দিষ্ট অর্থ আছে।

আমরা আরোপণ (assignment) নিয়ে আগেই আলোচনা করেছি। ওই আরোপণগুলোর সব-গুলোতে বাম আর ডান উভয় পাশে চলক থাকলেও আলাদা আলাদা চলক ছিল। আর x = x + 1ও আরোপণ তবে এখানে একই চলক আরোপ চিহ্নের বামেও আছে ডানেও আছে। এইরকম আরো-পণ যেখানে একই চলক বামেও আছে ডানেও আছে সেটাকে আমরা বলবো আত্মশরন আরোপণ (self-referential assignment) অর্থাৎ যেখানে একটা চলক নিজের মানের জন্য নিজেরই শরনাপন্ন হয়। আত্মশরণ আরোপণে ডানপাশে চলকটির ডান-মান (r-value) ব্যবহৃত হয়, আর বামপাশে চলকটির বাম-মান (l-value) ব্যবহৃত হয়। এই রকম আরোপণে আসলে কী ঘটে?

```
int x = 3;        // চলক x এ আদি মান আরোপ করা হলো
x = x + 1;        // এখানে আত্ম–শরণ আরোপণ করা হচ্ছে
cout << x << endl;   // চলক x এর মান ফলন দেওয়া হচ্ছে
```

এই রকম আরোপণ বুঝতে গেলে আমরা x = x + 1; বিবৃতিটিকে দুইটি ঘটনায় বিভক্ত করে নিতে পারি। একটা ঘটনা হল ডান পাশে x + 1 হিসাব করা অর্থাৎ x+1 এর মান বা আরো পরি-স্কার করে বললে ডান-মান হিসাব করা। আর অন্য ঘটনাটা হল বাম পাশে x এর বাম-মানে অর্থাৎ

স্মরনিতে (memory) x এর জন্য বরাদ্দ করা জায়গায় ডান পাশ থেকে পাওয়া মানটি লিখে দে-ওয়া। তো এই দুটো ঘটনার প্রথমটি আগে ঘটবে আর দ্বিতীয়টি পরে ঘটবে। উপরে আমরা x এর আদি মান নিয়েছি 3। এরপর যখন x= x+1; নির্বাহিত (execute) হবে তখন প্রথম ঘটনাটি ঘটবে আগে অর্থাৎ x + 1 মান হিসাব হবে। x এর মান যেহেতু এই অবস্থায় 3 তাই x + 1 হবে 4। মনে করে দেখো এই 4 এর কিন্তু কেবল ডান-মান আছে এর জন্য স্মরনিতে কোন জায়গা দখল করা নেই বা এর কোন বাম-মান নেই। অর্থাৎ এই 4 কোন ভাবেই x চলকের জায়গায় নেই, অন্য কোথাও আছে। যাইহোক এমতাবস্থায় এরপর ঘটবে দ্বিতীয় ঘটনাটি অর্থাৎ এই 4 মানটি গিয়ে লেখা হয়ে যাবে x এর জন্য বরাদ্দ জায়গাতে। আমরা তাই x এর পুরনো মান 3 বদলে সেখানে পাবো এর নতুন মান 4। তাহলে x = x + 1; আত্ন-শরন আরোপণের ফলে চলকের মান এক বেড়ে গেলো।

আত্নশরন আরোপণের আরো নানারকম জটিল অবস্থা আছে যেমন x = x * 3; বা x = x* x + x + 1;। এগুলোর প্রতিটি ক্ষেত্রে আগে ডানপাশের মান হিসাব করা হবে আর তারপর সেই মান বাম পাশে লিখে দেয়া হবে, ফলে চলকটিতে নতুন একট মান থাকবে।

৫.৭ অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

ধারণাগত প্রশ্ন: নীচে কিছু ধারণাগত প্রশ্ন রয়েছে। প্রশ্নগুলোর উত্তর নিজে নিজে বের করবে।

১. সরাসরি ক্রমলেখয়ের (program) ভিতরে দিলে উপাত্ত দিয়ে দিলে সমস্যা কী?

২. উপাত্ত (data) কেনো যোগান (input) নিতে হবে? সুবিধা-অসুবিধা কী কী?

৩. যোগান যাচনা (input prompt) কী? যোগান নেয়ার আগে কেন যাচনা করা উচিৎ?

৪. চলকে (variable) মান আরোপণে (assignment) লক্ষ্য ও উৎসে কী ঘটে বর্ণনা করো।

৫. চলকের বাম-মান আর ডান-মান বলতে কী বুঝো? উদাহরণ দিয়ে ব্যাখ্যা করো।

৬. আরোপণে = চিহ্নের বামে কেন এমন কিছু দেয়া যায় না যার কেবল ডান মান আছে?

৭. আত্ন-শরণ (self-referential) আরোপণ কী উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা করো।

৮. দুটি চলকে (variable) থাকা মান বদলাবদলি করবে কেমনে ব্যাখ্যা করো।

পরিগণনার সমস্যা: নীচে আমরা কিছু পরিগণনার সমস্যা দেখবো। এই সমস্যাগুলো আগে ধৈর্য্য ধরে নিজে নিজে সমাধান করতে চেষ্টা করবে। যখন একেবারেই পারছো না বলে মনে হয় তখনই কেবল সমাধান দেখে নিতে পারো। সমাধানগুলো পরিগণনার প্রশ্নগুলোর শেষে আছে।

১. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি একটি পূর্ণক (int) ও একটি ভগ্নক (float) যোগান (input) নিয়ে সেগুলো আবার ফলনে (output) দেখায়।

২. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি দুটি ভগ্নক (float) সংখ্যা যোগান (input) নিয়ে সংখ্যা দুটি ও তাদের যোগফল ফলনে (output) দেখায়।

৩. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি তিনটি পূর্ণক (int) যোগান (input) নিয়ে তাদেরকে যে ক্রমে যোগান নেয়া হয়েছে সেই ক্রমে আবার উল্টোক্রমে দেখাবে। যেমন ভুক্ত সংখ্যা তিনটি যদি হয় পর পর 2 3 1 তাহল সিধা ক্রমে দেখাবে 2 3 1 আবার তাদের উল্টাক্রমে দেখাবে 1 3 2। খেয়াল করো আমরা কিন্তু মানের ক্রম বলছি না।

৫.৭. অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

৪. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি একদম ঠিক ঠিক নীচের মতো যোগান (input) ও ফলন (output) উৎপন্ন করে। তুমি কিন্তু পরীক্ষার নম্বরগুলো যোগান নিবে, আর আমরা একেকবার চালানোর সময় এক এক রকম সংখ্যা যোগান দিবো।

```
folafol nirnoyer kromolekho
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
prothom porikkhai koto? 90
ditiyo porikkhai koto? 75
tritiyo porikkhai koto? 91
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
shorbo mot number holo 256
```

পরিগণনা সমাধান: এবার আমরা পরিগণনার সমস্যাগুলোর সমাধান দেখবো। মনে রাখবে সমাধানগুলো দেয়া হয়েছে তুমি যদি একান্তই নিজে নিজে করতে পারছোনা বলে মনে হয়, তখন কেবল একটু সাহায্য যাতে পেতে পারো তাই। কাজেই পারতপক্ষে সমাধান দেখবে না।

আমরা ধরে নিচ্ছি যে তুমি দরকারী শির নথি (header) অন্তর্ভুক্ত করা, নামাধার (namespace) std ব্যবহার করা, main বিপাতকের কংকাল লেখা আর সেটার শেষে return EXIT_SUCCESS; লিখে মান ফেরত দেয়া ইত্যমধ্যে ভালো করে শিখে ফেলেছো। তো তুমি যদি নীচে লেখা ক্রমলেখাংশগুলো সংকলন (compile) করে চালাতে (run) চাও, তোমাকে কিন্তু আগে include, namespace, main, return এগুলো লিখে নিতে হবে, তারপর main বিপাতকের ভিতরে return এর আগে তুমি আমাদের নীচের অংশগুলো লিখে নিবে। তারপর সংকলন করে ক্রমলেখ চালাবে। আমরা এখন থেকে মোটামুটি এইভাবে ক্রমলেখাংশ দেখাবো।

১. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি একটি পূর্ণক (int) ও একটি ভগ্নক (float) যোগান (input) নিয়ে সেগুলো আবার ফলনে (output) দেখায়।

ফিরিস্তি ৫.৩: যোগান ও ফলনের ক্রমলেখ (Input Output Program)

```
int purnok;
float vognok;

cout << "purnok koto? ";
cin >> purnok;

cout << "vognok koto? ";
cin >> vognok;

cout << "puronok holo " << purnok << endl;
cout << "vognok holo " << vognok << endl;
```

২. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি দুটি ভগ্নক (float) সংখ্যা যোগান (input) নিয়ে সংখ্যা দুটি ও তাদের যোগফল ফলনে (output) দেখায়।

ফিরিস্তি ৫.৪: যোগান প্রকিয়ন ফলন (Input Process Output)

```
float prothom, ditiyo;

cout << "songkhya duti koto? ";
cin >> prothom >> ditiyo;

float jogfol = prothom + ditiyo;

cout << "songkhya duti "; //  কোন endl নাই
cout << prothom << " " << ditiyo << endl;

cout << "tader jogfol " << jogfol << endl;
```

৩. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি তিনটি পূর্ণক (int) যোগান (input) নিয়ে তাদেরকে যে ক্রমে যোগান নেয়া হয়েছে সেই ক্রমে আবার উল্টোক্রমে দেখাবে। যেমন ভুক্ত সংখ্যা তিনটি যদি হয় পর পর 2 3 1 তাহল সিধা ক্রমে দেখাবে 2 3 1 আবার তাদের উল্টাক্রমে দেখাবে 1 3 2। খেয়াল করো আমরা কিন্তু মানের ক্রম বলছি না।

ফিরিস্তি ৫.৫: যোগানের সিধা ক্রম উল্টা ক্রম (Input Order Reverse Order)

```
int prothom, ditiyo, tritiyo;

cout << "songkhya tinti koto? ";
cin >> prothom >> ditiyo >> tritiyo;

cout << "sidha krome " << prothom << " ";
cout << ditiyo << " " << tritiyo << endl;

cout << "ulta krome " << tritiyo << " ";
cout << ditiyo << " " << prothom << endl;
```

৪. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি একদম ঠিক ঠিক নীচের মতো যোগান (input) ও ফলন (output) উৎপন্ন করে। তুমি কিন্তু পরীক্ষার নম্বরগুলো যোগান নিবে, আর আমরা একেকবার চালানোর সময় এক এক রকম সংখ্যা যোগান দিবো।

```
folafol nirnoyer kromolekho
- - - - - - - - - - - - - - -
prothom porikkhai koto? 90
ditiyo porikkhai koto? 75
tritiyo porikkhai koto? 91
- - - - - - - - - - - - - - -
shorbo mot number holo 256
```

ফলাফল প্রক্রিয়াকরণের ক্রমলেখটি আমরা নীচে দেখাচ্ছি।

ফিরিস্তি ৫.৬: ফলাফল প্রক্রিয়ার ক্রমলেখ (Result Processing Program)

```
int prothom, ditiyo, tritiyo;

cout << "folafol nirnoyer kromolekho" << endl;

cout << "- - - - - - - - - - - - - - - -" << endl;

cout << "prothom porikkhai koto? ";
cin >> prothom;

cout << "ditiyo porikkhai koto? ";
cin >> ditiyo;

cout << "tritiyo porikkhai koto? ";
cin >> tritiyo;

cout << "- - - - - - - - - - - - - - - -" << endl;

int folafol = prothom + ditiyo + tritiyo;

cout << "shorbo mot number holo ";
cout << folafol << endl;
```

৫.৮ গণনা পরিভাষা (Computing Terminologies)

- সূত্র (formula)
- যাচনা (prompt)
- অদল-বদল (swap)
- বাম-মান (l-value)
- ডান-মান (r-value)
- আত্ম-শরণ (self-reference)

অধ্যায় ৬

গাণিতিক প্রক্রিয়াকরণ (Mathematical Processing)

গাণিতিক প্রক্রিয়াকরণে রাশিতে (expression) গাণিতিক অণুক্রিয়া (operator) ও বিপাতক (function) সমুহ কী ভাবে হিসাব করা হয় আমাদের তা জানতে হবে।

৬.১ একিক অণুক্রিয়া (Unary Operators)

সিপিপিতে একিক (unary) অণুক্রিয়ক ধনাত্নক (positive) + আর ঋণাত্নক (negative) – কী ভাবে কাজ করে? যথাযথ ক্রমলেখ লিখে উদাহরণ সহ বুঝিয়ে দাও। একিক (unary) অণুক্রিয়ক (operator) একটা উপাদানের (operand) ওপর প্রযুক্ত হয়ে ফলাফল উৎপন্ন করে।

ফিরিস্তি ৬.১: পাটিগণিতের ধনাত্নক ও ঋণাত্নক (Arithmetic Positive Negative)

```
int a = 5;     int const b = -9; // a চলক b ধ্রুবক
cout << "+7 = " << +7 << "     -7 = " << -7 << endl;
cout << "+a = " << +a << "     -a = " << -a << endl;
cout << "+b = " << +b << "     -b = " << -b << endl;
cout << endl;
cout << "+(a*b) = " << +(a*b);     //  a*b হল রাশি
cout << "     -(a*b) = " << (a*b) << endl;
cout << "+abs(b) = " << +abs(b);  //abs() বিপাতক
cout << "     -abs(b) = " << -abs(b) << endl;
```

ফলনাংশ (output segment)

```
+7 = 7     -7 = -7
+a = 5     -a = -5
+b = -9     -b = 9

+(a*b) = -45     -(a*b) = -45
+abs(b) = 9     -abs(b) = -9
```

কোন সংখ্যা, চলক (variable), ধ্রুবক (constant), বিপাতক (function), বা রাশির (expression) সামনে ধনাত্মক চিহ্ন থাকলে তার যে মান সেটিই থাকে, কিন্তু ঋণাত্মক চিহ্ন থাকলে তার চিহ্ন বদলে যায় অর্থাৎ আগে ধনাত্মক থাকলে পরে ঋণাত্মক হয়ে যায় আর আগে ঋণাত্মক থাকলে পরে ধনাত্মক হয়ে যায়। চলক ও ধ্রুবক আগেই জানো। বিপাতক (function) হলো এমন একটা জিনিস যে কিছু যোগান (input) নিয়ে কিছু ফলন (output) দেয়। যেমন cstdlib নামক শির নথিতে (header file) abs(x) নামে একটা বিপাতক আছে যেটি একটি সংখ্যা যোগান নিয়ে তার চিহ্নটুকু বাদ দিয়ে কেবল মানটুকু ফলন হিসাবে ফেরত দেয়। অর্থাৎ abs(3) হলো 3 আবার abs(-3)ও 3। একই ভাবে abs(3.5) হলো 3.5 আবার abs(-3.5)ও 3.5। রাশি (expression) হল সংখ্যা, ধ্রুবক, চলক, অণুক্রিয়ক, বিপাতক মিলে যখন একটা জিনিস তৈরী হয় যার মান হিসাব করা যায় যেমন 3 + x $*$ abs(y) একটি রাশি যেখানে x আর y হল চলক।

৬.২ দুয়িক অণুক্রিয়া (Binary Operators)

সিপিপিতে দুয়িক (binary) অণুক্রিয়কগুলো যোগ +, বিয়োগ $-$, গুণ $*$, কী ভাবে কাজ করে? যথাযথ ক্রমলেখ লিখে উদাহরণ সহ বুঝিয়ে দাও। দুয়িক অণুক্রিয়ক (operator) দুটো উপাদানের (operand) ওপর প্রযুক্ত হয়ে ফলাফল উৎপন্ন করে।

ফিরিস্তি ৬.২: পাটিগণিতের যোগ বিয়োগ গুণ (Arithmetic Plus Minus Times)

```
cout << "5 + 3 = " << 5 + 3 << endl;
cout << "5.1 + 3 = " << 5.1 + 3 << endl;
cout << "5.1 + 3.2 = " << 5.1 + 3.2 << endl;
cout << endl;

cout << "5 - 3 = " << 5 - 3 << endl;
cout << "5.1 - 3 = " << 5.1 - 3 << endl;
cout << "5.1 - 3.2 = " << 5.1 - 3.2 << endl;
cout << endl;

cout << "5 * 3 = " << 5 * 3 << endl;
cout << "5.1 * 3 = " << 5.1 * 3 << endl;
cout << "5.1 * 3.2 = " << 5.1 * 3.2 << endl;
cout << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশ (program segment) খেয়াল করো। আর তার সাথে নীচের ফলনাংশ (output segment) মিলিয়ে নাও। লক্ষ্য করো আমরা তিনটি করে যোগ, বিয়োগ, আর গুণ করেছি। যোগ, বিয়োগ, বা গুণ আমরা ভালোই জানি, নতুন করে শেখার কিছু নাই। তবে একটি বিষয় খেয়াল করতে হবে। সেটি হলো উপাত্তের ধরণ কেমন? আর এ কারণেই আমরা প্রতিটি অণুক্রিয়ার (operator) জন্যে তিনটি করে উদাহরণ নিয়েছি। প্রতিটি অণুক্রিয়ার উদাহরণগুলোর প্রথম সারিতে খেয়াল করো। সেখানে উপাদান (operand) হিসাবে আমরা দুটো পূর্ণকের যোগ, বিয়োগ বা গুণ করেছি, যেমন 5 + 3, 5 $-$ 3 আর 5 $*$ 3। ফলাফল হিসাবে যা পেয়েছি তাও একটি পূর্ণক, যেমন 8, 2, আর 15। এবার প্রতিটি অণুক্রিয়ার জন্য তৃতীয় সারিতে খেয়াল করো। সেখানে উপাদান (operand) হিসাবে আমরা দুটো ভগ্নক যোগ, বিয়োগ বা গুণ করেছি, যেমন 5.1 + 3.2, 5.1 $-$ 3.2 আর 5.1 $*$ 3.2। ফলাফল হিসাবেও আমরা পেয়েছি একটি ভগ্নক যেমন

8.3, 1.9, আর 16.32। তারপর প্রতিটি অণুক্রিয়ার জন্য দ্বিতীয় সারিতে খেয়াল করো। উপাদান হিসাবে একটি ভগ্নক ও একটি পূর্ণক যোগ, বিয়োগ বা গুণ করা হয়েছে যেমন 5.1 + 3, 5.1 − 3, আর 5.1 * 3। আর ফলাফল এসেছে একটি ভগ্নক যেমন 8.1, 2.1, আর 15.3, যেগুলোর কোনটিই পূর্ণক নয়। উপাদানদুটো একটা ভগ্নক হওয়ায় ফলাফলও ভগ্নক হয়ে গেছে।

ফলনাংশ (output segment)

```
5 + 3 = 8
5.1 + 3 = 8.1
5.1 + 3.2 = 8.3

5 − 3 = 2
5.1 − 3 = 2.1
5.1 − 3.2 = 1.9

5 * 3 = 15
5.1 * 3 = 15.3
5.1 * 3.2 = 16.32
```

তাহলে উপরের আলোচনা থেকে আমরা দেখলাম কোন অণুক্রিয়ার (operator) যদি দুটি উপাদানই (operand) একরকম হয় তাহলে ফলাফলও সেই রকমই হয়। যেমন উপাদান দুটোই int হলে ফলাফলও int; উপাদান দুটোই float হলে ফলাফলও float। আর যদি দুটো উপাদান দুরকম হয় যেমন একটি পূর্ণক বা int আর একটি ভগ্নক বা float তাহলে ফলাফল হবে ভগ্নক বা float। গণিতে আমরা জানি পূর্ণক সংখ্যাগুলো একই সাথে ভগ্নকও যেমন 3 আসলে 3.0, কিন্তু একটি ভগ্নক কিন্তু পূর্ণক নাও হতে পারে যেমন 5.1 ভগ্নক কিন্তু একে পূর্ণক হিসাবে লেখা সম্ভব নয়। আর এ কারণে কোন অণুক্রিয়া (operator) প্রয়োগের পূর্বে উপাদান (operand) দুটো দুরকম হলে প্রথমে পূর্ণকটিকে ভিতরে ভিতরে ভগ্নকে রূপান্তর করে নেয়া হয়, আর তারপর যোগ, বিয়োগ বা গুণ করা হয় দুটোকে ভগ্নক হিসাবে নিয়েই। এই যে ভিতরে ভিতরে পূর্ণকটি ভগ্নকে রূপান্তর করা হয় এটা এক রকমের উপাত্ত প্রকারান্তর (type casting)। উপাত্ত প্রকারান্তর নিয়ে আমরা পরে আরো বিস্তারিত জানবো, আপাতত পূর্ণক থেকে ভগ্নকে প্রকারান্তর মনে রাখো।

৬.৩ ভাগফল ও ভাগশেষ (Division and Remainder)

সিপিপিতে দুয়িক (binary) অণুক্রিয়ক ভাগফল (division) ও ভাগশেষ (remainder) কী ভাবে কাজ করে? যথাযথ ক্রমলেখ লিখে উদাহরণ সহ বুঝিয়ে দাও। তুমি ইত্যমধ্যে জেনেছো দুয়িক অণুক্রিয়ক (operator) দুটো উপাদানের (operand) ওপর প্রযুক্ত হয়ে ফলাফল উৎপন্ন করে।

ফিরিস্তি ৬.৩: পাটিগণিতের ভাগফল অণুক্রিয়া (Arithmetic Division Operation)

```
cout << "13 / 5 = " << 13 / 5 << endl;
cout << "13.0 / 5 = " << 13.0 / 5 << endl;
cout << "13 / 5.0 = " << 13 / 5.0 << endl;
cout << "13.0 / 5.0 = " << 13.0 / 5.0 << endl;
```

ভাগফলের উপাত্ত প্রকরণ (data type) কেমন হবে সেই নিয়ম আসলে যোগ, বিয়োগ, বা গুণের মতো একই। যদি দুটো উপাদানই (operand) এক রকমের হয় তাহলে ফলাফলও হবে

সেই রকমেরই। কিন্তু উপাদান দুটোর একটি যদি হয় পূর্ণক বা int আরেকটি ভগ্নক বা float তাহলে ফলাফল হবে একটি ভগ্নক বা float। এখানেও ভিতরে ভিতরে int প্রথমে float এ প্রকারান্তর (type casting) হয়ে যাবে, ভাগের কাজটি হবে উপাত্ত প্রকারান্তর হবার পরে। উপাত্ত প্রকারান্তর ছাড়াও ভাগের ক্ষেত্রে ভাগশেষ থাকবে কি থাকবে না সেটার একটা ব্যাপার আছে।

ফলনাংশ (output segment)

```
13 / 5 = 2
13.0 / 5 = 2.6
13 / 5.0 = 2.6
13.0 / 5.0 = 2.6
```

উপরের ফলনাংশ লক্ষ্য করো, যদি ভাগের উপাদান দুটোর যেকোন একটিও ভগ্নক হয়, যেমন শেষের তিন সারি, তাহলে কিন্তু ভাগশেষের কোন ব্যাপার থাকে না, ফলে আমরা সেক্ষেত্রে ভাগফল পাই 2.6। কিন্তু ভাগের ক্ষেত্রে যদি দুটো উপাদানই পূর্ণক হয়, যেমন প্রথম সারি তাহলে ভাগটি কিন্তু একটু আলাদা। যেমন 13 / 5 করলে আমরা ফলাফল পাই 2 কারণ আমরা জানি এক্ষেত্রে 3 অবশিষ্ট থাকে। ভাগের ক্ষেত্রে আরো একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় আছে তা হলো উপাদানের পূর্ণকগুলো ধনাত্মক না ঋণাত্মক। কারণ ঋণাত্মক সংখ্যার ভাগ একটু বিটকেলে হতে পারে। সব মিলিয়ে পূর্ণ সংখ্যার ভাগ আরো বিস্তারিত করে আমরা ভাগশেষের সাথে মিলিয়ে নীচে আলোচনা করবো। তবে একটা কথা মনে রাখবে ভাগের ক্ষেত্রে যদি ভাজক শুন্য হয় যেমন 13 / 0 তাহলে তোমার ক্রমলেখ চালানোর (run) সময় divide by zero বা শুন্য দিয়ে ভাগ নামে ত্রুটিবার্তা (error message) দেখিয়ে বন্ধ হয়ে যাবে। এই রকম ত্রুটি সংকলনের (compile) সময় ধরা পড়ে না, কেবল চালানোর (run) সময় বা নির্বাহ (execute) করার সময় ধরা পড়ে, তাই এদেরকে বলা হয় চলা-কালীন (run-time) বা নির্বাহ-কালীন (execution-time) ত্রুটি।

ফিরিস্তি ৬.৪: পাটিগণিতের ভাগশেষ অণুক্রিয়া (Arithmetic Remainder Operation)

```
cout << "13 / 5 = " << 13 / 5 << "    ";
cout << "13 % 5 = " << 13 % 5 << endl;

cout << "13 / -5 = " << 13 / -5 << "    ";
cout << "13 % -5 = " << 13 % -5 << endl;

cout << "-13 / 5 = " << -13 / 5 << "    ";
cout << "-13 % 5 = " << -13 % 5 << endl;

cout << "-13 / -5 = " << -13 / -5 << "    ";
cout << "-13 % -5 = " << -13 % -5 << endl;

// নীচের সারিগুলো সংকলন (compile) হবে না, ভগ্নকে ভাগশেষ হয় না
// cout << "13.0 % 5 = " << 13.0 % 5 << endl;
// cout << "13.0 % 5.0 = " << 13.0 % 5.0 << endl;
// cout << "13.0 / 5.0 = " << 13.0 / 5.0 << endl;
```

যাইহোক সবশেষে আমরা ভাগশেষ দেখি। ভাগের ক্ষেত্রে আমরা আলোচনা করেছি ভগ্নক বা float এর জন্য ভাগশেষের কোন ব্যাপার নেই। কাজেই ভাগশেষ অণুক্রিয়ার (operator) উপাদান (operand) দুটোর যে কোন একটিও যদি ভগ্নক হয়, তাহলে ভাগশেষ মোটামুটি অর্থহীন

হয়ে যায়। কাজেই এমন কিছু আমাদের ক্রমলেখতে (program) লিখলে সংকলন (compile) করার সময় ত্রুটি (error) আসবে। নীচের ক্রমলেখাংশের শেষের তিনটি সারি দেখতে পারো যে-গুলো টীকা হিসাবে রাখা আছে। ওইগুলো টীকা না করে সামনের // হেলানো দাগ দুটো তুলে দিলে ক্রমলেখয়ের অংশ হয়ে যাবে, আর তখন সংকলন করলে ত্রুটি আসবে, করে দেখতে পারো।

একটা বিষয় খেয়াল করেছো, এখানে আমরা কিন্তু টীকার (comment) হেলানো // চিহ্ন দুটোর একরকমের অপব্যবহার করেছি। উপরের ক্রমলেখাংশের শেষ তিনটি সারি আসলে কোন ভাবেই প্রকৃত টীকা নয়। ওগুলোতো বাংলায় বা ইংরেজীতে লেখা নয়, ওগুলো সিপিপিতে লেখা আর টীকা চিহ্ন তুলে নিলেই ওগুলো ক্রমলেখয়ের অংশ হয়ে যাবে সহজেই। তবু কেন এখানে আমরা ওগুলোকে টীকার ভিতরে রাখলাম? এটা আসলে একটা খুবই উপকারী কৌশল। টীকার ভিতরে রাখলে যেহেতু সেটা ক্রমলেখয়ের ঠিক অংশ থাকে না, সংকলন হয় না, কোন ত্রুটি আসার ব্যাপার নাই, আমরা তাই মাঝে মাঝে কিছু কিছু সিপিপিতে লেখা অংশও টীকার ভিতরে রাখি। ক্রমলেখ (program) লেখার সময় আমরা নানান কিছু পরীক্ষা নিরীক্ষা করি, এভাবে করি, ওভাবে করি। তখন যে অংশগুলো ওই সময় দরকার নাই, চাইলে সেগুলো তো মুছে ফেলা যায়, কিন্তু মুছে ফেললেই তো তোমাকে পরে আবার কষ্ট করে লিখতে হতে পারে। এমতাবস্থায় তুমি যদি ওই অদরকারী অংশটুকুতে টীকা দিয়ে (commenting) দাও, ব্যস হয়ে গেলো। কোন ঝামেলা নাই, পরে ওই অংশটুকু আবার দরকার হলেই টীকা তুলে (uncomment) নিবে। কী চমৎকার কৌশল তাই না! আমরা সবাই এটি হরদম ব্যবহার করি। এখন থেকে এই কৌশল কাজে লাগাবে, কেমন!

ফলনাংশ (output segment)

```
13  /  5  =  2      13  %  5  =  3
13  /  -5  =  -2      13  %  -5  =  3
-13  /  5  =  -2      -13  %  5  =  -3
-13  /  -5  =  2      -13  %  -5  =  -3
```

এবারে ভাগশেষের ফলাফলের দিকে নজর দেই। ভাগফল সহ আলোচনার সুবিধার জন্য উপরের ক্রমলেখাংশ (program segment) আর ফলনাংশে (output segment) আমরা ভাগশেষের সাথে সাথে ভাগফলও দেখিয়েছি। আমরা আগেই আলোচনা করেছি ভাগশেষ করা যায় কেবল পূর্ণকের জন্য। ভাগ করলে যা অবশেষ থাকে তাই ভাগশেষ। কিন্তু পূর্ণক তো ধনাত্মকও (positive) হতে পারে, ঋণাত্মকও (negative) হতে পারে। আসলে ঋণাত্মক সংখ্যার ভাগশেষ নিয়েই যতো জটিলতা সৃষ্টি হয়। ঋণাত্মক সংখ্যার ভাগশেষ নিয়ে নানান রকম নিয়ম আছে, আমরা এখানে আলোচনা করছি cpp.sh এ যে নিয়মে ভাগশেষ হয়, সেটা নিয়ে। তুমি যে সংকলক (compiler) দিয়ে ক্রমলেখ সংকলন (compile) করবে, জেনে নিও সেখানে কেমন হয়। কারো কাছে থেকে জেনে নিতে পারো। অথবা নিজেই উপরের ক্রমলেখাংশ (program segment) এর মতো করে ক্রমলেখ তৈরী করে চালিয়ে দেখে নিতে পারো। তেমন কঠিন কিছু নয়।

যাইহোক উপরের ফলনাংশ খেয়াল করো। সেখানে কিন্তু কোন ভগ্নক নেই, সবগুলোই পূর্ণক, তবে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আছে। খেয়াল করো ভাগফল ও ভাগশেষ উভয় ক্ষেত্রে কেবল মানটা পাওয়া যায় চিহ্ন বিবেচনা না করলে। যেমন চারটা ব্যাপারের সবগুলোতেই চিহ্ন বাদ দিলে ভাজক (divisor) আর ভাজ্য (dividend) হয় কেবল 5 আর 13। 13 কে 5 দিয়ে ভাগ করলে ভাগফল হয় 2 আর ভাগশেষ হয় 3। এই পর্যন্ত সবগুলো ব্যাপারেই ঠিক আছে, কিন্তু গোলমাল বাঁধে কেবল চিহ্ন নিয়ে, ভাগফল বা ভাগশেষ কখন ধনাত্মক $+$ হবে আর কখন ঋণাত্মক $-$ হবে। ভাগফলের ক্ষেত্রে খেয়াল করো যখনই সংখ্যা দুটোর চিহ্ন একই রকম তখন ভাগফল ধনাত্মক যেমন প্রথম ও চতুর্থ সারি, আর যখনই তারা বিপরীত চিহ্নের তখনই ভাগফল ঋণাত্মক যেমন দ্বিতীয় ও তৃতীয় সারি। ভাগশেষের ক্ষেত্রে চিহ্ন নির্ভর করে ভাজ্য (dividend) এর ওপর, ভাজকের ওপর নয়। ভাজ্য যখনই ধনাত্মক যেমন 13, ভাগশেষ তখন ধনাত্মক $+$ হয়েছে। আর ভাজ্য যখন ঋণাত্মক যেমন

-13 তখন ভাগশেষ ঋণাত্মক $-$ হয়েছে। ভাগশেষের চিহ্ন 5 বা -5 এর চিহ্নের ওপর নির্ভর করে নাই। একটা বিষয় আগেই বলেছি, ভাগফল ও ভাগশেষের ক্ষেত্রে ভাজক যদি শুন্য হয় তাহলে তোমার ক্রমলেখক চালানোর সময় divide by zero বা শুন্য দিয়ে ভাগ নামে ত্রুটিবার্তা দেখিয়ে বন্ধ হয়ে যাবে। এই রকম ত্রুটি সংকলনের (compile) সময় ধরা পড়ে না, কেবল চালানোর (run) সময় ধরা পড়ে, তাই এদেরকে বলা হয় চলা-কালীন ত্রুটি (run-time error)।

উপরের উদাহরণগুলোতে আমরা যদিও কেবল সংখ্যাই সরাসরি ব্যবহার করেছি, তুমি কিন্তু চাইলে কোন চলক (variable) বা ধ্রুবক (constant) ব্যবহার করতে পারতে। তুমি চাইলে কোন রাশি (expression) বা বিপাতক (function) ও ব্যবহার করতে পারতে। আসলে ডান-মান (rvalue) আছে এরকম যে কোন কিছুই এখানে ব্যবহার করা যেতে পারে। এই আলোচনাগুলো একিক অণুক্রিয়ার সময়ই আলোচনা করা হয়েছে, তবুও আবার বলি। বিপাতক (function) এমন একটা জিনিস যে কিছু যোগান (input) নিয়ে কিছু ফলন (output) দেয়। যেমন cstdlib নামক শির নথিতে (header file) abs(x) নামে একটা বিপাতক আছে যেটি একটি সংখ্যা যোগান নিয়ে তার চিহ্নটুকু বাদ দিয়ে কেবল মানটুকু ফলন হিসাবে ফেরত দেয়। অর্থাৎ abs(3) হলো 3 আবার abs($-$3)ও 3। একই ভাবে abs(3.5) হলো 3.5 আবার abs($-$3.5)ও 3.5। রাশি (expression) হল সংখ্যা, ধ্রুবক, চলক, অণুক্রিয়ক, বিপাতক মিলে যখন একটা কিছু তৈরী করা হয় যার মান আছে সেটি, যেমন 3 + x $*$ abs(y) একটি রাশি যেখানে x আর y হল চলক।

```
int a = 4, b = -3;
int const c = 5;

a + 3, c / b, b * c;      //চলক, ধ্রুবক, সংখ্যা
a = c % abs(b);           // abs(b) হল বিপাতক
a = a - ( b * c);         // b * c হল রাশি
```

৬.৪ আরোপণ অণুক্রিয়া (Assignment Operator)

আরোপণে (assignment) চলকের জন্য স্মরণিতে (memory) বরাদ্দকৃত স্থানে মান ভরে দেয়ার ব্যাপারটা আমরা আগে দেখেছি। কিন্তু আরোপণ আসলে একটা অণুক্রিয়াও (operator) বটে। আরোপণ একটা অণুক্রিয়া এই কথার মানে কী? আমরা আরোপণ নিয়া কী কী করতে পারবো?

আরোপণ (assignment) একটা অণুক্রিয়া (operator) এই কথার মানে হলো আরোপণ কিছু উপাদানের (operand) ওপর প্রযুক্ত হয়ে একটি ফলাফল উৎপন্ন করে। সত্যি বলতে গেলে যোগ, বিয়োগ, গুণ বা ভাগের মতো আরোপণও আসলে একটা দুয়িক (binary) অণুক্রিয়া। কাজেই এটি দুটি উপাদানের (operand) ওপর প্রযুক্ত হয়। আরোপণের বাম পাশে একটা উপাদান থাকে যার বাম-মান থাকতে হবে অর্থাৎ যার জন্য স্মরণিতে (memory) জায়গা বরাদ্দ থাকতে হবে, যেমন চলক। আর আরোপণের ডানে থাকতে হবে এমন কিছু যার ডান-মান বা মান আছে, যেমন চলক (variable), ধ্রুবক (constant), বিপাতক (function) বা রাশি (expression)। কথা হচ্ছে আরোপণের ফলে উৎপন্ন হওয়া ফলাফলটা কী? আসলে যে মানটি আরোপণের বামপাশের চলকে আরোপিত হয় সেই মানটিই আরোপণ অণুক্রিয়ার ফলাফল হিসাবেও বিবেচনা করা হয়।

```
int v = 3, w = -5, x, y, z; //  ভগ্নকও নেয়া যেতে পারে
x = v + 5;     //  চলক x এর মান 8, আরোপণের ফলাফলও 8
y = abs(w);    //  চলক y এর মান 5, আরোপণের ফলাফলও 5
z = x + y;     //  চলক z এর মান 13, আরোপণের ফলাফলও 13
```

উপরে ক্রমলেখাংশে v + 5 বা 3 + 5 অর্থাৎ 8 আরোপিত হয়েছে x এ। তারপর, abs(w) বিপাতক w বা −5 এর মান হতে চিহ্ন ছাড়া 5 ফেরত দিয়েছে যা আরোপিত হয়েছে y চলকে। আর শেষে x + y বা 8 + 5 অর্থাৎ 13 আরোপিত হয়েছে z চলকে।

তাহলে অন্যান্য অণুক্রিয়ার মতো আরোপণ অণুক্রিয়ারও যেহেতু একটি ফলাফল আছে কাজেই সেই ফলাফলটি অন্য কোন চলক যার বাম-মান আছে তাতে আবারও আরোপন করা সম্ভব!

```
int v = 3, w = -5, x, y, z; //  ভগ্নকও নেয়া যেতে পারে
x = (v + w);// যোগ অণুক্রিয়ার ফলাফল একটি চলকে আরোপণ
z = (y = x);// ডানের আরোপণের ফলাফল বামেরটিতে আরোপণ
z = v * w;  // গুণ আগে হবে, গুণফল আরোপণ তারপরে হবে
z = y = x;  // ডানের আরোপন আগে, সেই ফল নিয়ে বামের আরোপন
```

সুতরাং কেউ যেমন অনেকগুলো যোগ পরপর লিখতে পারে x + y + z + 3, ঠিক তেমনি চাইলেই কেউ অনেকগুলো আরোপণও পরপর লিখতে পারে যেমন z = y = x = w। তবে কোন বন্ধনী নাই ধরে নিলে, যোগের ক্ষেত্রে সাধারণত সবচেয়ে বামের যোগটি থেকে শুরু হয়ে যোগগুলো পরপর বাম থেকে ডানে একে একে হতে থাকে। আর আরোপণের (assignment) এর ক্ষেত্রে সবচেয়ে ডানে আরোপণ হতে শুরু করে আরোপণগুলো ডান থেকে বামে একে একে হতে থাকে।

```
int x = 1, y = 2; z = 3;  // আদি মান আরোপণ

x + (y = 3);      // y হলো 3, ফলাফল 1 + 3 বা 4
y = x + (z = 4);  // z হলো 4, y হলো 1 + 4 বা 5
z = 5 + (y = z -3); // y হলো 4 - 3 বা 1, z হলো 5 + 1
```

উপরের উদাহরণের শেষ তিনটি সারি খেয়াল করো। চলক ঘোষনার পরের সারির বিবৃতিতে (statement) x + (y = 3); প্রথমে বন্ধনীর ভিতরে y এর মান 3 আরোপণ (assign) হবে আর আরোপণের (assignment) ফলাফলও হবে 3, যা x এর মান 1 সাথে যোগ হয়ে যোগফল হবে 4। এই 4 হলো পুরো রাশিটির মান। এরপরের বিবৃতিতে y = x + (z = 4); প্রথমে বন্ধনীর ভিতরে z এর মান আরোপ হবে 4 আর ফলাফল ও 4, আর তারপর 4 ও x এর মান 1 এর সাথে যোগ হয়ে হবে 5 যা গিয়ে y চলকে আরোপিত হবে। এবারে আসি শেষ বিবৃতিতে z = 5 + (y = z −3); প্রথমে বন্ধনীর ভিতরে z − 3 হিসাব হবে, z এর মান ঠিক আগের সারিতে হয়েছে 4 সাথে 3 বিয়োগ হলে হয় 1 যা y এ আরোপিত হবে আর আরোপণের ফলাফলও (result) হবে 1। এরপর সেই 1 আর 5 যোগ হয়ে ফল হবে 6 যা z এর ভিতরে আরোপিত হবে।

৬.৫ যৌগিক আরোপণ (Compound Assignment)

যৌগিক আরোপণ (compound assignment) কী? সিপিপিতে যৌগিক আরোপণ কী ভাবে আরোপণের সাথে অন্য একটি অণুক্রিয়ার (operator) যোজন (composition) ঘটায়? আত্ম-শরণ (self referential) আরোপণের সাথে যৌগিক আরোপণের সম্পর্ক কী?

যৌগিক আরোপন হলো আরোপনের সাথে আর একটি অণুক্রিয়ার যোজন (composition)। আরোপন = এর সাথে যোগ + এর যোজন ঘটানোর ফলে নতুন যে অণুক্রিয়ক তৈরী হয় সেটি যোগ-আরোপণ +=। একই ভাবে আরোপন = ও বিয়োগ − যুক্ত হয়ে তৈরী হয় বিয়োগ-আরোপণ −=, তারপর একই ভাবে গুণ আরোপণ *=, ভাগফল আরোপণ /= আর ভাগশেষ আরোপণ %=।

```
x += 13;        // এর মানে আসলে x = x + 13;
x -= 7;         //  এর মানে আসলে x = x - 7;
y *= x;         // এর মানে আসলে y = y * x;
z /= x + y;     // এর মানে আসলে z = z / (x + y);
z %= abs(3);    // এর মানে আসলে z = z % abs(3);
```

তাহলে উপরের উদাহরণগুলো থেকে দেখা যাচ্ছে প্রতিটি যৌগিক আরোপণ আসলে এক এক-টি আত্ন-শরণ আরোপন (self-referential assignment)। যৌগিক আরোপণের বাম পাশে যে চলকটি থাকে সেটির মানের সাথে সংশ্লিষ্ট পাটিগণিতীয় অণুক্রিয়া যেমন যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগফল, বা ভাগশেষ হিসাব করা হয়, আর তারপর ফলাফলটি ওই চলকটিতেই আরোপ করা হয়। আসলে যৌগিক আরোপণগুলো ক্রমলেখ রচনার সময় কষ্ট স্রেফ কিঞ্চিত কমানোর জন্য তৈরী করা হয়েছে। অনেক সময় আরোপনের বাম পাশে যেটি থাকবে সেটি সহজ সরল চলক না হয়ে অন্য কিছু হতে পারে যেটি হয়তো খুবই বড়, সেটির অবশ্যই বাম-মান (l-value) আছে অর্থাৎ তার জন্য স্মর-ণিতে (memory) জায়গা দখল করা আছে। যেমন ধরো নীচের উদাহরণে আমরা সাজন (array) ব্যবহার করছি, শ্রেণী (class) ব্যবহার করছি, এগুলো কী এখনই তা জানতে চেয়ো না, আমরা পরে বিস্তারিত করে শিখবো ওগুলো। খালি খেয়াল করো প্রথম দু সারিতে কী ভাবে লম্বা একটা জিনিস আরোপ = চিহ্নের বাম ও ডান উভয় পাশেই আছে। আর খেয়াল করো শেষের সারির বিবৃতিটি: যৌগিক আরোপণ ব্যবহার করে ওই একই বিষয় কত চমৎকার করে সংক্ষেপে লেখা গেছে।

```
this->amarSajonCholok[suchok] =
    this->amarSajonCholok[suchok] + amarbriddhi;

this->amarSajonCholok[suchok] += amarbriddhi;
```

তাহলে দেখলে তো একই জিনিস আরোপ = চিহ্নের বাম পাশে একবার আবার পরক্ষণেই আরোপ = চিহ্নের ডানপাশেও একবার লিখতে হবে, এটি বেশ বিরক্তিকর, আর দেখতেও কত বিরক্তিকর লাগে। তারচেয়ে যৌগিক আরোপণ সংক্ষিপ্ত আর বুঝাটাও সহজ। ফলাফলের হিসাবে উভয় ক্ষেত্রে কিন্তু আমরা একই ফলাফল পাবো। তবে মনে রেখো ক্রমলেখ (program) চালাতে সময় কম লাগবে নাকি বেশী লাগবে সেইক্ষেত্রে কিন্তু যৌগিক আরোপণের কোন ভুমিকা নেই।

৬.৬ হ্রাস ও বৃদ্ধি অণুক্রিয়া (Increment and Decrement)

সিপিপিতে লেখা ক্রমলেখতে (program) আমরা ++ বা -- প্রায়ই দেখতে পাই। এইগুলো কী? একটা যোগ বা বিয়োগ চিহ্ন দেখেছি কিন্তু দুটো যোগ বা বিয়োগ একসাথে তো আজব ব্যাপার! দুটো যোগ বা বিয়োগ এক সাথে দেয়ার সুবিধা-অসুবিধা কী? ক্রমলেখ কি এতে দ্রুত চলে?

```
int x = 6, y; //  দুটো চলক একটার আদিমান আছে, আরেকটার নাই
++x;        // এক বেড়ে x হলো 7, y জানিনা কারণ আদিমান নেই
x++;        // এক বেড়ে x হলো 8, y জানিনা কারণ আদিমান নেই
y = ++x;    // এক বেড়ে x হলো 9, তারপর y এ 9 আরোপিত হলো
y = x++;    // প্রথমে y হলো x এর সমান বা 9, পরে x হলো 10
```

উপরের ক্রমলেখাংশ (program segment) খেয়াল করো। দুটো চলক (variable) নেয়া হয়েছে x আর y। চলক x এর আদিমান (initial value) দেয়া হয়েছে 6, কিন্তু y এর আদি মান দে-

য়া হয় নি। এরপর দ্বিতীয় আর তৃতীয় বিবৃতিতে রয়েছে ++x; আর x++;, খেয়াল করো উভয় ক্ষেত্রে x এর মান এক করে বেড়েছে, এ কারণে অবশ্য ++ কে বলা হয় বৃদ্ধি অণুক্রিয়ক (increment operator)। বৃদ্ধি অণুক্রিয়ক ++ চলকের আগেই দেয়া হউক আর পরেই দেয়া হউক ফলাফল কিন্তু একই। অবশ্য বৃদ্ধি ++ আগে ব্যবহার করলে এটিকে পূর্ব-বৃদ্ধি (pre-increment) আর পরে ব্যবহার করলে এটিকে উত্তর-বৃদ্ধি (post-increment) বলা হয়।

তবে বলে রাখি বৃদ্ধি অণুক্রিয়কের (increment operator) সাথে কিন্তু এমন কিছু ব্যবহার করতে হবে যার বাম-মান (l-value) রয়েছে অর্থাৎ স্মরণিতে (memory) জায়গা দখল করা আছে। চলকের (variable) যেহেতু বাম-মান আছে তাই আমরা চলক x ব্যবহার করতে পারলাম। কিন্তু তুমি যদি চাও ++3 বা 3++ লিখবে যাতে 4 পাওয়া যায় অথবা লিখবে (x+3)++ বা ++(x+3), তা লিখতে পারবে না, সংকলন (compile) ত্রুটি হবে। ত্রুটি হওয়ার কারণ 3 সংখ্যা (number) বা x+3 রাশির (expression) ডান-মান (r-value) তথা মান (value) আছে কিন্তু তাদের বাম-মান (l-value) তথা স্মরণিতে (memory) জায়গা দখল করা নেই। দরকার নেই তবুও বলে রাখি, তুমি কিন্তু ++ এর সাথে চলক x এর বদলে ধ্রুবক (constant) জাতীয় কিছু তো এমনিতেই ব্যবহার করতে পারবে না, কারণ ধ্রুবকের তো মান বদলানো যায় না।

যাইহোক ++ আগেই দেই আর পরেই দেই ++x বা x++ আসলে x+=1; অর্থাৎ x = x+1; এর সমতুল এবং সংক্ষিপ্ত রূপ বলতে পারো। লক্ষ্য করো বৃদ্ধিতে ++ যে 1 বৃদ্ধি ঘটে সেই ব্যাপারটা কিন্তু উহ্য থাকে। ফলে ++ কেবল একটা উপাদানের (operand) ওপর প্রযুক্ত হয় বলে মনে হয়। আর তাই ++ কে একটি একিক (unary) অণুক্রিয়ক (operator) বলা হয়। কথা হচ্ছে এই একিক অণুক্রিয়ার ফলাফলটা কী? ফলাফল তো আমরা আগেই দেখেছি, মান এক বেড়ে যাওয়া। সেটা ঠিক, কিন্তু তাছাড়াও বৃদ্ধি অণুক্রিয়ার (increment operator) ফলাফলে কিছু গুরুত্বপূর্ণ বিষয় আছে যে কারণে পূর্ব-বৃদ্ধি (pre-increment) আর উত্তর-বৃদ্ধি (post-increment) আলাদা।

পূর্ব-বৃদ্ধি (pre-increment) আর উত্তর বৃদ্ধি (post-increment) যে আলাদা তা পরিস্কার হবে উপরের ক্রমলেখাংশের (program segment) শেষের সারি দুটো দেখলে। যখন y = ++x; করা হয়েছে তখন x এর মান আগে বেড়ে হয়েছে 9 আর তারপর xএর সেই বেড়ে যাওয়া মান 9ই y এ আরোপিত (assign) হয়েছে। কিন্তু যখন y = x++; তখন কিন্তু খেয়াল করো আগে x এর মান y এ আরোপিত হয়েছে ফলে y হয়েছে 9 আর তারপর x এর মান বেড়েছে 1 ফলে হয়েছে 10। আচ্ছা y = ++x; আর y = x++; এ দুটোকে যদি আমরা বৃদ্ধি ++ ব্যবহার না করে লিখতাম তাহলে কেমন হতো? আমাদের অবশ্যই দুটো করে বিবৃতি লিখতে হতো। নীচে লক্ষ্য করো y = ++x; এ আগে মান বাড়ানো পরে আরোপণ, আর y = x++; এ আগে আরোপণ পরে মান বাড়ানো। আশা করা যায় পূর্ব-বৃদ্ধি (pre-) ও উত্তর-বৃদ্ধির (post-increment) তফাৎ পরিস্কার হয়েছে।

```
x = x + 1;   //  y= ++x; এ x এর মান বৃদ্ধি আগে ঘটবে
y = x;       //  y= ++x; এ y তে x এর মান আরোপন পরে

y = x;       //  y= x++; এ y তে x এর মান আরোপন আগে
x = x + 1;   //  y= x++; এ x এর মান বৃদ্ধি তার পরে
```

পূর্ব-বৃদ্ধি (pre-increment) আর উত্তর-বৃদ্ধির (post-increment) আরো একটা পার্থক্যও জানা দরকার অবশ্য। সেটা হলো পূর্ব-বৃদ্ধির ফলাফল আসলে একটা বাম-মান (l-value) এক্ষেত্রে চলকটির বাম-মান, অন্যদিকে উত্তর-বৃদ্ধির ফলাফল আসলে একটা ডান-মান (r-value)। আগেই বলেছি বৃদ্ধি অণুক্রিয়ার সাথে ব্যবহৃত উপাদানের (operand) অবশ্যই বাম-মান থাকতে হবে। ফলে উত্তর-বৃদ্ধির ফলাফলের ওপরে আবার কোন বৃদ্ধিই চালানো যায় না, কিন্তু পূর্ব-বৃদ্ধির ফলাফলের ওপর চালানো যায়। তুমি যদি পরীক্ষা করতে চাও তাহলে ++++x; বা (++x)++; চে-

ষ্টা করো, সংকলন (compile) হয়ে যাবে, কিন্তু x++++ বা ++(x++) চেষ্টা করো, সংকলন হবে না, ত্রুটি (error) আসবে পরের বৃদ্ধিটার জন্য "l-value required"। তুমি যদি স্রেফ ++x++; লিখো, এটা কিন্তু সংকলন হবে না, ত্রুটি দেখাবে, কারণ হলো পূর্ব ও উত্তর বৃদ্ধির মধ্যে উত্তর বৃদ্ধির অগ্রগণ্যতা (precedence) আগে, ফলে ++x++ আসলে ++(x++) এর সমতুল। অগ্রগণ্যতার ক্রমের (precedence order) নিয়মগুলো আমরা পরের এক পাঠে বিস্তারিত জানবো।

এবারে আমরা বৃদ্ধি ব্যবহারে ক্রমলেখয়ের গতির ওপর প্রভাব নিয়ে একটু আলোচনা করি। বৃদ্ধি (increment) ++x বা x++ সাধারণত x+=1 বা x=x+1 এর চেয়ে দ্রুতগতির, এর কারণ মুলত একদম যন্ত্র পর্যায়ে x++ বা ++x বিশেষ ভাবে নির্বাহিত হয় কিন্তু x+=1 বা x=x+1 সাধারণ যোগের মতো করে নির্বাহিত হয়। সাধারণতো পূর্ব-বৃদ্ধি (pre-increment) আর উত্তর-বৃদ্ধির (post-increment) মধ্যে পূর্ব-বৃদ্ধি দ্রুত গতির। কারণ হলো, উত্তর-বৃদ্ধির ফলাফল যেহেতু x এর মান বৃদ্ধি করবার আগের মান, তাই ওই আগের মানটি প্রথমে কোথাও ক্ষণস্থায়ী (temporarily) ভাবে রেখে দিতে হয়, আর x এর মান বৃদ্ধিটা তারপর ঘটে, আর তারপর ক্ষণস্থায়ী ভাবে রাখা মানটা ফলাফল হিসাবে আসে যেটি y = x++; এর ক্ষেত্রে y এ আরোপিত হয়। কিন্তু পূর্ব-বৃদ্ধির ক্ষেত্রে মান বৃদ্ধি আগে ঘটে আর ফলাফলটাও সেই বৃদ্ধিপ্রাপ্ত মানই, কাজেই ক্ষণস্থায়ী ভাবে আগের মান রেখে দেওয়ার কোন বোঝা (overhead) এখানে নেই। মোটকথা পূর্ব-বৃদ্ধি সরাসরি বাম-মানের ওপরই কাজ করে অর্থাৎ ++x এ সরাসরি চলকটার ওপরই কাজ করে, আর কোন ক্ষণস্থায়ী কিছু দরকার হয় না। এ কারণে পূর্ব-বৃদ্ধি ++x; উত্তর-বৃদ্ধি x++; এর চেয়ে বেশী দ্রুতগতির হয়ে থাকে। কাজেই তুমি পারতো পক্ষে ++x ব্যবহার করবে, x++ ব্যবহার করবে না।

ক্রমলেখতে বৃদ্ধি ব্যবহারে এবারে একটা পরামর্শ দেই। পূর্ব-বৃদ্ধি ও উত্তর-বৃদ্ধি নিয়ে অনেক রকম খেলা যায়, যেমন তুমি চাইলে x = (++x)++ + ++x; এর মতো অনেকগুলো + চিহ্ন দিয়ে কিছু একটা লিখতে পারো। এই রকম জটিল বিবৃতিগুলো হয়তো সংকলন (compile) হবে। এর ফলে ফলাফলও কিছু একটা আসবে, যেটা চাইলে বুঝা সম্ভব, কিন্তু বুঝতে গেলে মাথা বেশ গরম হয়ে যায়। আমার পরামর্শ হলো এইরকম জটিল বিবৃতি পারতো পক্ষে লেখবে না। সবসময় এমন ভাবে সংকেত (code) লিখবে যাতে পরে তুমি বা অন্য কেউ তেমন কোন কষ্ট ছাড়াই তোমার সংকেত দেখে বুঝতে পারে। মনে রাখবে সংকেত যত জটিল, তার ভুল বের করাও তত কঠিন।

উপরের পুরো আলোচনাতে আমরা কেবল বৃদ্ধি (increment) নিয়ে আলোচনা করেছি। আসলে হ্রাস (decrement) −− নিয়ে আলোচনাটা একদম একই রকম। আমরা তাই পুনরাবৃত্তি করবো না। কেবল জেনে রাখো হ্রাসের (decrement) ফলে মান 1 কমে যায়। তাই −−x বা x−− হলো x −= 1 বা x = x − 1 এর সমতুল। আমরা −−x কে পূর্ব হ্রাস (pre-decrement) আর x−− কে উত্তর-হ্রাস (post-decrement) বলি। পূর্ব-হ্রাসের তুলনায় উত্তর-হ্রাসের অগ্রগণ্যতা (precedence) বেশী। গতির দিক বিবেচনায় পূর্ব-হ্রাস, উত্তর-হ্রাসের চেয়ে শ্রেয়তর।

৬.৭ বির্তি অণুক্রিয়া (Comma Operator)

সিপিপিতে বির্তি অণুক্রিয়া (comma operator) কয়েকটি রাশি (expression) কে এক সাথে পরপর লেখায় সাহায্য করে। বির্তি (comma) অণুক্রিয়ার বামপাশের উপাদানের (operand) মান সব সময় নর্থক (void) হয় আর উপেক্ষিত হয়। এর অর্থ হচ্ছে ডান পাশের উপাদানটির (operand) মানই বির্তি অণুক্রিয়ার (comma operator) ফলাফল হয়।

একটা উদাহরণ দেখি x = (y=3, y+1); এই বিবৃতির ফলে বন্ধনীর ভিতরে প্রথমে বির্তির বাম পাশের রাশি হিসাবে y এর মান আরোপিত (assign) হবে 3। যদিও আরোপনের কারণে আমরা y এ 3 আরোপণের পাশাপাশি ফলাফলও পাই 3, কিন্তু বির্তির (comma) কারণে সেই

ফলাফল বাদ গিয়ে ফলাফল হয়ে যাবে নর্থক (void)। যাইহোক এরপর বির্তির (comma) ডান পাশের রাশি হিসাবে y+1 এর মান 3+1 বা 4 হবপ যেটি আসলে যোগেরও + ফলাফল। আর যোগের এই ফলাফল 4 ই শেষ পর্যন্ত x চলকে আরোপিত হবে। এখানে বন্ধনী দরকার কারণ বির্তি (comma) , সাধারণত আরোপণ (assignment) = এর পরে হিসাব করা হয়। আমরা বন্ধনীর ভিতরের আরোপণটি y = 3 বির্তির (comma) আগে করতে চাইলেও বন্ধনীর বাইরের চলক x এ আরোপণটি বির্তির পরে করতে চাই, আর এ কারণে বন্ধনী জরুরী। ব্যাপারটি আরো পরিস্কার বুঝতে চাইলে একই জিনিস বন্ধনী ছাড়া কী হবে দেখো x = y = 3, y + 1;। এখানে দুটো আরোপণই (assignment) বির্তির (comma) আগে নির্বাহিত (execute) হবে। ফলে প্রথমে y এর মান আরোপিত হবে 3, তারপর x এও মান 3ই আরোপিত হবে, তারপর y+1 হিসাব হবে 4। এই 4 বির্তির ফলাফল হলেও সেটি কিন্তু এখানে কিছুতে আরোপিত হয় নি।

বির্তি (comma) অণুক্রিয়া (operator) হিসাবে ব্যবহার হলেও এর আরো নানান ব্যবহার আছে সিপিপিতে। যেমন একাধিক চলক (variable) একসাথে ঘোষণা (declare) করতে আমরা বির্তি (comma) দিয়ে লিখি int x, y, z = 3; বির্তির (comma) এই রকম ব্যবহার আসলে অণুক্রিয়া হিসাবে নয়, বরং তালিকার পৃথকী (separator) হিসাবে ব্যবহার। আমরা যখন পরে ক্রম-ঘূর্ণী (for-loop) ও পরামিতি (parameter) নিয়ে আলোচনা করবো তখনও তালিকা পৃথকী (list separator) হিসাবে বির্তির (comma) ব্যবহার দেখতে পাবো।

৬.৮ অগ্রগণ্যতার ক্রম (Precedence Order)

অগ্রগণ্যতার ক্রম (precedence order) কী? সিপিপিতে এ পর্যন্ত পরিচিত হওয়া অণুক্রিয়াগুলোর (operator) অগ্রগণ্যতার ক্রম (precedence order) আলোচনা করো।

ধরো তুমি 3 + 4∗5 + 6 এর মান হিসাব করবে। আগেকার দিনে এক রকম সস্তা কলনি (calculator) পাওয়া যেতো যেটি করতো কী, বাম থেকে হিসাব করতো একের পর এক। ফলে সেটা প্রথম 3 ও 4 যোগ করে 7 বের করতো, তারপর তার সাথে 5 গুণ করে বের করতো 35 আর শেষে তার সাথে 6 যোগ করে ফল দিতো 41। তুমি চাইলে উল্টো আরেক রকমের অবস্থা ভাবতে পারো, যেখানে ডান দিক থেকে একের পর এক হিসাব হবে। সুতরাং 5 ও 6 যোগ করে 11, তারসাথে 4 গুণ করে 44, শেষে 3 যোগ করে 47। কিন্তু ছোটবেলা থেকে সরলের নিয়ম আমরা শিখে এসেছি: গুণ আগে হবে যোগ পরে হবে। আমরা তাই হিসাব করি 4 ও 5 এর গুণ আগে ফল 20 তার সাথে বামের যোগ আগে, তাই 3 আগে যোগ হলো 23, শেষে ডানের যোগ তাই 6 যোগ করে হলো 29, যেটাকে আমরা সঠিক হিসাব বলে ধরে নেই। এই যে বাম থেকে ডানে বা ডান থেকে বামে হিসাব না করে গুণ যোগের আগে করতে হবে, আবার দুটো যোগ পর পর থাকলে বামের যোগ আগে করতে হবে। এই নিয়মগুলোকে অগ্রগণ্যতার ক্রম(precedence order) বলা হয়।

সরল অংকে অগ্রগণ্যতার ক্রম ছিল: বন্ধণী, এর, ভাগ, গুণ, যোগ, বিয়োগ। সবেচেয়ে ভিতরের বন্ধনী সবেচেয়ে আগে। ভাগ আর গুণ আসলে বাম থেকে যেটা আগে আসে। একই ভাবে যোগ ও বিয়োগ বাম থেকে যেটা আগে আসে। সিপিপিতে আমরা এ পর্যন্ত অনেকগুলো অণুক্রিয়ার (Operator) সাথে পরিচিত হয়েছি। এগুলো হলো একিক + − ++ −− দুয়িক + − ∗ / % = += −= ∗= /− %= , তো এদের মধ্যে একিক অণুক্রিয়ার ক্রম সবার আগে, তারপর দুয়িক অণুক্রিয়াগুলোর ক্রম। আমরা আপাতত কেবল এগুলোর অগ্রগণ্যতার ক্রম (precedence order) বিবেচনা করবো। অন্যান্য অণুক্রিয়া ও তাদের ক্রম সম্পর্কে আমরা পরে জানবো।

১. ++ −− ২টি একিক অণুক্রিয়া (unary operator) উত্তর-বৃদ্ধি ও উত্তর-হ্রাস (post-increment and post-decrement) x++, x−− এরা বাম-মানের (l- value) ওপরে প্রযুক্ত হয়ে ডান-মান (r-value) ফল দেয়। ফলে x++++ বা x−−−− করা যায় না।

২. ++ −− + − ৪টি একিক অণুক্রিয়া (unary operator) পূর্ব-বৃদ্ধি (pre-increment) ++x ও পূর্ব-হ্রাস (pre-decrement) −−x এরা বাম-মানের (l-value) ওপর প্রযুক্ত হয়ে বাম-মানই ফল দেয়। ফলে ++++x বা −−−−x করা যায়, আর সবেচেয়ে ডানের ++ বা −− আগে প্রযুক্ত হয়। (পূর্ব) একিক অণুক্রিয়া (unary operator) +x ধনাত্মক (positive) −x আর ঋণাত্মক (negative) এরা ডান-মানের (r-value) ওপর প্রযুক্ত হয়ে ডান-মানই দেয়। ফলে + + x বা − − x করা সম্ভব, খেয়াল করো দুটো + বা দুটো − এর মধ্যে ফাঁকা দিতে হয়েছে না হলে ওগুলো বৃদ্ধি বা হ্রাস হিসাবে চিহ্নিত হয়ে যাবে।

৩. ∗ / % ৩টি দুয়িক অণুক্রিয়া (binary operator) এরা দুটি ডান-মানের (r-value) উপাদানের (operand) ওপর প্রযুক্ত হয়ে ডান-মানই ফল দেয়। এই অণুক্রিয়াগুলো পরপর অনেকগুলো থাকলে বাম থেকে ডানে একে একে হিসাব হতে থাকে। যেমন 10 / 2 ∗ 4 % 6 এ বাম থেকে ডানে প্রথমে ভাগফল, তারপর গুণফল, তারপর ভাগশেষ হিসাব হবে।

৪. + − ২টি দুয়িক অণুক্রিয়া (binary operator) এরা দুটি ডান-মানের (r-value) উপাদানের (operator) ওপর প্রযুক্ত হয়ে ডান-মানই ফল দেয়। এই অণুক্রিয়াগুলো পরপর অনেকগুলো থাকলে বাম থেকে ডানে একে একে হিসাব হতে থাকে। যেমন 10 − 2 + 5 এ বাম থেকে ডানে প্রথমে বিয়োগফল, তারপর যোগফল হিসাব হবে।

৫. = += −= ∗= /= %= এই সব দুয়িক অণুক্রিয়া (binary operator) আরোপণগুলোর (assignment) বামপাশে এমন কিছু থাকতে হবে যার বাম-মান (l-value) আছে, আর ডান পাশে এমন কিছু থাকতে হয় যার ডান-মান (r-value) আছে। এই অণুক্রিয়াগুলো পরপর অনেগুলো থাকলে ডান থেকে বামে একে একে হিসাব হতে থাকে। যেমন x += y = z ∗= 3 তে প্রথমে ডানের ∗= এর কারণে z এর সাথে 3 গুণ হবে, তারপর মাঝের = এর কারণে z এর মান y আরোপিত হবে, শেষে y এর মান x এর সাথে যোগ হবে।

৬. , বির্তি (comma) একটি দুয়িক অণুক্রিয়া (binary operator) যেটির ফলাফল কেবল ডানপাশের উপাদান (operand)। বাম পাশের উপাদানটি হিসাব হয়, কিন্তু তার ফলাফল হবে নর্থক (void)। এই অণুক্রিয়া একাধিক পরপর থাকলে, বাম থেকে ডানে একে একে হিসাব হতে থাকে। যেমন x + 2, y ∗ 3, z / 4 প্রথমে যোগ হবে, তারপর গুণ আর শেষে ভাগ, ফলাফল হবে একদম ডানের ভাগফলটিই।

দুটো একই বা একই ক্রমের অণুক্রিয়া পরপর থাকলে কোন পাশেরটি আগে হবে এইটি নির্ধারণ করে দেয়াকে বলা হয় সহযোজ্যতা (associativity)। যেমন x−y−z থাকলে আমাদের প্রথমে বামের বিয়োগ করতে হবে, তারপর ডানের বিয়োগ, কাজেই বিয়োগ হল বাম সহযোজ্য (left associative) অর্থাৎ x − y − z আর (x −y) − z একই। খেয়াল করো বিয়োগ কিন্তু ডান সহযোজ্য (right associative) নয় কারণ x − y − z আর x − (y − z) এক নয়। যোগ আবার বাম ও ডান উভয় সহযোজ্য কারণ x + y + z, (x + y) + z ও x + (y + z) একই। সাধারণত উভয় সহযোজ্যদের ক্ষেত্রে সুবিধার্থে তাদের বাম-সহযোজ্য হিসাবে বিবেচনা করা হয়। উপরের তালিকায় আলোচিত অণুক্রিয়াগুলোর ক্ষেত্রে একই রকম অণুক্রিয়া পরপর থাকলে কোন পাশেরটি আগে হবে, সেটাও কিন্তু আলোচনা করা হয়েছে। সেখান থেকে বুঝতো পারো কোন অণুক্রিয়া বাম সহযোজ্য (left associative), আর কোনটি ডান সহযোজ্য (right associative)?

সবেশেষে একটা গুরুত্বপূর্ণ বিষয় মনে রাখবে বন্ধনী () এর শক্তি কিন্তু সবচেয়ে বেশী। যে কোন স্থানে কোন রকমের দ্বিধাদ্বন্দ্ব থাকলে সেখানে বন্ধনী ব্যবহার করে দ্বিধা পরিস্কার করবে। অণুক্রিয়াগুলোর (operator) অগ্রগণ্যতার ক্রম (precedence order) ব্যবহার করে নানা রকম জটিল জটিল বিবৃতি ও রাশি (statement and expression) তৈরী করা যায়, যেগুলো ক্রম

বিবেচনায় নিয়ে বুঝতে গেলে মাথা গরম হয়ে যেতে পারে, ভুল হলে বের করা কঠিন হয়ে যাবে। কাজেই আমার পরামর্শ হচ্ছে তোমার বিবৃতি বা রাশি অবশ্যই সহজে পাঠযোগ্য হতে হবে, আর এ কাজে যত দরকার বন্ধনী ব্যবহার করবে। যেমন ধরো x += y − z এর চেয়ে x += (y − z) বুঝা আমাদের জন্য বেশী সহজ, কারণ এতে একদম পরিস্কার বিয়োগ আগে হবে।

৬.৯ গাণিতিক সমস্যা (Mathematical Problems)

দ্বিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় (two dimensional coordinate system) দুটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যোগান (input) নিয়ে তাদের মাঝে দূরত্ব ফলন (output) হিসাবে দেখাও। ধরো স্থানাঙ্কগুলো ভগ্নকে দেয়া আছে। তোমার নিশ্চয় জানা আছে যে দুটো বিন্দুর (x_1, y_1) ও (x_2, y_2) দূরত্ব হলো $\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ অর্থাৎ ভুজদ্বয়ের দূরত্বের বর্গ ও কোটিদ্বয়ের দূরত্বের বর্গের যোগফলের বর্গমূল। বর্গমূল নির্ণয়ের জন্য cmath শির নথি (header file) থেকে sqrt বিপাতক ব্যবহার করো। আর বর্গ নির্ণয়ের জন্য তোমাকে একই জিনিস দুইবার গুণ করতে হবে।

ফিরিস্তি ৬.৫: দুটি বিন্দুর মধ্যের দূরত্ব (Distance Between Two Points)

```
// নীচের শির নথি main বিপাতকের বাইরে অন্তর্ভুক্ত করো

#include <cmath>  // বর্গমূল নির্ণয়ের জন্য  sqrt বিপাতক লাগবে

// নীচের অংশ main বিপাতকের ভিতরে return এর আগে লিখো

float x1, y1, x2, y2; // স্থানাঙ্ক দুটো (x1,y1), (x2,y2)

cout << "prothom bindur x y: ";      // যোগান যাচনা
cin >> x1 >> y1;                     // প্রথম বিন্দু যোগান
cout << "ditiyo bindur x y: ";       // যোগান যাচনা
cin >> x2 >> y2;                     // দ্বিতীয় বিন্দু যোগান

float xd = abs(x1 - x2);             // ভুজ দুটির দূরত্ব
float yd = abs(y1 - y2);             // কোটি দুটির দূরত্ব

float dd = sqrt(xd * xd + yd * yd); // দূরত্ব হিসাব করো
cout << "bindu dutor durotto: " << dd << endl;// ফলন
```

উপরের ক্রমলেখ খেয়াল করো। খুবই সাদামাটা। প্রথমে main বিপাতকের বাইরে cmath শির নথি অন্তর্ভুক্ত করতে হবে বলে দেখানো হয়েছে। তারপর main বিপাতকের ভিতরে বিন্দু দুটোর ভুজ ও কোটি ধারণ করার জন্য চারটি float ধরনের ভগ্নক চলক (variable) নেয়া হয়েছে। এরপর যোগান যাচনা (input prompt) দিয়ে বিন্দুদুটোর স্থানাঙ্ক যোগান (input) নেয়া হয়েছে। তারপর ভুজ দ্বয়ের দূরত্ব abs(x1 − x2) বের করে xd নামের আরেকটি চলকে নেয়া হয়েছে, একই ভাবে কোটিদ্বয়ের দূরত্ব abs(y1 − y2) বের করে yd নামের আরেকটি চলকে নেয়া হয়েছে। মনে করে দেখো abs বিপাতকটি (function) কোন সংখ্যার পরম মান (absolute value) অর্থাৎ চিহ্ন বাদ দিয়ে কেবল মানটুকু ফেরত দেয়। যাইহোক তারপর xd এর বর্গ ও yd এর বর্গের যোগফল নিয়ে তার বর্গমূল বের করা হয়েছে sqrt বিপাতক ব্যবহার করে আর রাখা

হয়েছে dd চলকে। সবশেষে দূরত্ব dd চলক থেকে ফলন (output) দেয়া হয়েছে। এখানে একটা কথা বলে রাখি sqrt(xd * xd + yd * yd) এর বদলে cmath শির নথি (header file) থেকেই hypot নামের বিপাতকও (function) আমরা ব্যবহার করতে পারতাম। সেক্ষেত্রে আমাদের লিখতে হতো hypot(xd, yd) আর সেটি ঠিক একই কাজ করতো।

৬.১০ শির নথি cmath (Header File cmath)

শির নথি cmath এ গাণিতিক প্রক্রিয়াকরণে ব্যবহৃতব্য নানান বিপাতক (function) আছে। আমরা এখানে ওই বিপাতকগুলোর সাথে সংক্ষিপ্ত আকারে পরিচিত হবো। এই বিপাতকগুলো কী তা বুঝতে তোমার উচ্চমাধ্যমিক গণিতের ধারণাবলী দরকার হবে। নীচের পরাবৃত্তীয় (hyperbolic) বিপাতকগুলো ছাড়া প্রায় সবগুলো বিপাতকই আমাদের প্রায়শই কাজে লাগে।

গাণিতিক বিপাতক (Mathematical Functions)

- abs(x): কোন সংখ্যা x এর পরম মান। abs(3) হবে 3 এবং abs(−3) হবে 3।

ত্রিকোণমিতিক বিপাতক (Trigonometric Functions)

- cos(x): লগ্নানুপাত (cosine) যেখানে x হল রেডিয়ানে।
- sin(x): লম্বানুপাত (sine) যেখানে x হল রেডিয়ানে।
- tan(x): স্পর্শানুপাত (tangent) যেখানে x হল রেডিয়ানে।
- acos(x): বিলগ্নানুপাত (arc-cosine) যেখানে ফেরত মান রেডিয়ানে।
- asin(x): বিলম্বানুপাত (arc-sine) যেখানে ফেরত মান রেডিয়ানে।
- atan(x): বিস্পর্শানুপাত (arc-tangent) যেখানে ফেরত মান রেডিয়ানে।
- atan2(x,y): বিস্পর্শানুপাত (arc-tangent) যেখানে $\frac{x}{y}$ এর x হল লব (numerator) আর y হল হর (denominator) আর ফেরত মান রেডিয়ানে।

পরাবৃত্তীয় বিপাতক (Hyperbolic Functions)

- cosh(x): পরাবৃত্তীয় লগ্নানুপাত (hyperbolic cosine) যেখানে x হল রেডিয়ানে।
- sinh(x): পরাবৃত্তীয় লম্বানুপাত (hyperbolic sine) যেখানে x হল রেডিয়ানে।
- tanh(x): পরাবৃত্তীয় স্পর্শানুপাত (hyperbolic tangent) যেখানে x হল রেডিয়ানে।
- acosh(x): পরাবৃত্তীয় বিলগ্নানুপাত (hyperbolic arc-cosine), ফেরত রেডিয়ানে।
- asinh(x): পরাবৃত্তীয় বিলম্বানুপাত (hyperbolic arc-sine), ফেরত রেডিয়ানে।
- atanh(x): পরাবৃত্তীয় বিস্পর্শানুপাত (hyperbolic arc-tangent), ফেরত রেডিয়ানে।

সুচক ও ঘাতাঙ্ক (Exponents and Logarithms)

- exp(x): e^x বা সুচকীয় বিপাতক (exponential function)
- log(x): $\log_e x$ বা ঘাতাঙ্ক বিপাতক (logarithmic function)
- log10(x): $log_{10}x$ বা ১০-ভিত্তিক ঘাতাঙ্ক (logarithm)
- exp2(x): 2^x বা ২-ভিত্তিক সুচকীয় (exponential) বিপাতক
- log2(x): log_2x বা ২-ভিত্তিক ঘাতাঙ্ক (logarithm)

শক্তি ও ঘাত (Power and Index)

- pow(x,y): x^y অর্থাৎ x এর y তম শক্তি যেমন pow(2,3) হল 2^3 বা 8
- sqrt(x): $\sqrt{x}$ অর্থাৎ x এর বর্গমূল যেমন sqrt(16.0) হল 4.0
- cbrt(x): $\sqrt[3]{x}$ অর্থাৎ x এর ঘনমূল যেমন cbrt(8.0) হল 2.0
- hypot(x,y): $\sqrt{x^2+y^2}$ অর্থাৎ x ও y কে সমকোনী ত্রিভুজের লম্ব (perpendicular) ও ভুমি (base) ধরলে অতিভুজের (hypotenuse) দৈর্ঘ্য

নৈকটায়নের বিপাতক (Rounding Functions)

- round(x): নৈকটায়ন বিপাতক x এর নিকটতম পূর্ণক।
- floor(x): মেঝে বিপাতক x এর সমান বা ঠিক ছোট পূর্ণকটি।
- ceil (x): ছাদ বিপাতক x এর সমান বা ঠিক বড় পূর্ণকটি।
- trunc(x): কর্তন বিপাতক x এর ভগ্নাংশটুকু কেটে ফেলবে।

উপরের বিপাতকগুলোর ফলাফল বুঝার জন্য নীচের সারণী লক্ষ্য করো।

মান x	নৈকটায়ন round(x)	মেঝে floor(x)	ছাদ ceil (x)	কর্তন trunc(x)
2.3	2.0	2.0	3.0	2.0
2.8	3.0	2.0	3.0	2.0
2.5	3.0	2.0	3.0	2.0
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
-2.3	-2.0	-3.0	-2.0	-2.0
-2.8	-3.0	-3.0	-2.0	-2.0
-2.5	-3.0	-3.0	-2.0	-2.0

৬.১১ অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

ধারণাগত প্রশ্ন: নীচে কিছু ধারণাগত প্রশ্ন রয়েছে। প্রশ্নগুলোর উত্তর নিজে নিজে বের করবে।

১. বিপাতক (function) ও রাশি (expression) বলতে কী বুঝো? উদাহরণ দাও।

২. একিক (unary) ও দুয়িক (binary) অণুক্রিয়া (operation) বলতে কী বুঝো? কয়েকটা করে একিক (unary) ও দুয়িক (binary) অণুক্রিয়ার (operation) নাম বলো।

৩. উপাত্ত প্রকারান্তর (type casting) কী? দুয়িক অণুক্রিয়ায় (binary operation) কী ভাবে উপাত্ত প্রকারান্তর (type casting) হয়?

৪. নির্বাহ-কালীন ত্রুটি (execution-time error) বলতে কী বুঝো? ভাগফল ও ভাগশেষ নির্ণয়ের সময় কোন নির্বাহকালীন ত্রুটি ঘটতে পারে?

৫. ক্রমলেখতে অদরকারী সংকেতাংশ (code segment) মুছে না দিয়ে কীভাবে আমরা টীকা (comment) ব্যবহার করে সেগুলোকে অকার্যকর করে রাখতে পারি, ব্যাখ্যা করো।

৬. ঋণাত্মক পূর্ণকের (integer) ভাগফল ও ভাগশেষ নির্ণয়ের নিয়ম বর্ণনা করো।

৭. আরোপণ অণুক্রিয়ার (assignment operator) ফলাফল ঠিক কী? যৌগিক আরোপণ (compound assignment) বলতে কী বুঝো? কয়েকটি উদাহরণ দাও।

৮. সাধারণ যৌগিক আরোপন (compound assignment) যেমন x += 1 ব্যবহার না করে কেন বৃদ্ধি (increment) x++ বা ++x কেন ব্যবহার করা হয়?

৯. উত্তর-বৃদ্ধি (post-increment) ও পূর্ব-বৃদ্ধি (pre-increment) এর মধ্যে পার্থক্যগুলো আলোচনা করো। তুমি কোনটি ব্যবহার করতে চাইবে এবং কেন?

১০. বির্তি (comma) অণুক্রিয়ার কাজ কী? এর ফলাফলই বা কী?

১১. অগ্রগণ্যতার ক্রম (precedence order) ও সহযোজ্যতা (associativity) কী?

১২. সিপিপিতে এ পর্যন্ত শেখা অণুক্রিয়াগুলোর (operator) অগ্রগণ্যতার ক্রম (precedence order) ও সহযোজ্যতা (associativity) আলোচনা করো।

পরিগণনার সমস্যা: নীচে আমরা কিছু পরিগণনার সমস্যা দেখবো। এই সমস্যাগুলো আগে ধৈর্য্য ধরে নিজে নিজে সমাধান করতে চেষ্টা করবে। যখন একেবারেই পারছো না বলে মনে হয় তখনই কেবল সমাধান দেখে নিতে পারো। সমাধানগুলো পরিগণনার প্রশ্নগুলোর শেষে আছে।

১. একটি সমান্তর ধারার (arithmetic series) প্রথম পদ a সাধারণ অন্তর d হলে n-তম পদ কতো? n পদের সমষ্টিই বা কত? এর জন্য সিপিপিতে একটা ক্রমলেখ (program) তৈরী করো যেটি a, d, ও n যোগান (input) নিবে, আর n-তম পদ ও n পদের সমষ্টি ফলন (output) দিবে। এর জন্য তুমি সূত্র ব্যবহার করবে n-তম পদ = $a + (n-1) * d$ আর n পদের সমষ্টি = $n * (2a + (n-1) * d)/2$। প্রদত্ত বিভিন্ন ধারার জন্যে এই সূত্র a আর d বসালে আমরা ওই ধারাগুলোর জন্য সরাসরি সূত্র পেতে পারি।

- $1+2+3+\ldots$ ধারাতে $a=1, d=1$। সুতরাং n-তম পদ = $a+n-1$, n পদের সমষ্টি = $n(n+1)/2$। যেমন $n=10$ হলে 10-তম পদ 10, সমষ্টি 55।
- $2+4+6+\ldots$ ধারাতে $a=2, d=2$। সুতরাং n-তম পদ = $2n$, n পদের সমষ্টি = $n(n+1)$। যেমন $n=10$ হলে 10-তম পদ 20, সমষ্টি 110।
- $1+3+5+\ldots$ ধারাতে $a=1, d=2$। সুতরাং n-তম পদ = $2n-1$, n পদের সমষ্টি = n^2। যেমন $n=10$ হলে 10-তম পদ 19, সমষ্টি 100।

২. নীচের মতো ফলন (output) দেয় এরকম একটি ক্রমলেখ (program) তৈরী করো। ফলের স্তম্ভটিতে তুমি দুয়িক অণুক্রিয়াগুলো (binary operator) ব্যবহার করবে।

```
x=10  y=5

rashi  fol
x=y+3  x=  8
x=y-2  x=  3
x=y*5  x=  25
x=x/y  x=  2
x=x%y  x=  0
```

৩. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি একটি তিন অঙ্কের সংখ্যাকে উল্টো করে যেমন 326 হয়ে যায় 623। এ কাজে তুমি ভাগফল, ভাগশেষ, গুণ, যোগ ও বিয়োগ ব্যবহার করবে। 326 থেকে অঙ্কগুলো আলাদা করে তারপর 623 তৈরী করবে।

৪. একটি ত্রিভুজের তিন বাহুর দৈর্ঘ্য a, b, c যোগান (input) নিয়ে ত্রিভুজটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় করো। তুমি হয়তো জানো ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল = $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ যেখানে s হলো অর্ধ পরিসীমা অর্থাৎ $s=(a+b+c)/2$।

৫. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি সেকেন্ড যোগান নিয়ে তাকে ঘন্টা-মিনিট-সেকেন্ডে রূপান্তর করে। এ কাজে তুমি ভাগফল ও ভাগশেষ ব্যবহার করবে।

৬. একটি ত্রিভুজের তিন বাহুর দৈর্ঘ্য a, b, c যোগান (input) নিয়ে এর কোণগুলো নির্ণয় করো। ধরো ত্রিভুজের কোন তিনটি A, B, C। এখান A, B, C যথাক্রমে a, b, c বাহুর বিপরীত কোণ। তুমি হয়তো জানো কোণ $C=\cos^{-1}((a^2+b^2-c^2)/(2ab))$, কোণ $B=\cos^{-1}((c^2+a^2-b^2)/(2ca))$ ও কোণ $A=\cos^{-1}((b^2+c^2-a^2)/(2bc))$। তোমার ক্রমলেখতে ত্রিভুজের কোনগুলোকে তুমি ডিগ্রীতে রূপান্তর করে ফলন দিবে।

৭. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি দুটো সময় ঘন্টা, মিনিট, সেকেন্ডে নিয়ে সময় দুটিকে যোগ করে। এ কাজে তুমি যোগ, ভাগফল ও ভাগশেষ ব্যবহার করবে।

৮. এমন একটি ক্রমলেখ রচনা করো যেটি দুটো সমীকরণ $ax+by=c$ ও $dx+ey=f$ এর a, b, c, d, e, f যোগান নিয়ে x ও y এর মান ফলন দেয়।

৯. একটি বাস u আদিবেগ ও a সমত্বরণ নিয়ে যাত্রা শুরু করলো। সময় t সেকেন্ড পরে বাসের গতিবেগ v নির্ণয় করো। t সময় পরে বাসটি অতিক্রান্ত দুরত্ব sও নির্ণয় করো। এ কাজে তুমি গতিবিদ্যার সূত্র $v=u+at$ ও $s=ut+\frac{1}{2}at^2$ ব্যবহার করবে।

৬.১১. অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

১০. নীচের ছদ্ম-সংকেতের (pseudocode) জন্য একটি ক্রমলেখ (program) তৈরী করো।

ক) পড়ো (read) x ও y

খ) গণো (compute) $p = x * y$

গ) গণো (compute) $s = x + y$

ঘ) গণো (compute) $t = s^2 + p * (s - x) * (p + y)$

ঙ) লিখো (write) t

পরিগণনা সমাধান: এবার আমরা পরিগণনার সমস্যাগুলোর সমাধান দেখবো। মনে রাখবে সমাধানগুলো দেয়া হয়েছে তুমি যদি একান্তই নিজে নিজে করতে পারছোনা বলে মনে হয়, তখন কেবল একটু সাহায্য যাতে পেতে পারো তাই। কাজেই পারতপক্ষে সমাধান দেখবে না।

১. একটি সমান্তর ধারার (arithmetic series) প্রথম পদ a সাধারণ অন্তর d হলে n-তম পদ কতো? n পদের সমষ্টিই বা কত? এর জন্য সিপিপিতে একটা ক্রমলেখ (program) তৈরী করো যেটি a, d, ও n যোগান (input) নিবে, আর n-তম পদ ও n পদের সমষ্টি ফলন (output) দিবে। এর জন্য তুমি সূত্র ব্যবহার করবে n-তম পদ = $a + (n-1) * d$ আর n পদের সমষ্টি = $n * (2a + (n-1) * d)/2$। প্রদত্ত বিভিন্ন ধারার জন্যে এই সূত্র a আর d বসালে আমরা ওই ধারাগুলোর জন্য সরাসরি সূত্র পেতে পারি।

- $1 + 2 + 3 + \ldots$ ধারাতে $a = 1, d = 1$। সুতরাং n-তম পদ = $a + n - 1$, n পদের সমষ্টি = $n(n+1)/2$। যেমন $n = 10$ হলে 10-তম পদ 10, সমষ্টি 55।
- $2 + 4 + 6 + \ldots$ ধারাতে $a = 2, d = 2$। সুতরাং n-তম পদ = $2n$, n পদের সমষ্টি = $n(n+1)$। যেমন $n = 10$ হলে 10-তম পদ 20, সমষ্টি 110।
- $1 + 3 + 5 + \ldots$ ধারাতে $a = 1, d = 2$। সুতরাং n-তম পদ = $2n - 1$, n পদের সমষ্টি = n^2। যেমন $n = 10$ হলে 10-তম পদ 19, সমষ্টি 100।

আমরা এখানে কেবল সাধারণ সুত্রের জন্য ক্রমলেখ (program) তৈরী করবো। প্রদত্ত বিশেষ ধারার জন্য তুমি এই ক্রমলেখ (program) দরকার মতো বদলে নিতে পারবে।

ফিরিস্তি ৬.৬: সমান্তর ধারার সমস্যা (Arithmetic Series Problem)

```
int a, d, n;
cout << "prothom pod? "; cin >> a;
cout << "sadharon ontor? "; cin >> d;
cout << "kototom pod?"; cin >> n;

int t = a + (n - 1) * d;  //  n-তম পদ
cout << n << "-tom pod = " << t << endl;

int s = n * (2*a + (n - 1)*d) / 2; // সমষ্টি
cout << n << " poder somosti = " << s << endl;
```

যোগান-ফলনাংশ (input-output segment)

```
prothom pod? 1
sadharon ontor? 1
kototom pod? 10
10-tom pod = 10
10 poder somosti = 55
```

২. নীচের মতো ফলন (output) দেয় এরকম একটি ক্রমলেখ (program) তৈরী করো।

```
x=10 y=5

rashi fol
x=y+3 x= 8
x=y-2 x= 3
x=y*5 x= 25
x=x/y x= 2
x=x%y x= 0
```

ফিরিস্তি ৬.৭: দুয়িক অণুক্রিয়ার ফলাফল (Binary Operation Results)

```
int x = 10, y = 5;

cout << "x=" << x << " y=" << y << endl;
cout << endl; //  ফাঁকা সারি
cout << "rashi "<< "fol " << endl;
cout << "x=y+3" << " x= " << y+3 << endl;
cout << "x=y-2" << " x= " << y-2 << endl;
cout << "x=y*5" << " x= " << y*5 << endl;
cout << "x=x/y" << " x= " << x/y << endl;
cout << "x=x%y" << " x= " << x%y << endl;
```

৩. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি একটি তিন অঙ্কের সংখ্যাকে উল্টো করে যেমন 326 হয়ে যায় 623। এ কাজে তুমি ভাগফল, ভাগশেষ, গুণ, যোগ ও বিয়োগ ব্যবহার করবে। 326 থেকে অঙ্কগুলো আলাদা করে তারপর 623 তৈরী করবে।

```
int soja = 326;

int daner = soja % 10;  // ভাগশেষ 6
int bamer = soja / 100; // ভাগফল 3
int majher = soja / 10 % 10; //ফল 2

int ulta = bamer;      // উল্টা = 3
ulta += majher * 10;   // উল্টা = 23
ulta += daner * 100;   // উল্টা = 623
```

৬.১১. অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

৪. একটি ত্রিভুজের তিন বাহুর দৈর্ঘ্য a, b, c যোগান (input) নিয়ে ত্রিভুজটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় করো। তুমি হয়তো জানো ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল = $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ যেখানে s হলো অর্ধ পরিসীমা অর্থাৎ $s = (a+b+c)/2$।

ফিরিস্তি ৬.৮: ত্রিভুজের বাহু হতে ক্ষেত্রফল (Triangle's Area From Sides)

```
// main বিপাতকের বাইরে
#include <cmath>

// main বিপাতকের ভিতরে
float a, b, c;                  // বাহুগুলো
cout << "sides a b c: ";  // যোগান যাচনা
cin >> a >> b >> c;          // যোগান নেওয়া

float s = (a + b + c) / 2;  // অর্ধ পরিসীমা
float k = sqrt(s*(s-a)*(s-b)*(s-c));  // ক্ষেত্রফল

cout << "khetrofol = " << k << endl;  // ফলন
```

যোগান-ফলনাংশ (input-output segment)

```
sides a b c: 100 60 90
khetrofol = 2666
```

৫. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি সেকেন্ড যোগান নিয়ে তাকে ঘন্টা-মিনিট-সেকেন্ডে রূপান্তর করে। এ কাজে তুমি ভাগফল ও ভাগশেষ ব্যবহার করবে।

ফিরিস্তি ৬.৯: সময়কে সেকেন্ডে প্রকাশ (Time in Seconds)

```
int motsekend = 38185;

int sekend = motsekend % 60; // ফল  25
int motminit = motsekend / 60;  // ফল 636

int minit = motminit % 60;  // ফল 36
int ghonta = motminit / 60; // ফল 10
```

৬. একটি ত্রিভুজের তিন বাহুর দৈর্ঘ্য a, b, c যোগান (input) নিয়ে এর কোণগুলো নির্ণয় করো। ধরো ত্রিভুজের কোন তিনটি A, B, C। এখান A, B, C যথাক্রমে a, b, c বাহুর বিপরীত কোণ। তুমি হয়তো জানো কোণ $C = \cos^{-1}((a^2+b^2-c^2)/(2ab))$, কোণ $B = \cos^{-1}((c^2+a^2-b^2)/(2ca))$ ও কোণ $A = \cos^{-1}((b^2+c^2-a^2)/(2bc))$। তোমার ক্রমলেখতে ত্রিভুজের কোনগুলোকে তুমি ডিগ্রীতে রূপান্তর করে ফলন দিবে।

আমরা cmath শির নথি থেকে বিলগ্নানুপাতের (arccosine) জন্য acos বিপাতকটিকে (function) ব্যবহার করবো। কিন্তু এটি আমাদের রেডিয়ানে কোণ ফেরত দিবে। রেডিয়ান থেকে ডিগ্রীতে নিতে চাইলে আমাদের 180/pi দিয়ে গুণ করতে হবে। কথা হচ্ছে পাই

কেমনে পাবো। আমরা pai একটা ধ্রুবক ঘোষণা করতে পারি যার মান দিয়ে দিব 3.1416 অথবা আরো নিখুত মান পেতে চাইলে acos(−1) থেকেও মান বের করে নিতে পারি।

ফিরিস্তি ৬.১০: ত্রিভুজের বাহু হতে কোণ (Triangle's Angles From Sides)

```
// main বিপাতকের বাইরে
#include <cmath>

// main বিপাতকের ভিতরে
float a, b, c;                // বাহুগুলো
cout << "sides a b c: ";  // যোগান যাচনা
cin >> a >> b >> c;          // যোগান নেওয়া

//  কোণ নির্ণয় রেডিয়ানে
float C = acos((a*a + b*b − c*c)/(2*a*b));
float B = acos((c*c + a*a − b*b)/(2*c*a));
float A = acos((b*b + c*c − a*a)/(2*b*c));

//  ডিগ্রীতে রূপান্তর
float const pai = arccos(−1); // বিকল্প হলো 3.1416
C *= 180/pai; B *= 180/pai; A *= 180/pai;

cout << "angles A B C= "; // ফলন
cout << A << " " << B << " " << C << endl;
```

যোগান-ফলনাংশ (input-output segment)

```
sides a b c: 145 60 90
angles A B C= 149.703 12.049 18.2475
```

৭. এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি দুটো সময় ঘন্টা, মিনিট, সেকেন্ডে নিয়ে সময় দুটিকে যোগ করে। এ কাজে তুমি যোগ, ভাগফল ও ভাগশেষ ব্যবহার করবে।

ফিরিস্তি ৬.১১: দুটি সময়ের যোগ (Adding Two Times)

```
int ghonta1, minit1, sekend1; // ১ম সময় যোগান নিবে
int ghonta2, minit2, sekend2; // ২য় সময় যোগান নিবে

int sekend = sekend1 + sekend2; //  সেকেন্ড দুটো যোগ
int minit = minit1 + minit2;    // মিনিট দুটো যোগ
int ghonta = ghonta1 + ghonta2; //  ঘন্টা দুটো যোগ

minit += sekend / 60; // মোট সেকেন্ড 60 এর বেশী হলে
sekend = sekend % 60; // মিনিট হওয়ার পরে অবশিষ্ট সেকেন্ড
ghonta += minit / 60; // মোট মিনিট 60 এর বেশী হলে
minit = minit % 60;   // ঘন্টা হওয়ার পরে অবশিষ্ট মিনিট
```

৬.১১. অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

৮. এমন একটি ক্রমলেখ রচনা করো যেটি দুটো সমীকরণ $ax+by=c$ ও $dx+ey=f$ এর a, b, c, d, e, f যোগান নিয়ে x ও y এর মান ফলন দেয়। এরকম সহ সমীকরণ সমাধানের সূত্র হল $x=(ce-bf)/(ae-bd)$ আর $y=(af-cd)/(ae-bd)$।

ফিরিস্তি ৬.১২: সহ সমীকরণ সমাধান (Simultaneous Equations)

```
float a, b, c, d, e, f;

cout << "prothom somikoron a b c:";
cin >> a >> b >> c;

cout << "ditiyo somikoron e f g:";
cin >> d >> e >> e;

float x = (c*e - b*f)/(a*e - b*d);
float y = (a*f - c*d)/(a*e - b*d);

cout << "x = " << x << " ";
cout << "y = " << y << endl;
```

যোগান-ফলনাংশ (input-output segment)

```
prothom somikoron a b c: 2 1 4
ditiyo somikoron e f g: 1 -1 -1
x = 1.33333 y = 1.33333
```

৯. একটি বাস u আদিবেগ ও a সমত্বরণ নিয়ে যাত্রা শুরু করলো। সময় t সেকেন্ড পরে বাসের গতিবেগ v নির্ণয় করো। t সময় পরে বাসটি অতিক্রান্ত দুরত্ব sও নির্ণয় করো। এ কাজে তুমি গতিবিদ্যার সূত্র $v=u+at$ ও $s=ut+\frac{1}{2}at^2$ ব্যবহার করবে।

ফিরিস্তি ৬.১৩: গতির সমীকরণ সমাধান (Solving Motion Equations)

```
float u, a, t;

cout << "adibeg toron somoy: ";
cin >> u >> a >> t;

float v = u + a * t;
float s = u*t + a * t * t / 2;

cout << "beg: " << v << " ";
cout << "durutto: " << s << endl;
```

যোগান-ফলনাংশ (input-output segment)

```
adibeg toron somoy: 2 1 4
beg: 6 durotto: 16
```

১০. নীচের ছদ্ম-সংকেতের (pseudocode) জন্য একটি ক্রমলেখ (program) তৈরী করো।

ক) পড়ো (read) x ও y
খ) গণো (compute) $p = x * y$
গ) গণো (compute) $s = x + y$
ঘ) গণো (compute) $t = s^2 + p * (s - x) * (p + y)$
ঙ) লিখো (write) t

ফিরিস্তি ৬.১৪: ছদ্মসংকেত থেকে ক্রমলেখ তৈরী (Program from Pseudocode)

```
int x, y;   //  কেবল main বিপাতকের ভিতরের অংশটুকু

cin >> x >> y;  //  ধাপ ক
int p = x * y;  //  ধাপ খ
int s = x + y;  //  ধাপ গ
int t = s*s + p * (s - x) * (p + y);  //  ধাপ ঘ

cout << t << endl;  // ধাপ ঙ
```

৬.১২ গণনা পরিভাষা (Computing Terminologies)

- ধনাত্মক (positive)
- ঋণাত্মক (negative)
- অণুক্রিয়া (operator)
- উপাদান (operand)
- একিক (unary)
- দুয়িক (binary)
- উপাত্ত প্রকারান্তর (type casting)
- চলা-কালীন (run-time)
- নির্বাহ-কালীন (execution-time)
- টীকা দেয়া (commenting)
- টীকা তোলা (uncommenting)
- যোজন (composition)
- নর্থক (void)
- পৃথকী (separator)
- অগ্রগণ্যতা (precedence)
- সহযোজ্যতা (associativity)

অধ্যায় ৭

শর্তালি পরিগণনা (Conditional Programming)

আমাদের জীবনটা নাক বরাবর সোজা একটা পথ নয়, প্রতিটা মোড়ে মোড়ে এটা শাখায় শাখায় বিভক্ত। তোমাকে একটা শাখায় যেতে হবে, একসাথে একের বেশী শাখায় যেতে পারবে না। কোনটায় যাবে তার জন্য ভাবতে হবে, তোমার অবস্থা ও লক্ষ্য বিবেচনা করতে হবে। শর্তালি পরিগণনায় (conditional programming) আমরা শাখায় শাখায় ভাবা শিখবো, আমাদের সামনের গমন পথ বাছাই করা শিখবো, আমরা আমাদের জীবনের সিদ্ধান্ত নেয়া শিখবো।

৭.১ যদি তাহলে নাহলে (If Then Else)

ধরো গণিত পরীক্ষায় তুমি ৫০ বা বেশী পেলে পাশ করবে আর নাহলে করবে ফেল। আর যদি ৮০ বা বেশী পাও তাহলে তুমি তারকা (star) পাবে। এমন একটি ক্রমলেখ (program) তৈরী করো যেটি তোমার গণিতে পাওয়া নম্বর যোগান (input) নিয়ে তোমাকে পাশ না ফেল ফলন (output) দিবে। আর তুমি যদি তারকা পেয়ে থাকো সেটাও জানাবে, তারকা না পেলে কিছু জানাবে না।

ফিরিস্তি ৭.১: পাশ-ফেল-তারকা নম্বর নির্ণয় (Pass Fail Star Marks)

```
int nombor;                          //  চলক ঘোষণা

cout << "nombor? ";                  //  যোগান যাচনা
cin >> nombor;                       //  যোগান নেয়া

if (nombor >= 50)                    //  যদি পাশের নম্বর
  cout << "pash" << endl;            //  পাশ ফলন
else                                 //  না হলে
  cout << "fell" << endl;            //  ফেল ফলন

if (nombor >= 80)                    //  যদি তারকা নম্বর
  cout << "taroka" << endl;          //  তারকা ফলন
```

উপরের অংশটুকু কোন ক্রমলেখতে (program) নিয়ে সংকলন (compile) করে চালিয়ে (run) দেখো। যদি 50 এর কম কোন নম্বর যোগান (input) দাও যেমন 45 তাহলে ফলন (output) দেখাবে fell। আর যদি 50 ও 79 এর মাঝের কোন নম্বর যোগান (input) দাও যেমন 65 তাহলে ফলন (output) দেখাবে pash। আর যদি 80 বা বেশী কোন মান যোগান (input) দাও যেমন 85 তাহলে দুই সারি ফলন (output) দেখাবে: প্রথম সারিতে pash আর পরের সারিতে taroka। নীচের যোগান-ফলনাংশে (input-output segment) ক্রমলেখটি (program) তিন বার চালিয়ে বামে, মাঝে, ও ডানে এই তিনটি ব্যাপার দেখানো হয়েছে।

যোগান-ফলনাংশ (input-output segment)

```
nombor? 45
fell
```

```
nombor? 65
pash
```

```
nombor? 85
pash
taroka
```

এবার ক্রমলেখাংশটি (program segment) বিশ্লেষণ করি। চলক ঘোষণা (variable declaration), যোগান যাচনা (input prompt), ও যোগান নেয়া (taking input) তো তুমি আগেই শিখেছো। এর পরে খেয়াল করো আমরা লিখেছি if (nombor >= 50) অর্থাৎ যদি নম্বর 50 বা তার বেশী হয় তাহলে কী করতে হবে সেটা কিন্তু তার পরপরই বলেছি cout << "pash" << endl; অর্থাৎ পাশ ফলন (output) দেখাতে হবে। তারপরের সারি খেয়াল করো else মানে হলো না হলে অর্থাৎ নম্বর যদি 50 বা তার বেশী না হয় মানে 50 এর কম হয়, আমাদের ফেল ফলনে দেখাতে হবে যা বলা হয়েছে ঠিক পরের সারিতে cout << "fell" << endl;। যে কোন নম্বর হয় 50 এর কম হবে না হয় বেশী বা সমান হবে, এই দুটো ছাড়া আর ভিন্ন কিছু হতে পারে না, এমনকি ওই দুটো একসাথেও সত্যি হতে পারে না। কাজেই আমাদের ক্রমলেখতে (program) হয় cout << "pash" << endl; না হয় cout << "fell" << endl; নির্বাহিত (execute) হবে, দুটোই একসাথে হতে পারবে না। ঠিক যেন দুটো শাখা তৈরী হয়ে গেলো।

আমরা উপরের ক্রমলেখাংশ হতে দেখতে পেলাম প্রাপ্ত নম্বরের ওপর ভিত্তি করে ফলাফল পাশ না ফেল দেখাতে হবে অর্থাৎ ফলন (output) দেখানোর ওই দুটো বিবৃতির মধ্যে কোনটা নির্বাহিত হবে সেটা আমরা নম্বর 50 এর কম না বেশী বা সমান এই শর্তটি পরীক্ষা করে বাছাই করতে পারলাম। অনেক পরিগণনা ভাষায় (programming language) (nombor > 50) এর পরে cout << "pash" << endl; এর আগে then লিখতে হয়, কিন্তু c++ এ এটা লিখতে হয় না। এখানে বরং শর্ত nombor >= 50 এটাকে দুটো () বন্ধনী দিয়ে বন্দী করতে হয়। বন্ধনী দেয়ার ব্যাপারটা মনে রাখবে, কারণ প্রথম প্রথম তুমি এটা নিয়ে প্রায়ই ভুল করে সংকলন ত্রুটি (compilation error) পাবে, আর তোমাকে তখন এটি ঠিক করতে হবে। বন্ধনী দুটো এখানে আশে পাশের শর্তকে পৃথক করে, যা সফল সংকলনের (compile) জন্যে জরুরী।

উপরের ক্রমলেখাংশে (program segment) খেয়াল করো পাশ ফেল দেখানোর if এর পরে আরো একটা if আছে যেটি দিয়ে আমরা প্রাপ্ত নম্বরটি তারকা (star) কিনা তা দেখাই। এই if এ শর্ত হচ্ছে (nombor >= 80) অর্থাৎ নম্বর যদি 80 বা এর বেশী হয় তাহলে ফলন (output) দেখাবে taroka। কিন্তু আর একটু সতর্ক ভাবে খেয়াল করো এই শর্ত মিথ্যা হলে বা পূরণ না হলে কী দেখাবে সেটা কিন্তু নাই। সোজা কথায় এই if এর সাথে কোন else ব্যবহার করা হয় নি। মানে নম্বর যদি 80 এর কম হয় তাহলে স্রেফ কিছুই দেখানোর দরকার নাই। তাহলে আমরা জানলাম if এর শর্ত পূরণ হলে আমাদের কী করতে হবে সেটা লিখতে হবে, কিন্তু শর্ত পূরণ না হলে আমরা দরকার মতো কী করতে হবে সেটা লিখবো, অথবা দরকার না হলে কিছুই লিখবো না।

এবার নীচে ক্রমলেখাংশটি খেয়াল করো। এখানে আমরা উপরের পাশ-ফেল দেখানো অংশটিই আবার দেখিয়েছি, তবে একটু ভিন্ন ভাবে। ভিন্নতাটা হলো উপরে যেমন else এর পরে সরাসরি cout << "fell" << endl; লিখেছিলাম, এখানে তা না করে else এর পরে if (nobmor

< 50) লিখেছি। তোমাদের কাছে মনে হতে পারে, এটা তো সুন্দর, বুঝতে সুবিধা কারণ ঠিক যেন মানুষের ভাষায় আমরা যে ভাবে বলি যেমন যদি নম্বর 50 বা বেশী হয় ফলন দেখাও পাশ নাহলে যদি নম্বর 50 এর কম হয় ফলন দেখাও ফেল ঠিক তার মতো। কথা সত্য আমাদের বুঝা সুবিধা হয় এ ভাবে। কিন্তু আমরা এভাবে লিখবো না, কারণ else এর পরে ওই if (nobmor < 50) লিখা আসলে অদরকারী আর সে কারণে তোমার ক্রমলেখ (program) খামোকা শ্লথ (slow) হয়ে যাবে। ওই if (nobmor < 50) লেখাটা অদরকারী কারণটা আগেই খানিকটা জেনেছি তবুও আরেকবার বলি else এর শাখায় আসা মানে হলো nombor >= 50 এই শর্তটি মিথ্যা হয়েছে। আর এই শর্তটি মিথ্যা হওয়া মানে nombor < 50 শর্তটি অবশ্যই সত্য। কাজেই এটি আবার আর একটি if লাগিয়ে পরীক্ষা করার কোন প্রয়োজন নাই।

```
if (nombor >= 50)                  // যদি পাশের নম্বর
  cout << "pash" << endl;          // পাশ ফলন
else if (nombor < 50)              // না হলে
  cout << "fell" << endl;          // ফেল ফলন
```

তুমি যদি একান্তই মানুষের বুঝার সুবিধার্থে ওই if (nobmor < 50) টা লিখতে চাও, সেটা টীকার (comment) ভিতরে লিখতে পারো। নীচে যেমন লিখে দেখালাম। এতে তোমার ক্রমলেখও (program) ধীর গতির হলো না, আবার তোমার পক্ষে ক্রমলেখ পড়তেও সহজ হয়ে গেলো। আমরা এ রকমই প্রায়ই করে থাকি। তবে অনেক ক্ষেত্রে else এর পরে ওইরকম একটা if দেওয়া অবশ্যম্ভাবীও হয়ে যায়, এটা আমরা পরের একটা পাঠেই বিস্তারিত দেখবো।

```
if (nombor >= 50)                  // যদি পাশের নম্বর
  cout << "pash" << endl;          // পাশ ফলন
else //if (nombor < 50)            // না হলে
  cout << "fell" << endl;          // ফেল ফলন
```

এই আলোচনার শেষ করি আরেকটা ব্যাপার দিয়ে, সেটা হলো ছাড়ন দেয়া (indentation)। ছাড়ন নিয়ে আগে একবার আমরা আলোচনা করেছিলাম। খেয়াল করো আমরা if (nombor >=50) এর পরে এই শর্ত সত্য হলে যে cout << "pash" << endl; টা নির্বাহ (execute) করতে হবে সেটা পরের সারিতে একটু ভিতরে থেকে লিখতে শুরু করেছি। এটা করলে গণনির (computer) জন্য কিন্তু কোন লাভ বা ক্ষতি নেই, কিন্তু আমরা সহজে চোখে দেখেই কেমন বুঝতে পারি যে ওই cout এর সারিটি আসলে তার আগের সারির if এর সাথের শর্ত সত্য হওয়ার ওপরে নির্ভরশীল। তারপর দেখো পরের সারিতে থাকা else আবার একটু ভিতর থেকে শুরু না হয়ে if বরাবরই শুরু হয়েছে। এটা দিয়ে আমরা বুঝাতে চাই এই else টা আসলে ওই if এর শর্তটা মিথ্যা হলে প্রযোজ্য হবে। লম্বা ক্রমলেখতে যখন অনেক if আর অনেক else থাকবে তখন কোন else কোন if এর সাথে তা মিলানো (match) আমাদের পক্ষে চোখে দেখে কঠিন হয়ে যেতে পারে। ওই মিলানোর সুবিধার্থে if আর তার সাথের else এক বরাবর লিখা হয়। সবশেষে খেয়াল করো else এর পরের সারির cout আবার একটু ভিতর থেকে লেখা, কারণ এটা নির্বাহ হবে কিনা তা নির্ভর করে else এর ওপরে। একটু ভিতর থেকে লেখা শুরু করে সেইটাই বুঝানো হয়।

৭.২ অন্বয়ী অণুক্রিয়া (Relational Operators)

অন্বয়ী অণুক্রিয়া (relational operators) কী? সিপিপি ভাষার ছয়টি অন্বয়ী অণুক্রিয়া >= > == != < <= রয়েছে দুটো রাশির তুলনা করার জন্য। এই অন্বয়ী অণুক্রিয়াগুলো আলোচনা করো।

ক্রমলেখাংশ (program segment)

```
cout << "x y x>=y x>y x==y x!=y x<y x<=y" << endl;

cout << 3 << " " << 4 << "    ";
cout << (3>=4) << "    " << (3>4) << "    ";
cout << (3==4) << "     " << (3!=4) << "     ";
cout << (3<4) << "    " << (3<=4) << endl;

cout << 4 << " " << 4 << "    ";
cout << (4>=4) << "    " << (4>4) << "    ";
cout << (4==4) << "     " << (4!=4) << "     ";
cout << (4<4) << "    " << (4<=4) << endl;

cout << 4 << " " << 3 << "    ";
cout << (4>=3) << "    " << (4>3) << "    ";
cout << (4==3) << "     " << (4!=3) << "     ";
cout << (4<3) << "    " << (4<=3) << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশে (program segment) প্রথমে আমরা দুটো অসমান সংখ্যার তুলনা করেছি যেখানে আগেরটি পরেটি থেকে ছোট। তারপরে আমরা দুটো সমান সংখ্যার তুলনা করেছি। সবশেষে আবারো দুটো অসমান সংখ্যার তুলনা করেছি কিন্তু এখানে আগেরটি বড়, পরেরটি ছোট। উক্ত ক্রমালেখাংশের প্রেক্ষিতে ফলন (output) কী হবে তা নীচে দেখানো হয়েছে।

ফলনাংশ (output segment)

```
x y x>=y x>y x==y x!=y x<y x<=y
3 4   0   0   0    1    1   1
4 4   1   0   1    0    0   1
4 3   1   1   0    1    0   0
```

এখানে ছয়টি অন্বয়ী অণুক্রিয়া (relational operators) ব্যবহার করা হয়েছে। এগুলো হল >= বড় বা বেশী (greater or equal), > বড় (greater), == সমান (equal), != অসমান (unequal), < ছোট (smaller), <= ছোট বা কম (smaller or equal)। একটা বিষয় খেয়াল করো এখানে == সমান চিহ্ন কিন্তু দুটো = চিহ্ন দিয়ে, একটা দিয়ে নয়। আরোপণ (assignment) হলো একটা = দিয়ে। ক্রমলেখ (program) লিখতে গেলে আমাদের প্রায়শই এই ভুলটি হয়ে যায়, আর ক্রমলেখ ঠিকঠাক কাজ করে না। তোমরা এদিকে বিশেষ নজর রাখবে সব সময়।

যাইহোক উপরের ফলনাংশে (output segment) দেখো, যখনই কোন তুলনার ফলাফল সত্য হয়েছে, ফলনে (output) সেটি এসেছে 1 হিসাবে আর যেখানে তুলনার ফলাফল মিথ্যা তখনই এসেছে 0। আসলে এই অন্বয়ী অণুক্রিয়াগুলো (relational operators) বুলক (boolean) নামের এক প্রকারের মান ফলাফল হিসাবে দেয়। বুলক যেটাকে সিপিপিতে bool হিসাবে লেখা হয় সেটা হলো এক রকমের উপাত্ত প্রকরণ (data type)। বুলক মান কেবল সত্য আর মিথ্যা হতে পারে। সিপিপিতে মান দুটো হল মিথ্যা 0 ও সত্য 1। ক্রমলেখয়ের (program) ভিতরে অবশ্য মিথ্যা আর সত্যকে 0 আর 1 দিয়ে না বুঝিয়ে আমরা চাইলে স্পষ্টাকারে false ও true দিয়ে বুঝাতে পারি, কিন্তু ফলনে (output) দেখালে ওটা 0 আর 1 হিসাবে দেখানো হয়ে যাবে।

উপরের ক্রমলেখাংশে যদিও কেবল পূর্ণক (integer) ব্যবহার করা হয়েছে, অন্বয়ী অণুক্রিয়াগুলো (relational operators) আসলে ভগ্নকের (fractioner) সাথেও একই ভাবে কাজ করে। চাইলে একটা ভগ্নক ও একটা পূর্ণকও ওই অণুক্রিয়াগুলোতে এক সাথে ব্যবহার করা যায়, আর সেক্ষেত্রে পূর্ণকটি (int) প্রথমে ভগ্নকে (float) প্রকারান্তরিত (type cast) হয়ে যাবে, তারপর তুলনাটি হবে দুটো ভগ্নক (float) এর মধ্যে। ফলাফল অবশ্যই হবে একটি বুলক (bool) অর্থাৎ 0 বা 1। অন্বয়ী অণুক্রিয়াগুলো (relational operators) বুলক (bool) এর ওপরও কাজ করে। সেক্ষেত্রে false আর true কে স্রেফ 0 আর 1 ধরে পূর্ণক হিসাবে বিবেচনা করলে তুলনার যে ফলাফল আসার কথা তাই আসবে। উপরের ক্রমলেখাংশে তুমি 3 ও 4 এর বদলে নানা রকম বুলক (bool) বা পূর্ণক (int) বা ভগ্নক (float) মান দুটো উপাদানই (operand) একরকম বা দুটো দুইরকম করে বসিয়ে ফলাফলগুলো পর্যবেক্ষণ করতে পারো।

৭.৩ যদি-নাহলে মই (If-Else Ladder)

যদি-নাহলে মই (If-Else Ladder) কী? যদি-নাহলে মই ব্যবহার করে কোন প্রদত্ত বছর অধিবর্ষ (leap year) কিনা তা নির্ণয়ের জন্য একটি ক্রমলেখ (program) তৈরী করো।

প্রথমে আমরা দেখি একটা বছর কখন অধিবর্ষ (leap year) হয়। একটি প্রদত্ত বছর যদি ৪০০ দ্বারা বিভাজ্য হয় তাহলে এটি অধিবর্ষ, যেমন ১৬০০ ও ২০০০। তা নাহলে অর্থাৎ বছরটি যদি ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য না হয় কিন্তু এটি যদি ১০০ দিয়ে বিভাজ্য হয় তাহলে এটি অধিবর্ষ নয়, যেমন ১৮০০ ও ১৯০০। তাও নাহলে অর্থাৎ বছরটি ১০০ দ্বারাও বিভাজ্য নয় কিন্তু যদি ৪ দ্বারা বিভাজ্য তাহলে এটি অধিবর্ষ, যেমন ২০১২ বা ২০১৬। তাও নাহলে অর্থাৎ বছরটি যদি ৪ দ্বারা বিভাজ্য না হয় তাহলে এটি অধিবর্ষ নয় অর্থাৎ সাধারণ বর্ষ যেমন ২০১৪ বা ২০১৫। এই কথাগুলোকে সংক্ষেপে লিখলে দাঁড়ায় "যদি ৪০০ দ্বারা বিভাজ্য হয় তাহলে অধিবর্ষ, নাহলে যদি ১০০ দ্বারা বিভাজ্য হয় তাহলে অধিবর্ষ নয়, নাহলে যদি ৪ দ্বারা বিভাজ্য হয় তাহলে অধিবর্ষ, নাহলে অধিবর্ষ নয়।"

ফিরিস্তি ৭.২: অধিবর্ষ নির্ণয় (Leap Year Determination)

```
int bosor;
cout << "bosor koto? ";
cin >> bosor;

if (bosor % 400 == 0) // ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য
  cout << "odhiborsho hoy" << endl;
else if (bosor % 100 == 0)  // ১০০ দিয়ে বিভাজ্য
  cout << "odhiborsho noy" << endl;
else if (bosor % 4 == 0)  // ৪ দিয়ে বিভাজ্য
  cout << "odhiborsho hoy" << endl;
else    //  if (bosor % 4 != 0) ৪ দিয়ে বিভাজ্য নয়
  cout << "odhiborsho noy" << endl;

cout << "kee chomotkar!" << endl;
```

এবার আমাদের ক্রমলেখাংশের (program segment) দিকে তাকাই। উপরে সংক্ষেপে ঠিক যে ভাবে অধিবর্ষ নির্ণয় করার নিয়ম বর্ণনা করেছি, আমাদের ক্রমলেখাংশে আমরা যেন তাই লিখেছি। মিলিয়ে নাও। পাটিগণিতীয় অণুক্রিয়াগুলোর (arithmetical operators) পাঠ থেকে

মনে করো দেখো % অণুক্রিয়া আমাদের ভাগশেষ ফলাফল দেয়। তো ভাগশেষ যদি শুন্য হয় তাহলে আমরা বিভাজ্যতা বুঝতে পারবো, আর ভাগশেষ শুন্য না হলে অবিভাজ্যতা। আমরা প্রথমে ৪০০ দিয়ে বিভাজ্যতা পরীক্ষা করেছি, না হলে তারপর ১০০ দিয়ে বিভাজ্যতা, তাও নাহলে তারপর ৪ দিয়ে বিভাজ্যতা পরীক্ষা করেছি। কেমন হুবহু একই রকম করে ক্রমলেখটি লেখা গেছে!

খেয়াল করো বিভাজ্য হওয়া bosor %400 == 0 আর অবিভাজ্য হওয়া bosor %400 != 0 এই দুটোতো বিপরীত শর্ত। ক্রমলেখতে (program) প্রথম শর্ত ব্যবহার করলে ওই শর্ত সত্য (অথবা মিথ্যা) হলে যা করতে হবে, একই কাজ দ্বিতীয় শর্ত ব্যবহার করলে সেই শর্ত মিথ্যা (অথবা সত্য) হলে করতে হবে। প্রশ্ন হলো পরস্পর বিপরীত এই দুটোর মধ্যে কোন শর্তটা ব্যবহার করা সুবিধাজনক। তাছাড়া 400 দিয়ে বিভাজ্যতাই বা আগে কেন করবো, 4 বা 100 দিয়ে বিভাজ্যতাও তো আগে করতে পারি? এসবের উত্তর হল ব্যতিক্রম ও বেশী ব্যতিক্রমগুলো তাহলেতে রাখো, আর বাঁদবাকী কম ব্যতিক্রমগুলো সব রাখো নাহলেতে, তাতে চিন্তা করা সহজ হয়ে যায়, ক্রমলেখ (program) তৈরীও সহজ হয়। যেমন ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য হলে অধিবর্ষ, এটা অনেক বেশী ব্যতিক্রম, তুলনামুলক অল্প সংখ্যক বছর ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য হবে। ১০০ দিয়ে বিভাজ্য হওয়া আর একটু কম ব্যতিক্রম মানে তুলনামুলক ভাবে অনেক বছরই ১০০ দিয়ে বিভাজ্য। ৪ দিয়ে বিভাজ্য হওয়া আরো কম ব্যতিক্রম মানে তুলনামুলক ভাবে অনেক বেশী সংখ্যক বছর ৪ দিয়ে বিভাজ্য। আর ৪ দিয়ে বিভাজ্য না হওয়া মোটামুটি সাধারণ ঘটনা ধরা যায়, বাদবাঁকী সব বছরই ৪ দিয়ে অবিভাজ্য। খেয়াল করো ক্রমলেখ (program) সেভাবেই ব্যতিক্রম মাথায় রেখেই লেখা হয়েছে। সব চেয়ে বেশী ব্যতিক্রমী ব্যাপার সবচেয়ে আগে, সবচেয়ে কম ব্যতিক্রম সবচেয়ে পরে।

আমাদের ক্রমলেখতে ছাড়ন (indentation) দেয়ার ব্যাপারটা একটু খেয়াল করো। যদিও আমরা জানি ছাড়ন দেয়া না দেওয়া অথবা ফাঁকা দিয়ে দিয়ে লেখা বা না লেখাতে ক্রমলেখয়ের (program) ফলাফলে কোন পরিবর্তন হয় না। আমরা কেবল মানুষের বোঝার সুবিধার্থে ওগুলো করি। তারপরও খেয়াল করো আমাদের বুঝার সুবিধার্থে আমরা প্রথমের if, তারপরের else if গুলো, সবশেষের else আর তাদের শর্ত সত্য হলে যা করতে হবে সব মিলিয়ে কী সুন্দর একটা ধাঁচ (pattern) তৈরী করেছি। এই ধাঁচটি একটি মইয়ের মতো কারণ আমাদের প্রথম if দিয়ে শুরু করে শর্ত পরীক্ষা করতে করতে নীচের দিকে নামতে হবে। আর যে কোন একটি শর্ত পূরণ হলেই তার জন্য যে কাজটি করতে হবে পাশের দিকে গিয়ে সেটি করলেই পুরো ধাঁচটির কাজই আসলে শেষ হয়ে যাবে। মানে একটা শর্ত সত্য হলে নীচের দিকের আরো কোন শর্ত আর পরীক্ষা করা হবে না, পুরো ধাঁচের কাজ শেষ হয়ে যাবে। আর ঠিক এর পরে যে বিবৃতি (statement) নির্বাহিত (execute) হবে সেটি হলো এই পুরো ধাঁচের বাইরে থাকা কোন বিবৃতি। যেমন উপরের ক্রমলেখতে লক্ষ্য করো cout << "kee chomotkar!" << endl; হলো পুরো ধাঁচের বাইরে, সুতরাং যদি-নাহলে মই থেকে বের হয়েই ওইটি নির্বাহিত হতে শুরু করবে।

৭.৪ অন্তান্তি যদি-নাহলে (Nested If-Else)

অন্তান্তি যদি-নাহলে (nested if-else) কী? অন্তান্তি যদি-নাহলে ব্যবহার করে কোন প্রদত্ত বছর অধিবর্ষ (leap year) কিনা তা নির্ণয়ের জন্য একটি ক্রমলেখ (program) তৈরী করো।

একটা বছর কখন অধিবর্ষ (leap year) হয়, সেটা আগের পাঠেই জেনেছি, তবুও আরেকবার: বছরটি যদি ৪০০ দ্বারা বিভাজ্য হয় তাহলে এটি অধিবর্ষ, যেমন ১৬০০ ও ২০০০। তা নাহলে অর্থাৎ বছরটি যদি ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য না হয় কিন্তু এটি যদি ১০০ দিয়ে বিভাজ্য হয় তাহলে এটি অধিবর্ষ নয়, যেমন ১৮০০ ও ১৯০০। তাও নাহলে অর্থাৎ বছরটি ১০০ দ্বারাও বিভাজ্য নয় কিন্তু যদি ৪ দ্বারা বিভাজ্য তাহলে এটি অধিবর্ষ, যেমন ২০১২ বা ২০১৬। তাও নাহলে অর্থাৎ বছরটি যদি ৪ দ্বারা বিভাজ্য না হয় তাহলে এটি অধিবর্ষ নয় অর্থাৎ সাধারণ বর্ষ যেমন ২০১৪ বা ২০১৫। আগের পাঠে

দেখানো আমাদের নীচের ক্রমলেখাংশটি সে ভাবেই যদি-নাহলে মই ব্যবহার করে লেখা।

```
if (bosor % 400 == 0) // ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য
  cout << "odhiborsho hoy" << endl;
else if (bosor % 100 == 0)  // ১০০ দিয়ে বিভাজ্য
  cout << "odhiborsho noy" << endl;
else if (bosor % 4 == 0)  // ৪ দিয়ে বিভাজ্য
  cout << "odhiborsho hoy" << endl;
else    //  if (bosor % 4 != 0) ৪ দিয়ে বিভাজ্য নয়
  cout << "odhiborsho noy" << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশে (program segment) দেখো দ্বিতীয় if বিবৃতিতে (statement) ১০০ দিয়ে বিভাজ্যতা পরীক্ষা করা হয়েছে কিন্তু ৪০০ দিয়ে অবিভাজ্য হওয়ার পরে। তো আমরা যদি bosor % 400 == 0 লিখে বিভাজ্যতা পরীক্ষা না করে তার উল্টোটা bosor % 400 != 0 লিখে অবিভাজ্যতা পরীক্ষা করতাম তাহলে ক্রমলেখাংশটি কেমন হতো? তাহলে সালটি যে অধিবর্ষ সেটা দেখানোর cout চলে যেতো else এর সাথে। নীচের ক্রমলেখাংশের সাথে মিলিয়ে নাও।

```
if (bosor % 400 != 0) // ৪০০ দিয়ে অবিভাজ্য
  if (bosor % 100 == 0) // ১০০ দিয়ে বিভাজ্য
    cout << "odhiborsho noy" << endl;
  else if (bosor % 4 == 0)  // ৪ দিয়ে বিভাজ্য
    cout << "odhiborsho hoy" << endl;
  else    //  if (bosor % 4 != 0) ৪ দিয়ে বিভাজ্য নয়
    cout << "odhiborsho noy" << endl;
else      // if (bosor % 400 == 0) ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য
  cout << "odhiborsho hoy" << endl;
```

তুমি এবার জিজ্ঞেস করতে পারো, আচ্ছা আমি কি একই ভাবে ১০০ বা ৪ দিয়ে বিভাজ্য হওয়ার if গুলোকেও ১০০ বা ৪ দিয়ে অবিভাজ্যতার if দিয়ে লিখতে পারতাম? হ্যাঁ অবশ্যই। নীচের ক্রমলেখাংশ (program segment) খেয়াল করো। আমরা প্রতিটি if এর শর্তই বদলে এখন অবিভাজ্যতার শর্ত দিয়ে দিয়েছি। যদি-নাহলের মইতে আমরা if এর সাথে থাকা শর্ত মিথ্যা হলে তার else এর পরপরই একটা if দেখতে পেতাম। এখানে দেখো উল্টোটা, if এর শর্ত সত্য হলে বরং তার পরপরই আরেকটা if দেখা যাচ্ছে। এটাকে আমরা বলবো অন্তান্তি যদি-নাহলে (nested if-else) অর্থাৎ একটা যদি-নাহলের ভিতরে আরেকটা যদি-নাহলে, তার ভিতরে আরেকটা!

```
if (bosor % 400 != 0) // ৪০০ দিয়ে অবিভাজ্য
  if (bosor % 100 != 0) // ১০০ দিয়ে অবিভাজ্য
    if (bosor % 4 != 0) // ৪ দিয়ে অবিভাজ্য
      cout << "odhiborsho noy" << endl;
    else  //  if (bosor % 4 == 0) ৪ দিয়ে বিভাজ্য
      cout << "odhiborsho hoy" << endl;
  else    //  if (bosor % 100 == 0) ১০০ দিয়ে বিভাজ্য
    cout << "odhiborsho noy" << endl;
else      //  if (bosor % 400 == 0) ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য
  cout << "odhiborsho hoy" << endl;
```

অন্তান্তি যদি-নাহলে লেখায় ছাড়ন (indentation) দেয়ার ব্যাপারটি খেয়াল করো। সবচেয়ে ভিতরের else সবচেয়ে ভিতরের if এর সাথে। মাঝের else মাঝের if এর সাথে আর সবচেয়ে বাইরের else বাইরের if এর সাথে। টীকার (comment) অংশগুলো দেখে মিলিয়ে নাও। ক্রমলেখ (program) লিখতে ছাড়ন (indentation) দেয়া যে কতটা গুরুত্বপূর্ণ সেটা এখান থেকে তোমার বেশ বুঝতে পারার কথা। ছাড়ন না থাকলে ক্রমলেখ বুঝা আমাদের জন্য দুরহ হবে।

উপরের আলোচনায় একটা জিনিস আমরা দেখেছি: যদি-নাহলে মই (if-else ladder) আর অন্তান্তি যদি-নাহলে (nested if-else) খানিকটা পরস্পরের বিপরীত। তুমি কিন্তু চাইলে এ দুটোর মিশ্রণ ঘটাতে পারো মানে পুরোটাই মই না করে বা পুরোটাই অন্তান্তি না করে দুইরকমটাই ব্যবহার করলে! যেমন ধরো আমরা যদি প্রথমে ১০০ দিয়ে বিভাজ্যতা পরীক্ষা করি। তাহলে শর্ত সত্য হলেই আমরা অধিবর্ষ বলতে পারি না। আমাদের দেখতে হবে ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য কিনা। আর ১০০ দিয়ে বিভাজ্য না হলে আমাদের দেখতে হবে ৪ দিয়ে বিভাজ্য কিনা। তো সেই অনুসারে নীচের ক্রমলেখাংশ (program-segment) খেয়াল করো এখানে অন্তান্তি যদি-নাহলেও (nested if-else) আছে আবার যদি-নাহলে মইও (if-else ladder) আছে। ছাড়ন (indentation) দেখে চিনতে পারছো? তুমি কিন্তু আরো নানান ভাবে অধিবর্ষ (leap year) নির্ণয় নিয়ে আর যদি-নাহলে নিয়ে খেলতে পারো। কোন শর্ত আগে, কোনটা পরে, কোনটা মাঝে, কোনটাকে অন্তান্তি করবে, কোনটাকে মইয়ে দিবে, চেষ্টা করে দেখবে, মজাও পাবে, বিষয়গুলো শিখবেও!

```
if (bosor % 100 == 0) // ১০০ দিয়ে বিভাজ্য
  if (bosor % 400 == 0) // ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য
      cout << "odhiborsho hoy" << endl;
  else              //  ৪০০ দিয়ে অবিভাজ্য
      cout << "odhiborsho noy" << endl;
else if (bosor % 4 == 0)  // ৪ দিয়ে বিভাজ্য
    cout << "odhiborsho hoy" << endl;
else                //   ৪ দিয়ে অবিভাজ্য
    cout << "odhiborsho noy" << endl;
```

৭.৫ ঝুলন্ত নাহলে (Dangling Else)

ডাক বিভাগ সারাদেশকে অনেক অঞ্চলে ভাগ করে প্রতিটি অঞ্চলের একটা করে ক্রমিক নম্বর দিয়ে দেয়। ঢাকার অঞ্চলগুলোর ক্রমিক নম্বর ১০০ পর্যন্ত, তার মধ্যে ১৩ দিয়ে বিভাজ্য নম্বরগুলো হলো সংরক্ষিত অঞ্চল যেমন ১৩, ২৬, ৩৯, ৫২, ৬৫, ৭৮, ৯১। ঢাকার ভিতর থেকে ডাকে চিঠি পাঠানোর খরচ সারাদেশের যে কোন জায়গায় হলে ৪ টাকা। কিন্তু গন্তব্য ঠিকানা ঢাকার ভিতরেই হলে খরচ ২টাকা, আর ঢাকার ভিতরেই কিন্তু সংরক্ষিত অঞ্চলে হলে খরচ ৩ টাকা। তুমি বেশীর ভাগ সময় ঢাকার ভিতরেই কোথাও না কোথাও চিঠি পাঠাও, তবে মাঝে মাঝে অন্যত্রও পাঠাও। তো তোমাকে একটি ক্রমলেখ (program) লিখতে হবে যেটি তোমার চিঠির গন্তব্য কত নম্বর অঞ্চলে যোগান (input) নিয়ে তোমাকে চিঠি পাঠানোর খরচ ফলনে (output) দেখাবে। তোমার ক্রমলেখতে (program) তুমি অবশ্যই যদি নাহলে (if-else) ব্যবহার করবে কিন্তু তাতে যেন কোন ভাবেই ঝুলন্ত নাহলে (dangling else) দিয়ে ভুল না করে বসো, সেটা খেয়াল রাখবে।

এই ক্রমলেখ (program) লেখা তো খুব সহজ। যদি-নাহলে মই (if-else ladder) ব্যবহার করে তুমি সহজেই লিখে ফেলতে পারো। প্রথমে পরীক্ষা করবে অঞ্চল ১০০ এর চেয়ে বড় কিনা। ১০০ এর বড় হলে খরচ ৪ টাকা, কারণ অঞ্চলটি ঢাকার বাইরে। আর নাহলে মানে অঞ্চলটি ঢাকার ভিতরে হলে এবার পরীক্ষা করে দেখবে ১৩ দিয়ে বিভাজ্য কিনা। ১৩ দিয়ে বিভাজ্য হওয়া মানে

সংরক্ষিত অঞ্চল সুতরাং খরচ ৩ টাকা, আর ১৩ দিয়ে বিভাজ্য না হলে মানে অসংরক্ষিত এলাকা হলে খরচ ২ টাকা। নীচের ক্রমলেখাংশের (program segment) সাথে মিলিয়ে দেখো।

```
int onchol;

cout << "onchol koto? ";
cin >> onchol;

if (onchol > 100)              // ঢাকার বাইরে
  khoroch = 4;
else if (onchol % 13 == 0)     // সংরক্ষিত অঞ্চল
  khoroch = 3;
else                           // অসংরক্ষিত অঞ্চল
  khoroch = 2;
```

এই ক্রমলেখটি আরো নানান ভাবেই লেখা সম্ভব তুমি সেগুলো নিজে নিজে চেষ্টা করবে। তবে আমরা তো কেবল এটি সমাধানই শিখছি না, আমরা শিখবো ঝুলন্ত নাহলে (dangling else) ধাঁচটি কেমন সেটি। তো আমাদের সমস্যার বিবরণে খেয়াল করো একটা কথা আছে তুমি বেশীর ভাগ চিঠিই পাঠাও ঢাকায়। আর সেখানে অসংরক্ষিত এলাকার সংখ্যায় বেশী। এ থেকে আমরা ধরে নিতে পারি যে খরচ বেশীর ভাগ সময়ই ২ টাকা। কাজেই আমরা khoroch চলকটির মান শুরুতেই ২টাকা আদি আরোপণ (initial assignment) করে ফেলতে পারি। তারপর শর্ত পরীক্ষা করে যদি দেখি ঢাকার ভিতরে আর সংরক্ষিত তাহলে খরচ করে দিবো ৩ টাকা আর ঢাকার বাইরে হলে করে দেবো ৪ টাকা। নীচের ক্রমলেখাংশটি দেখো। আমরা সে রকমটি করার চেষ্টা করেছি।

```
int khoroch = 2;  //  ঢাকার ভিতরে অসংরক্ষিত

if (onchol <= 100)  //  ঢাকার ভিতরে
  if (onchol % 13 == 0) //  সংরক্ষিত
    khoroch = 3;
else              // দেখতে মনে হয় ঢাকার বাইরে
  khoroch = 4;
```

উপরের অংশটুকু ব্যবহার করে কোন ক্রমলেখ (program) তৈরী করে চালালে সেটি সঠিক khoroch জানাবে না। ঢাকার বাইরের অঞ্চলগুলোর জন্য যেখানে খরচ ৪টাকা হওয়ার কথা, তা না হয়ে বরং ২টাকাই থাকবে। আর ঢাকার ভিতরের অসংরক্ষিত এলাকার জন্য যেখানে খরচ হওয়ার কথা ২টাকা তা না হয়ে খরচ ৪টাকা হবে। ক্রমলেখ (program) চোখে দেখে তো মনে হচ্ছে সব ঠিক আছে, তবে কেন এই বিপত্তি! আসলে বিপত্তি বাঁধিয়েছে else অংশটি। আমরা যেভাবে ছাড়ন (indentation) দিয়ে লিখেছি তাতে মনে হচ্ছে else অংশটুকু প্রথম if সাথের অর্থাৎ onchol <= 100 মিথ্যা হওয়ার সাথে জড়িত। কিন্তু আসলে তা নয়। প্রতিটি else তার পূর্বের নিকটতম সঙ্গীহীন if এর সাথে জড়িত। তার মানে এইখানে else টি পরের if এর সাথে জড়িত। অর্থাৎ onchol যদি 13 দিয়ে বিভাজ্য না হয় তার সাথে জড়িত।

অন্তান্তি যদি-নাহলে (nested if-else) আলোচনায় আমরা দেখেছিলাম সবচেয়ে ভিতরের else ঠিক সবচেয়ে ভিতরের if এর সাথে, মাঝের else ঠিক মাঝের if এর সাথে, আর বাইরের else ঠিক বাইরের if এর সাথে। আসলে কোন else কোন if এর সাথে যাবে এখানে ছাড়নের (indentation) কোন প্রভাবই নেই। যে else এর জন্য if মিলানো দরকার সেখান থেকে উপ-

রের দিকে যেতে থাকলে প্রথম যে if পাওয়া যাবে যার সাথে কোন ইত্যমধ্যে else দেওয়া হয় নাই, সেই if-ই হলো আমাদের ওই else এর সাথের if। ছাড়ন কেবল আমাদের চোখের দেখার জন্য, গণনির (computer) কাছে এর কোন অর্থ নেই। তাহলে সঠিকভাবে ছাড়ন দিয়ে লিখলে আমাদের উপরের ক্রমলেখ আসলে নীচের মতো হবে। সুতরাং বুঝতেই পারছো উল্টাপাল্টা ছাড়ন (indentation) দেখে তুমি ভাববে তোমার ক্রমলেখ এরকম কাজ করবে, কিন্তু আসলে সেটা কাজ করবে ভিন্ন রকম। আর ভুলটা কোথায় তা বের করতে তুমি গলদঘর্ম হয়ে যাবে!

```
int khoroch = 2;  // ঢাকার ভিতরে অসংরক্ষিত

if (onchol <= 100)  // ঢাকার ভিতরে
  if (onchol % 13 == 0) // সংরক্ষিত
    khoroch = 3;
  else                  // অসংরক্ষিত
    khoroch = 4;
```

এরকমের সমস্যা যেখানে else কার সাথে তা বুঝতে আমাদের ঝামেলা লাগে, সেই সমস্যাকে বলা হয় ঝুলন্ত নাহলে (dangling else)। উপরের সঠিক ছাড়ন (indentation) দিয়ে আমরা বুঝতে পারলাম সমস্যা কোথায় কিন্তু সমাধান কিন্তু আমরা এখনো জানিনা, else কিন্তু আসলেই আমরা বাইরের if এর onchol <= 100 মিথ্যা হলে কী হবে তার জন্য লিখতে চাই। উপায় কী? উপায় খুবই সহজ। ভিতরের if এর জন্য একটা else লাগিয়ে দাও, আর সেই else এর জন্য তো আমাদের কিছু করার নাই। কারণ ওই else এর জন্য খরচ ২টাকা সেটা তো আমরা আগেই আদিমান আরোপণের সময় দিয়ে এসেছি। কিছু করার নাই বুঝাতে আমরা সাধারণত শুন্য বিবৃতি (empty statement) ব্যবহার করি। আর কোন কিছু ছাড়া কেবল দির্তি (semicolon) ; দিয়ে আমরা শুন্য বিবৃতি বুঝাই। এবার তাহলে পরিস্কার হয়ে গেলো কোন else কোন if এর জন্যে।

```
int khoroch = 2;  // ঢাকার ভিতরে অসংরক্ষিত

if (onchol <= 100)  // ঢাকার ভিতরে
  if (onchol % 13 == 0) //  সংরক্ষিত
    khoroch = 3;
  else              //   অসংরক্ষিত
    ;               //  শুন্য বিবৃতি
else                //  ঢাকার বাইরে
  khoroch = 4;
```

৭.৬ যৌগিক বিবৃতি (Compound Statement)

যৌগিক বিবৃতি (compound statement) বলতে কী বুঝো? যৌগিক বিবৃতি ও যদি-নাহলে (if-else) ব্যবহার করে একটি ক্রমলেখ (program) লিখো যেটি প্রথমে দুটি সংখ্যা যোগান (input) নিবে। তারপর প্রথম সংখ্যাটি 0 হলে পরের সংখ্যাটিকে ব্যাসার্ধ ধরে ক্ষেত্রফল ও পরিধি ফলন (output) দিবে। আর প্রথম সংখ্যাটি 1 হলে দ্বিতীয় সংখ্যাটিকে বর্গের এক বাহুর দৈর্ঘ্য ধরে বর্গটির ক্ষেত্রফল ও পরিসীমা ফলন (output) দিবে। প্রথম সংখ্যাটি 0 বা 1 ছাড়া অন্যকিছু হলে দেখাবে "osomorthito akriti" অর্থাৎ এর জন্য আমাদের ক্রমলেখ কাজ করবে না।

```
float nombor1, nombor2;    //  চলক ঘোষণা

cout << "nombor duti koto? "; //  যোগান যাচনা
cin >> nombor1 >> nombor2;     //  যোগান নেওয়া

if (nombor1 == 0)    //  যদি বৃত্ত হয়
{
  cout << "khetrofol holo: ";
  cout << 3.1416 * nombor2 * nombor2;
  cout << "poridhi holo: ";
  cout << 2 * 3.1416 * nombor2;
  cout << endl;
}
else if nombor == 1)  // যদি বর্গ হয়
{
  cout << "khetrofol holo: ";
  cout << nombor2 * nombor2;
  cout << "porishima holo: ";
  cout << 4 * nombor2;
  cout << endl;
}
else
  cout << "osomorthito akriti" << endl;

cout << "bah hoye gelo." << endl;
```

এই ক্রমলেখটি লেখা খুবই সহজ। কেবল একটাই ঝামেলা আছে সেটা হল যদি-নাহলেতে (if-else) শর্ত সত্য হোক বা মিথ্যা হোক আমাদের একটা বিবৃতির (statement) বদলে একগুচ্ছ বিবৃতি নির্বাহ (execute) করতে হবে। এর আগের সব উদাহরণে আমরা দেখেছি যদি-নাহলে (if-else) শর্ত সত্য বা মিথ্যা হলে কেবল একটা মাত্র বিবৃতি (statement) নির্বাহ করতে। তো ঝামেলাটার সমাধানও আসলে সহজ। একগুচ্ছ বিবৃতিকে { } বাঁকা বন্ধনীর (curly brackets) ভিতরে ঢুকিয়ে দিলেই হলো। এর আগে আমরা জেনেছিলাম দুটো বাঁকা বন্ধনীর (curly brackets) { } দিয়ে আমরা একটা মহল্লা (block) তৈরী করি। তো বাঁকা বন্ধনীর ভিতরে থাকা একগুচ্ছ বিবৃতিকে আমরা বলি যৌগিক বিবৃতি (compound statement)।

যৌগিক বিবৃতি (compound statement) হলেই যে তার ভিতরে একাধিক বিবৃতি থাকতে হবে এমন কথা নেই। মহল্লা তৈরী করে কেবল একটা বিবৃতিও তার ভিতরে লিখতে পারো।

```
if (nombor % 2 == 0)
  { cout << nombor << " holo jor" << endl; }
else
  { cout << nombor << " holo bejor" << endl; }
```

মহল্লা (block) তৈরীর ফলে অনেকসময় ঝুলন্ত নাহলের (dangling else) ঝামেলা সহজে এড়ানো সম্ভব হয়। পাঠ ৭.৫ এর চিঠি পাঠানোর খরচ নির্ণয়ের সমস্যাটি বিবেচনা করো। সেখানে else টি কোন if এর তা নিয়ে ঝামেলা তৈরী হয়েছিল আর আমরা শুন্য বিবৃতি (empty statement) দিয়ে সেটা সমাধান করেছিলাম। শুন্য বিবৃতি হল স্রেফ ; দির্তি (semicolon) তার আগে কিছু নেই। নীচের ক্রমলেখাংশে (program segment) আমরা ওই ভিতরের if টিকে একটি মহল্লার (block) ভিতরে ঢুকিয়ে দিলাম। সুতরাং মহল্লার বাইরে থাকা else টি কোনভাবেই মহল্লার ভিতরের if এর সাথে মিলানো সম্ভব হবে না, কাজেই সেটা আর ঝুলন্ত থাকবে না।

```
int khoroch = 2; // ঢাকার ভিতরে অসংরক্ষিত
if (onchol <= 100)  //  ঢাকার ভিতরে
{
  if (onchol % 13 == 0) // সংরক্ষিত
    khoroch = 3;
}
else           // ঢাকার বাইরে
  khoroch = 4;
```

মহল্লা (block) তৈরী করে চাইলে তার ভিতরে কিন্তু আমরা কোন বিবৃতি একদমই না দিতে পারি অর্থাৎ কেবলই দুটি বাঁকা বন্ধনী (curly brackets) পরপর { }। সেক্ষেত্রে এটাও একরকমের শুন্য বিবৃতি (empty statement) তৈরী হবে। কাজেই শুন্য বিবৃতি তৈরীর দুটো উপায় আমরা শিখলাম একটা হলো কেবলই ; দির্তি (semicolon) দেয়া আরেকটি হলো { } দুটো বাঁকা বন্ধনীর (curly brackets) ভিতরে কিছু না লেখা। প্রথমটির ব্যবহার আগে দেখেছি আর নীচে দ্বিতীয়টি ব্যবহার করে ঝুলন্ত (dangling else) এর আরেকটি সমাধান দেয়া হলো।

```
int khoroch = 2;  //  ঢাকার ভিতরে অসংরক্ষিত

if (onchol <= 100)  // ঢাকার ভিতরে
  if (onchol % 13 == 0) //  সংরক্ষিত
    khoroch = 3;
  else              //   অসংরক্ষিত
    {}              //  শুন্য বিবৃতি
else                //  ঢাকার বাইরে
  khoroch = 4;
```

তাহলে যেখানেই তুমি একটা বিবৃতি (statement) দিতে পারো, সেখানেই তুমি আসলে চাইলে একটা বিবৃতির বদলে একটা যৌগিক বিবৃতিও (compound statement) দিতে পারো, আবার একটা শুন্য বিবৃতিও (empty statement) দিতে পারো। এখন থেকে আমরা যখন বিবৃতি বলবো তখন তুমি সেটা মানে কেবল একটা বিবৃতি বুঝবে না, বরং দরকার মতো সেটা যে যৌগিক বিবৃতিও হতে পারে বা শুন্য বিবৃতিও হতে পারে, তা বুঝে নিবে কেমন!

৭.৭ ত্রুটি শনাক্তকরণ (Error Detection)

একটা দ্বিঘাত সমীকরণ $ax^2 + bx + c = 0$ এর সহগগুলো (coefficient) a, b ও ধ্রুবক (constant) c এর মান যোগান (input) নিয়ে x এর মান দুটি নির্ণয় করার জন্য একটি ক্রমলেখ

(program) রচনা করো। এই ক্রমলেখতে তোমাকে সব রকমের নির্বাহকালীন (execution-time) ত্রুটি শনাক্ত (error detect) করে তা ব্যবহারকারীকে জানাতে হবে।

```
#include <cmath>  // বর্গমূলের জন্য sqrt বিপাতক লাগবে

//  ওপরের অংশ main বিপাতকের আগে, নীচের অংশ ভিতরে

float a, b, c;  //  সহগ ও ধ্রুবক গুলোর জন্য চলক

cout << "somikoron ax^2 + bx + c = 0" << endl;
cout << "a b c er man koto? ";  //  যোগান যাচনা
cin >> a >> b >> c;             //  যোগান নেয়া

float d = b*b - 4*a*c;          //  নিশ্চায়ক

float x1 = (-b + sqrt(d)) / (2*a);  //  প্রথম সমাধান
float x2 = (-b - sqrt(d)) / (2*a);  //  দ্বিতীয় সমাধান

cout << "prothom somadhan x1 = " << x1 << endl;
cout << "ditiyo somadhan x2 = " << x2 << endl;
```

দ্বিঘাত সমীকরণ $ax^2 + bx + c = 0$ এর সহগ ও ধ্রুবকের মান না জেনেও আমরা সমাধানের সূত্র বের করতে পারি $x = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac})/(2a)$। এই সূত্রের বর্গমূল বের করার জন্য আমাদের cmath শির নথি (header file) থেকে sqrt বিপাতক ব্যবহার করতে হবে। বাদ বাঁকী অংশটুকু সহজ, উপরের ক্রমলেখাংশে (program segment) দেখানো হলো। প্রথমে সমীকরণটা দেখানো হয়েছে। খেয়াল করো x^2 দিয়ে আমরা কিন্তু x এর বর্গ বুঝিয়েছি। সহগ ও ধ্রবকগুলোর মান যোগান (input) নেয়ার পরে আমরা b*b - 4*a*c নির্ণয় করে চলক d তে নিয়েছি কারণ এটি দুইটি সমাধানের জন্য দুইবার ব্যবহার করতে হবে। যাইহোক ওপরের অংশটুকু ব্যবহার করে লেখা ক্রমলেখ (program) কাজ করবে যদি সমীকরণটা সহজ সোজা হয়, তাতে কোন ঝামেলা না থাকে! কী রকমের ঝামেলা থাকতে পারে, কিছু অনুমান করতে পারো?

আসলে ক্রমলেখ (program) তৈরীর সময় আমাদের ধরে নিতে হয় যে ব্যবহারকারী সঠিক যোগান (input) যেমন দিতে পারে তেমনি যা ইচ্ছা তা বেঠিক যোগানও দিতে পারে। এইটা সে ভুল করে করতে পারে, না জেনে করতে পারে, ইচ্ছা করেও করতে পারে। তোমার কাজ নষ্ট করে দেয়ার আরো নানাবিধ উদ্দেশ্যও থাকতে পারে। তবে আমরা আপাতত ধরে নিই ব্যবহারকারী ঝামেলা যা করার তা কেবল ওই সহগ ও ধ্রুবকের মান যোগান (input) দেওয়ার মাধ্যমেই করবে। আর ওই ঝামেলাগুলো করলে যা হবে তা হলো উপরের ক্রমলেখাংশ আমাদের নিয়ন্ত্রণের বাইরে নির্বাহকালীন (execution-time) ত্রুটি দেখিয়ে বন্ধ হয়ে (abort) যেতে পারে। এরকম একটা ত্রুটি হলো শুন্য দিয়ে ভাগ (divide by zero), আর একটা ত্রুটি হতে পারে ঋণাত্মক সংখ্যার বর্গমূল বের করা! এই দুটো ত্রুটিই দ্বিঘাত সমীকরণ সমাধানের ক্ষেত্রে ঘটতে পারে।

এই সব ক্ষেত্রে আমাদের আগে থেকে বুঝতে পারতে হবে যে ওই রকম ত্রুটিপূর্ণ ঘটনা ঘটবে কী না, যদি ওইরকম ত্রুটি সত্যিই ঘটে সেটা আমাদের ব্যবহারকারীকে জানাতে হবে। আমাদের তরফে জানানোটা স্বাভাবিক। কিন্তু আমাদের অজান্তে যদি ত্রুটি ঘটে ক্রমলেখ (program) বন্ধ হয়ে যায় তাহলে সেটা কোনভাবেই গ্রহণযোগ্য নয়। সেটা একটা দুর্বল পরিগণনার (programming) উদাহরণ। আর আমরা ত্রুটিটা ঘটবার আগেই ধরতে পারলে সেটা ব্যবহারকারীকে জানিয়ে চাই-

লে আমাদের ক্রমলেখকে (program) তারপরেও নির্বাহ করা চালিয়ে যেতে দিতে পারবো। তো আমরা নীচে দ্বিঘাত সমীকরণ সমাধানের পুরো ক্রমলেখটি (program) লিখবো আর তাতে সব রকম ত্রুটি ধরে সেটা ব্যবহার কারীকে জানানোর চেষ্টা করবো। আর যখন ত্রুটি হচ্ছে তখন আমরা return EXIT_SUCCESS; না করে return EXIT_FAILURE; করবো।

ফিরিস্তি ৭.৩: দ্বিঘাত সমীকরণ সমাধান (Solving Quadratic Equations)

```
#include <iostream>    //  cout ব্যবহার করার জন্য
#include <cstdlib>     //  EXIT_SUCCESS/FAILURE এর জন্য
#include <cmath>       //  sqrt বিপাতক ব্যবহার করার জন্য

using namespace std;   //  প্রমিত নামাধার

int main()
{
  float a, b, c;       //  সহগ রাখার জন্য চলক।

  cout << "somikoron ax^2 + bx + c = 0" << endl;
  cout << "a b c er man koto? ";  //  যোগান যাচনা
  cin >> a >> b >> c;             //  যোগান নেওয়া

  // a বা b যদি শুন্য হয় তখন কী হবে? c শুন্য হলে সমস্যা নেই!
  if (a == 0)   // a শুন্য হলে সমীকরণ দ্বিঘাত নয়, একঘাত!
  {
    if (b == 0) // b শুন্য হলে কোন বৈধ সমীকরণই নয়!
    {
      cout << "boidho somikoron noi!" << endl;
      return EXIT_FAILURE;  // ক্রমলেখ বিফল
    }

    //  b শুন্য নয়, কাজেই সমীকরণ কেবলই একঘাত
    cout << "dighat somikoron noi!" << endl;
    cout << "ekghat somikoron dhora holo." << endl;
    cout << "somadhan holo x = " << -c/b << endl;
    return EXIT_SUCCESS; // ক্রমলেখ তবুও সফল ধরা যায়
  }

  // a শুন্য নয়, কাজেই বৈধ দ্বিঘাত সমীকরণ

  float d = b*b - 4*a*c;  //  নিশ্চায়ক হিসাব করো

  if (d < 0)  // ঋণাত্মক নিশ্চায়কের বর্গমূল করা যায় না!
  {
    cout << "nischayok rinatok!" << endl;
```

```
    cout << "bastob somadhan nai!" << endl;
    return EXIT_FAILURE;  // ক্রমলেখ বিফল
  }

  if (d == 0) //  নিশ্চায়ক শুন্য হলে দুটো সমাধান সমান
  {
    cout << "duto somadhan ashole ekoi!" << endl;
    cout << "somapotito x = " << -b/(2*a) << endl;
    return EXIT_SUCCESS;  // ক্রমলেখ সফল
  }

  // দুটো সমাধান আছে, আর তারা অসমান

  float x1 = (-b + sqrt(d)) / (2*a);  // প্রথম সমাধান
  float x2 = (-b - sqrt(d)) / (2*a);  // দ্বিতীয় সমাধান

  cout << "prothom somadhan x1 = " << x1 << endl;
  cout << "ditiyo somadhan x2 = " << x2 << endl;

  return EXIT_SUCCESS;  // ক্রমলেখ সমাধান
}
```

যোগান (input) নেবার পর প্রথমে যেটি আমাদের বিবেচনা করতে হবে তা হলো সমীকরণটি আসলে দ্বিঘাত সমীকরণ কিনা? যদি a শুন্য হয়, তাহলে সমীকরণে কোন x^2 থাকে না, এটি হয়ে যায় $bx + c = 0$ যেটি একটি একঘাত সমীকরণ। এমন অবস্থায় আমরা আরো পরীক্ষা করে দেখব bও শুন্য কিনা। যদি b শুন্য হয় তাহলে থাকে কেবল $c = 0$, যেখানে কোন চলক (variable) নেই। কাজেই আমাদের ত্রুটি বার্তা দেখিয়ে return EXIT_FAILURE; বলে ফেরত যেতে হবে। নীচের যোগান-ফলন (input-output) খেয়াল করো, a ও b শুন্য হওয়ায় ত্রুটি বার্তা দিয়েছে।

```
somikoron ax^2 + bx + c = 0
a b c er man koto? 0 0 3
boidho somikoron noi!
```

যদি a শুন্য হয় কিন্তু b শুন্য না হয়, তাহলে আমরা if (a == 0) মহল্লার (block) ভিতরেই আছি, কিন্তু b শুন্য না হওয়ায় সমীকরণটি আসলেই একঘাত হয়েছে $bx + c = 0$। আমরা কিন্তু দ্বিঘাত সমীকরণ সমাধান করতে চাই, কিন্তু আমাদের দেয়া হয়েছে একটা একঘাত সমীকরণ। তুমি চাইলে এখানে ত্রুটি বার্তা (error message) দেখিয়ে বিফল হয়ে ফেরত যেতে পারো। আবার উদারতা দেখিয়ে নীচের মতো ওই একঘাত সমীকরণের সমাধানই ফলন (output) দিতে পারো। তবে সাথে সতর্ক বার্তাও (warning message) দিয়ে দিলে যে এটা দ্বিঘাত সমীকরণ নয়!

```
somikoron ax^2 + bx + c = 0
a b c er man koto? 0 2 1
dighat somikoron noi!
ekghat somikoron dhora holo.
somadhan holo x = -0.5
```

যদি a শুন্য না হয় তাহলে এটা একটা বৈধ দ্বিঘাত সমীকরণ। সুতরাং প্রথমে আমরা নিশ্চায়ক (discriminant) নির্ণয় করে একটা চলকে নেবো। উপরের ক্রমলেখতে খেয়াল করো float d = b*b − 4*a*c; লিখে তাই করা হয়েছে। এখন নিশ্চায়ক যদি ঋণাত্নক (negative) হয় তাহলে তো বর্গমূল নির্ণয় করা সম্ভব না, কিন্তু দ্বিঘাত সমীকরণের সমাধানের সূত্রে নিশ্চায়কের বর্গমূল আমাদের দরকার। কাজেই নিশ্চায়কের মান ঋণাত্নক হলে আমাদের পক্ষে সমাধান করা সম্ভব নয়। একটি ত্রুটি বার্তা (error message) দেখিয়ে return EXIT_FAILURE; ফেরত যাওয়া উচিৎ। নীচের যোগান-ফলন (input-output) খেয়াল করো, ঠিক তাই ঘটেছে।

```
somikoron ax^2 + bx + c = 0
a b c er man koto? 2 -5 2
nischayok rinatok!
bastob somadhan nai!
```

নিশ্চায়ক (discriminant) যদি ঋণাত্নক (negative) না হয়, তাহলে এবার দেখতে হবে এটি শুন্য কিনা। কারণ শুন্য হলে সেক্ষেত্রে আমাদের সমাধান দুটিই হবে, কিন্তু সমাধান দুটি আবার আলাদা আলাদা না হয়ে একই হবে। এইরকম অবস্থাকে বলা হয় সমাপতিত (coincidental) সমাধান। নীচের যোগান-ফলনে (input-output) এটি দেখানো হলো।

```
somikoron ax^2 + bx + c = 0
a b c er man koto? 1 -2 1
duto somadhan ashole ekoi!
somapotito x = 1
```

সবশেষের যে অবস্থা সেটি হলো নিশ্চায়ক ঋণাত্নকও নয়, শুন্যও নয়, তাহলে সেটি ধনাত্নক (positive)। আর এটিই হলো সেই অবস্থা আমরা যেটি ধরে নিয়ে একদম শুরুতে একটা ছোট ক্রমলেখাংশ (program segment) দেখিয়েছিলাম। কাজেই আমরা সেই কাজটুকু করে দুটো সমাধান আমাদের জানা সূত্রানুযায়ী নির্ণয় করে ফলন দেখিয়ে return EXIT_SUCCESS; করে ক্রমলেখ শেষ করবো। নীচের যোগান-ফলনে (input-output) এই অবস্থা দেখানো হলো।

```
somikoron ax^2 + bx + c = 0
a b c er man koto? 2 -5 2
prothom somadhan x1 = 2
ditiyo somadhan x2 = 0.5
```

উপরের বিস্তারিত ক্রমলেখতে (program) খেয়াল করো প্রতিটি if এর শর্ত সত্য হলে যে মহল্লাটি (block) নির্বাহিত হবে সেই মহল্লা শেষ হয়েছে একটি return দিয়ে। তার মানে ওই শর্তগুলো সত্য হলে ক্রমলেখয়ের (program) নীচের কোন অংশ আর নির্বাহিত হবে না। আর একারণে সংশ্লিষ্ট if এর শর্ত মিথ্যা হলে যা হবে সেটি আর আমরা একটি else লিখে তারপর আরেকটি মহল্লায় (block) ঢুকিয়ে দেই নি। কারণ if এর শর্ত সত্য হলে যে মহল্লা (block) তার বাইরে পুরোটাইতো এখন else এর জন্য, কাজেই আলাদা করে মহল্লা করার দরকার নেই।

৭.৮ বুলক সংযোজক (Boolean Connectives)

একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি একটি পূর্ণক (integer) যোগান (input) নিবে। তারপর সংখ্যাটি যদি ৭ ও ১৩ উভয় দ্বারা বিভাজ্য হয় তাহলে ফলন (output) দিবে "মিশ্রভাগ্য

সংখ্যা", যদি ৭ দ্বারাও বিভাজ্য না হয় আবার ১৩ দ্বারাও বিভাজ্য না হয় তাহলে ফলন দিবে "অভাগ্য সংখ্যা", যদি কেবল ৭ দ্বারা বিভাজ্য হয় কিন্তু ১৩ দ্বারা বিভাজ্য নয় তাহলে ফলন দিবে "সৌভাগ্য সংখ্যা", আর যদি কেবল ১৩ দ্বারা বিভাজ্য হয় কিন্তু ৭ দ্বারা নয় তাহলে ফলন দিবে "দুর্ভাগ্য সংখ্যা"। যদি সংখ্যাটি ৭ বা ১৩ যে কোন একটি বা উভয়টি দ্বারা বিভাজ্য হয় তাহলে ফলন দিবে "ভাগ্য সংখ্যা"। একটি সংখ্যা একই সাথে উপরের এক বা একাধিক ভাগে পড়তেই পারে।

ফিরিস্তি ৭.৪: সৌভাগ্য ও দুর্ভাগ্যের সংখ্যা (Lucky & Unlucky Numbers)

```
int nombor;
cout << "sonkhya koto? ";
cin >> sonkhya;

if (sonkhya % 7 == 0 && sonkhya % 13 == 0)
  cout << "missrovaggo sonkhya" << endl;

if (sonkhya % 7 != 0 && sonkhya % 13 != 0)
  cout << "ovaggo sonkhya" << endl;

if (sonkhya % 7 == 0 && sonkhya % 13 != 0)
  cout << "souvaggo sonkhya" << endl;

if (sonkhya % 13 == 0 && sonkhya % 7 != 0)
  cout << "durvaggo sonkhya" << endl;

if (sonkhya % 7 == 0 || sonkhya % 13 == 0)
  cout << "vaggo sonkhya" << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশে (program segment) && হলো "এবং" আর || হলো "অথবা"। তুমি চাইলে সিপিপিতে && এর বদলে and আর || এর বদলে or লিখতে পারো। আর বাংলায় কখনো কখনো আমরা "এবং" এর বদলে "ও" বা "আর" লিখবো, আর "অথবা" এর বদলে লিখবো "বা"। যাই হোক মনে রাখো && এর ফলাফল সত্য হয় যখন এর দুপাশের উপাদানই (operand) সত্য হয়, আর যেকোন একটা মিথ্যা হলেই ফলাফল মিথ্যা। অন্যদিকে || এর ফলাফল মিথ্যা হয় যখন এর দুপাশের উপাদানই (operand) মিথ্যা, আর যে কোন একটি সত্য হলেই ফলাফল সত্য। তো উপরের ক্রমলেখাংশ বুঝার চেষ্টা করো। খুব কঠিন কিছু নয়। সমস্যাটি ঠিক যেমন করে বাংলায় বর্ণনা করা হয়েছে, ক্রমলেখতেও যেন ঠিক সে রকম করেই লেখা হয়েছে।

এবার ওই ক্রমলেখকে আমরা কিছু উন্নয়নের চেষ্টা করি। একটা বিষয় খেয়াল করো বিভাজ্য হওয়া বা বিভাজ্য না হওয়া আমরা বারবার হিসাব করেছি। এইটা তো হওয়া উচিৎ নয়। তাছাড়া ভাগশেষ বের করা অন্যান্য অনেক অণুক্রিয়া (operator) তুলনায় মোটামুটি সময় সাপেক্ষ কাজ। আমাদের তাই একবার ভাগশেষ হিসাব করে সেটাই বারবার ব্যবহার করা উচিৎ। তো সেই অনুযায়ী আমরা ক্রমলেখতে কিছু পরিবর্তন করতে পারি। মুলত ভাগশেষের জন্য আমাদের দুটো পূর্ণক (integer) চলক নিতে হবে `int vagshes7 = sonkhya % 7;` আর `int vagshes13 = sonkhya % 13;` আর তারপর প্রতিটি `sonkhya % 7` এর বদলে `vagshes7` এবং প্রতিটি `sonkhya % 13` এর বদলে `vagshesh13` লিখতে হবে। খুবই সহজ পরিবর্তন।

কিন্তু আমরা আসলে এই পরিবর্তনের কথা বলছি না। আমরা ভাগশেষগুলো পূর্ণক (integer) চলকে না রেখে বরং সংখ্যাটি ৭ বা ১৩ দ্বারা বিভাজ্য কিনা তার সত্যতা বুলক (boolean) চলকে

রাখতে চাই। এক্ষেত্রে আমরা bool bivajyo7 = sonkhya % 7 == 0; লিখবো। তাতে সংখ্যাটি ৭ দ্বারা বিভাজ্য হলে bivajyo7 চলকের মান হবে true বা 1 আর ৭ দ্বারা বিভাজ্য না হলে ওই চলকের মান হবে false বা 0। একই ভাবে bool bivajyo13 = sonkhya % 13 == 0; লিখলে bivajyo13 এর মান হবে true বা 1 যদি সংখ্যাটি 13 দ্বারা বিভাজ্য হয় আর মান হবে false বা 0 যদি সেটি 13 দ্বারা বিভাজ্য না হয়। নীচে এই ক্রমলেখাংশ দেখানো হলো।

```
int nombor;
cout << "sonkhya koto? ";
cin >> sonkhya;

bool bivajyo7 = sonkhya % 7 == 0;
bool bivajyo13 = sonkhya % 13 == 0;

if (bivajyo7 && bivajyo13)
  cout << "missrovaggo sonkhya" << endl;

if (!bivajyo7 && !bivajyo13)
  cout << "ovaggo sonkhya" << endl;

if (bivajyo7 && !bivajyo13)
  cout << "souvaggo sonkhya" << endl;

if (bivajyo13 && !bivajyo7)
  cout << "durvaggo sonkhya" << endl;

if (bivajyo7 || bivajyo13)
  cout << "vaggo sonkhya" << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশে (program segment) খেয়াল করো bivajyo7 (বা একই ভাবে bivajyo13) এর মান সত্য নাকি মিথ্যা আমরা কিন্তু bivajyo7 == true অথবা bivajyo7 == 1 লিখে করি নাই, যদিও তা করতে পারতাম। আমরা বরং স্রেফ চলকটা ব্যবহার করেছি কারণ চলকটার মানই তো সরাসরি সত্য বা মিথ্যা। আবার আলাদা করে == অণুক্রিয়া (operator) দিয়ে সত্য বা মিথ্যা পরীক্ষা করার দরকার নেই। তবে খেয়াল করো যখন বিভাজ্য নয় পরীক্ষা করতে হবে তখন আমরা !bivajyo7 (বা একই ভাবে !bivajyou13) লিখে অর্থাৎ চলকের নামের সামনে ! লাগিয়ে দিয়েছি। এখানে ! হলো নয় বা না অণুক্রিয়া। তুমি চাইলে ! এর বদলে সিপিপিতে not লিখতে পারতে। নয় অণুক্রিয়া সত্যকে উপাদান (operand) হিসাবে নিয়ে মিথ্যা ফলাফল দেয় আর মিথ্যাকে উপাদান হিসাবে নিয়ে সত্য ফলাফল দেয়। আর সে কারণে bivajyo7 == false না লিখে আমরা !bivajyo7 লিখলেই আমাদের কাজ হয়ে যায়।

৭.৯ বুলক, পূর্ণক, ভগ্নক (Boolean, Integer, Float)

একটি সংখ্যা জোড় না বিজোড় তা নির্ণয়ের ক্রমলেখ (program) রচনা করো। তোমার ক্রমলেখতে তুমি কোন বুলক চলক (boolean variable) বা অন্বয়ী অণুক্রিয়া (relational operator) ব্যবহার করতে পারবে না। তোমাকে পূর্ণক মানকেই বুলক হিসাবে ব্যবহার করতে হবে।

```
int sonkhya = 41;    // তুমি চাইলে যোগান নিতে পারো।

if (sonkhya % 2 != 0)
  cout << "bejor" << endl;
else
  cout << "jor" << endl;
```

এই ক্রমলেখটি (program) তুমি চাইলে উপরের মতো করে লিখতে পারো। কোন সংখ্যা ২ দিয়ে ভাগ দিলে যদি ভাগশেষ শুন্য না হয় তাহলে সংখ্যাটি বিজোড়, আর ভাগশেষ শুন্য হলে সংখ্যাটি জোড়। কাজেই ক্রমলেখটি সহজেই লিখে ফেলা যায়। কিন্তু এতে অসমান নির্ণয়ের জন্য একটি অণুক্রিয়া != ব্যবহার করতে হচ্ছে, যেটি চাইলে আমরা ব্যবহার না করেও কাজ চালাতে পারি। এর কারণ হলো যে কোন সময় শুন্যকে আমরা মিথ্যা ধরে নিতে পারি আর যে কোন অশুন্য মানকে, সেটা ধনাত্নক হোক বা ঋণাত্নক হোক, আমরা সেটাকে সত্য ধরে নিতে পারি। তাতে আমাদের মানটি আলাদা করি শুন্য কিনা তা আর পরীক্ষা করার দরকার পড়ে না। কাজেই নীচের ক্রমলেখাংশের (program segment) মতো করে != বাদ দিয়ে স্রেফ if (sonkhya % 2) লেখা মানেই হলো if (sonkhya % 2 != 0) লেখা।

```
int sonkhya = 41;    // তুমি চাইলে যোগান নিতে পারো।

if (sonkhya % 2)     // ভাগশেষ অশুন্য হলে
  cout << "bejor" << endl;
else                 // ভাগশেষ শুন্য হলে
  cout << "jor" << endl;
```

উপরের উদাহরণে আমরা কেবল পূর্ণক ব্যবহার করেছি। কিন্তু ভগ্নক সংখ্যার ক্ষেত্রেও একই কথা প্রযোজ্য। যেমন নীচের ক্রমলেখাংশে ভগ্নক সংখ্যাটি শুন্য কিনা তা নির্ণয় করা হয়েছে। খেয়াল করে দেখো আমরা সংখ্যাটিকেই সরাসরি শর্ত হিসাবে ব্যবহার করেছি। সংখ্যাটি শুন্য না হলেই এটি সত্য হবে shunyo noi ফলন আসবে, আর সংখ্যাটি শুন্য হলে ফলন আসবে shunyo hoi।

```
float sonkhya = -3.5;    // তুমি চাইলে যোগান নিতে পারো।

if (sonkhya)     // সংখ্যাটি অশুন্য হলে
  cout << "shunyo noi" << endl;
else             // সংখ্যাটি শুন্য হলে
  cout << "shunyo hoi" << endl;
```

তাহলে এখানকার আলোচনায় আমরা দেখলাম উপাদান (operand) হিসাবে শুন্য হলো মিথ্যা (false) আর অন্য যেকোন ধনাত্নক (positive) বা ঋণাত্নক (negative) পূর্ণক (integer) বা ভগ্নক (float) হলো সত্য (true)। আর অন্বয়ী অণুক্রিয়া (relational operators) আলোচনার সময় জেনেছি ফলাফল (result) হিসাবে সবসময় false হলো 0 এবং true হলো 1। খেয়াল করো উপাদান (operand) হিসাবে true 0 ছাড়া যে কোন কিছু হলেও ফলাফল (result) হিসাবে true কেবল 1, false অবশ্য উভয় ক্ষেত্রেই কেবল 0।

৭.১০ বুলক বীজগণিত (Boolean Algebra)

দক্ষতার সাথে যদি নাহলে (if else) ব্যবহার করতে চাইলে আমাদের খানিকটা বুলক বীজগণিত (boolean algebra) জানা দরকার। অনেক সময় এবং &&, অথবা ||, নয় ! অণুক্রিয়া (operators) বেশ কয়েকবার করে নিয়ে তুমি হয়তো জটিল একটা রাশি (expression) তৈরী করবে যেটা সরাসরি মূল্যায়ন (evaluate) করতে গেলে প্রত্যকটি অণুক্রিয়া (operator) ধাপে ধাপে মূল্যায়ন করতে হবে। কিন্তু বুলক বীজগণিত ব্যবহার করে সেটা হয়তো সরলীকরণ করে ছোট করে অনেক কম অণুক্রিয়া (operator) দিয়েই প্রকাশ করা সম্ভব। অণুক্রিয়ার সংখ্যা কম হওয়া মানে সেটা দক্ষ হবে, ক্রমলেখ নির্বাহ (program execution) করতে সময় কম লাগবে।

বুলক বীজগণিতে (boolean algebra) সত্যকে প্রমূর্তায়ন (representation) করা হয় true বা 1 দিয়ে আর মিথ্যাকে করা হয় false বা 0 দিয়ে। সিপিপিতে অণুক্রিয়াসমুহ (operator) ফলাফলের ক্ষেত্রে একদমএইরূপ প্রমূর্তায়নই (representation) মেনে চলে, তবে উপাদানের (operand) ক্ষেত্রে কিছুটা উদার হয়ে 0 ছাড়া যেকোন মানকেই true হিসাবে ধরে নেয়, false ধরে নেয় যথারীতি কেবল 0 কে। উপাদান ও ফলাফলের ক্ষেত্রে true এর এই ভিন্নতা মনে রাখবে। অনেক সময় এটি সুবিধাজনক, আবার অনেক সময় এটি অনেক ত্রুটির (error) জন্মদেয়।

বুলক বীজগণিতের (boolean algebra) প্রথম যে অণুক্রিয়া (operator) তাহলো নয়, না যেটা ! বা not লিখে প্রকাশ করা হয়। নয় অণুক্রিয়ার উপাদান (operand) ও ফলাফল (result) নীচে খেয়াল করো !true হলো false আর !false হলো true। আমরা এখানে ≡ বা সমতুল (equivalence) প্রতীক ব্যবহার করে বুঝাবো যে ওই প্রতীকের বাম ও ডানপাশ সমতুল।

- !true ≡ false
- !false ≡ true

ধরো দুটো ! পরপর আছে যেমন !!true বা !!false বা !!x, তাহলে ফলাফল কী হবে। এইসব ক্ষেত্রে আমাদের ডানের ! আগে হিসাব করতে হবে, তার ওপর বামের ! ধরে শেষ ফলাফল হিসাব করতে হবে। একারণে ! হলো ডান সহযোজ্য (right associative)। তো এখানে ডানের ! অণুক্রিয়া true বা false কে উল্টে দিবে আর বামের ! সেটাকে আবার সিধা করবে। সুতরাং !!true হবে true, !!false হবে false, আর !!x হবে x। বুলক বীজগণিতে এই নিয়মকে বলা হয় দুনো ঋণায়ন (double negation)। তুমি কি তিন বা বেশী সংখ্যক ! পরপর থাকলে কী হবে বের করতে পারবে? অবশ্যই পারবে, প্রতি দুইটি ! পরস্পরকে বাতিল করে দিবে।

- !!x ≡ !(!x) ডান সহযোজ্য
- !!true ≡ true দুনো ঋণায়ন
- !!x ≡ x দুনো ঋণায়ন
- !!false ≡ false দুনো ঋণায়ন

বুলক বীজগণিতের (boolean algebra) দ্বিতীয় অণুক্রিয়া (operator) এবং, ও যেটা && বা and লিখে প্রকাশ করা হয়। লক্ষ্য করো এবং অণুক্রিয়ার ফলাফল (result) সত্য যখন উভয় উপাদানই (operand) সত্য, আর যেকোন একটি উপাদান মিথ্যা হলেই ফলাফল মিথ্যা।

- true && true ≡ true
- false && true ≡ false
- true && false ≡ false
- false && false ≡ false

একটি উপাদান সত্য বা মিথ্যা ধরে নিলে এবং && অণুক্রিয়ার জন্যে আমরা বেশ কিছু সরলীকরণ করে ফেলতে পারি যেগুলোকে আমরা সত্যের সরল (true simplification) ও মিথ্যার সরল (false simplification) বলবো। কোন একটি উপাদান আমরা যদি আগেই বুঝে ফেলি সেটি সত্য না মিথ্যা তাহলে আমরা এই সরলীকরণগুলো কাজে লাগাতে পারবো।

- x && true ≡ x সত্যের সরল
- x && false ≡ false মিথ্যার সরল
- true && x ≡ x সত্যের সরল
- false && x ≡ false মিথ্যার সরল

বুলক বীজগণিতের (boolean algebra) তৃতীয় অণুক্রিয়া (operator) অথবা, বা যেটা || বা or লিখে প্রকাশ করা হয়। লক্ষ্য করো অথবা অণুক্রিয়ার ফলাফল (result) মিথ্যা যখন উভয় উপাদানই (operand) মিথ্যা, আর যেকোন একটি উপাদান সত্য হলেই ফলাফল সত্য।

- true || true ≡ true
- false || true ≡ true
- true || false ≡ true
- false || false ≡ false

একটি উপাদান সত্য বা মিথ্যা ধরে নিলে অথবা || অণুক্রিয়ার জন্যে আমরা বেশ কিছু সরলীকরণ করে ফেলতে পারি যেগুলোকে আমরা সত্যের সরল (true simplification) ও মিথ্যার সরল (false simplification) বলবো। কোন একটি উপাদান আমরা যদি আগেই বুঝে ফেলি সেটি সত্য না মিথ্যা তাহলে আমরা এই সরলীকরণগুলো কাজে লাগাতে পারবো।

- x || true ≡ true সত্যের সরল
- x || false ≡ x মিথ্যার সরল
- true || x ≡ true সত্যের সরল
- false || x ≡ x মিথ্যার সরল

বুলক বীজগণিতে অণুক্রিয়াগুলোর (operator) অগ্রগণ্যতার ক্রম (precedence order) হলো প্রথমে নয় !, তারপর এবং &&, আর শেষে অথবা ||, এই ক্রমের অন্যথা করতে চাইলে প্রয়োজনে বন্ধনী ব্যবহার করতে হবে। তাছাড়া দ্ব্যর্থবোধকতা এড়াতে বন্ধনী ব্যবহার করা উচিৎ। নীচের উদাহরণ দুটি খেয়াল করো। প্রথমটিতে আগে ! তারপর &&, শেষে || করতে হবে, বন্ধনী ব্যবহার করে সেটাই বুঝানো হয়েছে। দ্বিতীয় উদাহরণটিতে ! আগে করলেও && আগে || করায় সেটা সঠিক হয় নি। এখানে ≢ দিয়ে বুঝানো হয়েছে দুইপাশ পরস্পরের সমতুল নয়।

- x && !y || z ≡ (x && (!y)) || z আগে !, মাঝে &&, পরে ||
- x && !y || z ≢ x && ((!y) || z) আগে !, মাঝে || নয়, পরেও && নয়

গাণিতিক অণুক্রিয়া (mathematical operators) ও আরোপণের (assignment) সাথে যদি যৌক্তিক অণুক্রিয়াগুলো মিলিয়ে দেখা হয় তাহলে সব মিলিয়ে অগ্রগণ্যতার ক্রম নিম্নরূপ:

১. ++ −− একিক উত্তর (unary postfix বাম থেকে ডানে (left associative)
২. ++ −− + − ! একিক পূর্ব (unary prefix) ডান থেকে বামে (right associative)
৩. ∗ / % দুয়িক (binary) বাম থেকে ডানে (left associative)
৪. + − দুয়িক (binary) বাম থেকে ডানে (left associative)
৫. && দুয়িক (binary) বাম থেকে ডানে (left associative)
৬. || দুয়িক (binary) বাম থেকে ডানে (left associative)
৭. = += −= ∗= /= %= দুয়িক (binary) ডান থেকে বামে (right associative)
৮. , দুয়িক (binary) বাম থেকে ডানে (left associative)

৭.১১ বুলক সমতুল (Boolean Equivalence)

এবার আমরা বেশ কিছু সমতুলের নিয়ম (equivalence rule) দেখবো। এই নিয়মগুলোর বামপাশ আর ডানপাশ সবসময় সমতুল। আমরা তাই এগুলো ব্যবহার করে বিভিন্ন সময়ে আমাদের যৌক্তিক রাশি (logical expression) সরল করার চেষ্টা করবো।

নীচের দুটো নিয়ম হলো এবং, অথবার বিনিময় নিয়ম (commutative rule)। বিনিময় নিয়মে অণুক্রিয়ার (operator) উপাদানগুলো পার্শ পরিবর্তন করলেও ফলাফল একই থাকে।

- x && y ≡ y && x বিনিময়
- x || y ≡ y || x বিনিময়

নীচের দুটো নিয়ম হলো সহযোজনের নিয়ম (associative rule)। এই নিয়মে একই অণুক্রিয়া (operator) পরপর থাকলে আমরা যে কোনটি আগে মূল্যায়ন (evaluate) করে তার ফলাফলের সাথে অন্য অণুক্রিয়ার মূল্যায়ন করতে পারি, আর তাতে ফলাফল একই হবে।

- x && y && z ≡ (x && y) && z ≡ x && (y && z) সহযোজ্য
- x || y || z ≡ (x || y) || z ≡ x || (y || z) সহযোজ্য

নীচের দুটো নিয়ম হলো বন্টন নিয়ম (distributive rule)। এই নিয়মে দুটি ভিন্ন অণুক্রিয়া (operator) পরপর থাকলে আমরা একটিকে আরেকটির ওপর বন্টন করে দিতে পারি। পাটিগণিতে বন্টনের নিয়মের উদাহরণ হলো $x * (y + z) = x * y + x * z$।

- x && y || z ≢ x && (y || z) ≡ (x && y) || (x && z) বন্টন
- x || y && z ≢ (x || y) && z ≡ (x && z) || (y && z) বন্টন
- x || y && z ≡ x || (y && z) ≡ (x || y) && (x || z) বন্টন
- x && y || z ≡ (x && y) || z) ≡ (x || z) && (y || z) বন্টন

নীচের নিয়মগুলো হলো শোষন নিয়ম (absorption rule)। প্রথম চারটি নিয়মে খেয়াল করো x যদি true হয় তাহলে x || y বা y || x এর মানও true আর ফলে && এর ফলাফলও true। আবার x যদি false হয় তাহলে && এর ফলাফল অবশ্যই false। তাহলে বামদিকের রাশিগুলোর মান সবসময় x এর মান যা তাই। একই ভাবে শেষের চারটি নিয়মে খেয়াল করো x যদি false হয় তাহলে x && y বা y && x এর মানও false। আবার x যদি true হয় তাহলে || এর ফলাফল অবশ্যই true। তাহলে বামদিকের রাশিগুলোর মান সব সময় x এর মান যা তাই। কাজেই এই নিয়মগুলো তোমাকরে বুলক রাশিকে কত সহজ ও ছোট করে ফেলে!

- x && (x || y) ≡ x শোষন
- x || (x && y) ≡ x শোষন
- x && (y || x) ≡ x শোষন
- x || (y && x) ≡ x শোষন
- (x || y) && x ≡ x শোষন
- (x && y) || x) ≡ x শোষন
- (y || x) && x ≡ x শোষন
- (y && x) || x) ≡ x শোষন

নীচের নিয়ম দুটোতে অণুক্রিয়াগুলোর (operator) উপাদানদুটো একই। এবং && ও অথবা || উভয়ের ফলাফল এক্ষেত্রে সবসময় উপাদানটির মান যা তাই হবে। একটি উপাদানের নিজের

সাথে নিজের ওপর কোন অণুক্রিয়া (operator) প্রযুক্ত হলে ফলাফল যদি উপাদানটিই হয় তাহলে অণুক্রিয়াটির এই ধর্মকে বলা হয় অস্বক্রিয়তা (idempotence)। সব অণুক্রিয়াই কিন্তু অস্বক্রিয় নয়, যেমন পাটিগণিতে সর্বাবস্থায় $x + x = x$ সত্য নয়, কাজেই যোগ $+$ অস্বক্রিয় নয়। বুলক বীজগণিতে এবং && ও অথবা || উভয়েই অস্বক্রিয় (idempotent)।

- x && x ≡ x অস্বক্রিয়তা
- x || x ≡ x অস্বক্রিয়তা

v

নীচের নিয়ম দুটোতে অণুক্রিয়াগুলোর (operator) উপাদানদুটো পরস্পরের বিপরীত। এবং && এর ফলাফল এক্ষেত্রে সবসময় false হবে, কারণ দুটো উপাদানের মধ্যে যে কোন একটি তো মিথ্যা হবেই, আর যে কোন একটি মিথ্যা হলেই এবং এর ফলাফল মিথ্যা। তাই এই নিয়মকে বলা হয় অসঙ্গতি (contradiction)। আর অথবা || এর ফলাফল এক্ষেত্রে সবসময় true হবে, কারণ দুটো উপাদানের মধ্যে যে কোন একটি তো সত্য হবেই, আর যে কোন একটি সত্য হলেই অথবা এর ফলাফল সত্য। তাই এই নিয়মকে বলা হয় নঞ মধ্যম (excluded middle)।

- x && !x ≡ false অসঙ্গতি
- x || !x ≡ true নঞ মধ্যম

নীচের নিয়ম দুটোর নাম ডি মরগানের নিয়ম (De Morgan's Law)। এই নিয়মদুটো খুবই গুরুত্বপূর্ণ এবং প্রায়শই বুলক রাশির সরলীকরণে ব্যবহৃত হয়। এই নিয়ম অণুযায়ী এবং && এর ফলাফলের ওপর নয় ! করলে যে ফলাফল পাওয়া যায় তা আগে উপাদানগুলোর ওপরে নয় ! করে সেই ফলাফলের ওপর অথবা || চালিয়ে পাওয়া ফলাফলের সমতুল। একই ভাবে অথবা || এর ফলাফলের ওপর নয় ! করলে যে ফলাফল পাওয়া যায় তা আগে উপাদানগুলোর ওপরে নয় ! করে সেই ফলাফলের ওপর এবং && চালিয়ে পাওয়া ফলাফলের সমতুল।

- !(x && y) ≡ !x || !y ডি মরগান
- !(x || y) ≡ !x && !y ডি মরগান

৭.১২ সত্যক সারণী (Truth Table)

সমতুলের নিয়মগুলো (equivalence rule) যে সঠিক, অথবা যে কোন দুটো বুলক রাশি সমতুল কিনা, এইটা তুমি কীভাবে প্রমাণ করবে। প্রমাণ করাটা আসলে খুবই সহজ। উপাদানগুলোর মানের যত রকম সমাবেশ (combination) সম্ভব, প্রতিটির জন্য তোমাকে সমতুলের নিয়মের বাম ও ডান পাশ সমান কিনা পরীক্ষা করে দেখতে হবে। আমরা সাধারণত সত্যক সারণী (truth table) ব্যবহার করে সেটা করে থাকি। চলো উদাহরণ হিসাবে আমরা ডি মরগানের নিয়ম দুটোর প্রথমটি প্রমাণ করি। একই পদ্ধতি অনুসরণ করে তুমি ডি মরগানের অন্য নিয়মটি প্রমাণ করতে পারবে। আর চাইলে উপরের অন্যান্য যে কোন সমতুলের নিয়মগুলোও নিজে নিজে প্রমাণ করবে।

ডি মরগানের প্রথম সূত্রটিতে চলক (variable) আছে দুইটি x ও y, আর চলক দুটির মান সম্ভব কেবল true ও false। এখন দুটি চলকের জন্যে দুটি মান নিয়ে আমরা চারটি সমাবেশ (combination) পেতে পারি। এর প্রতিটির জন্য আমরা নিয়মটির বাম পাশ ও ডান পাশ মূল্যায়ন (evaluate) করে দেখবো। এখানে বলে রাখি কোন সমতুলের নিয়মে যদি ৩টি চলক থাকে তাহলে সমাবেশ হবে ৮টি, ৪টি থাকলে হবে ১৬টি, অর্থাৎ n টি চলক থাকলে সমাবেশ হবে 2^nটি। আর এর প্রতিটি সমাবেশের জন্য সত্যক সারণীতে (truth table) একটি করে আড়ি (row) থাকবে। সত্যক সারণীতে খাড়িগুলো (column) হবে বিভিন্ন উপরাশির (subexpression) মান যে গুলোর মান আমাদের মূল্যায়ন করতে হবে যদি আমরা মুল রাশির (expression) মান পেতে

চাই। যেমন !(x && y) মূল্যায়ন করতে গেলে আমাদের x && y আগে মূল্যায়ন করতে হবে, তেমনি ভাবে !x || !y মূল্যায়ন করতে গেলে !x ও !y মূল্যায়ন করতে হবে।

সত্যক সারণী (Truth Table)

x	y	x && y	!(x && y)	!x	!y	!x || !y
true	true	true	false	false	false	false
true	false	false	true	false	true	true
false	true	false	true	true	false	true
false	false	false	true	true	true	true

উপরের সত্যক সারণীতে (truth table) প্রতিটি আড়ি (row) খেয়াল করো:

১. প্রথম আড়িতে (row) x ও y উভয়ের মানই true। সুতরাং x && y ও true, ফলে !(x && y) হবে false। তারপর !x আর !y উভয়ই হলো false, ফলে !x || !y হলো false। কাজেই !(x && y) আর !x || !y উভয়ের মান সমান।

২. দ্বিতীয় আড়িতে (row) x,y যথাক্রমে true, false, ফলে x && y হলো false আর !(x && y) হলো true। তারপর !x ও !y হবে যথাক্রমে false ও true, ফলে !x || !y হলো true। সুতরাং !(x && y) আর !x || !y এর মান সমান।

৩. তৃতীয় আড়িতে (row) x,y যথাক্রমে false, true, ফলে x && y হলো false আর !(x && y) হলো true। তারপর !x ও !y হবে যথাক্রমে true ও false, ফলে !x || !y হলো true। সুতরাং !(x && y) আর !x || !y এর মান সমান।

৪. চতুর্থ আড়িতে (row) x ও y উভয়ের মানই false। সুতরাং x && y ও false, ফলে !(x && y) হবে true। তারপর !x আর !y উভয়ই হলো true, ফলে !x || !y হলো true। কাজেই !(x && y) আর !x || !y উভয়ের মান সমান।

সুতরাং উপাদানগুলোর (operand) মান যাই হোক না কেন সর্বাবস্থায় !(x && y) আর !x || !y এর মান সমান, অর্থাৎ তারা একে অপরের সমতুল প্রমাণ হয়ে গেলো।

৭.১৩ বুলক সরলীকরণ (Boolean Simplification)

শর্তালি পরিগণনায় (conditional programming) বুলক বীজগণিত (boolean algebra) ঠিক কী কাজে লাগে? বুলক বীজগণিত ব্যবহার করে কিছু সরলীকরণের উদাহরণ দেখাও। আর এই সরলীকরণের কারণে ক্রমলেখতে (program) কী প্রভাব পড়ে সেটাও দেখাও।

ধরো তোমাকে একটি ক্রমলেখ (program) লিখতে হবে যেটি তুমি কোন শ্রেণীতে পড়ো আর তোমার বয়স কত এই দুটি যোগান (input) নিয়ে জানাবে তুমি মোরগ লড়াই খেলতে পারবে কি না। তুমি যদি পঞ্চম শ্রেণীতে পড়ো তাহলে তুমি মোরগ লড়াই খেলতে পারবে। আর তুমি যদি পঞ্চম শ্রেণীতে নাও হও কিন্তু তোমার বয়স যদি ১০ বছর হয় তাহলেও তুমি মোরগ লড়াই খেলতে পারবে। এই ক্রমলেখটি আমরা যদি-নাহলে দিয়ে খুব সহজে লিখে ফেলতে পারি।

নীচের ক্রমলেখাংশ খেয়াল করো। আমরা দুটো চলক ব্যবহার করছি shreni আর boyosh , যে দুটো প্রথমে ঘোষণা (declare) করে তারপর যোগান যাচনা (input prompt) দেখিয়ে যোগান (input) নিতে হবে। ধরে নিই তুমি ওগুলো নিজে নিজে করতে পারবে। আমরা কেবল

প্রাসঙ্গিক অংশটুকু দেখি। প্রথমে if shreni == 5) দিয়ে পরীক্ষা করা হলো পঞ্চম শ্রেণী কিনা, হলে ফলন (output) হবে "khelte parbe"। আর পঞ্চম শ্রেণী যদি না হয় কিন্তু বয়স যদি ১০ বছর হয় সেটা পরীক্ষা করার জন্য আমাদের লাগবে if (shreni != 5 && boyosh == 10) যেটি আমরা আগের if এর else এর সাথে লাগিয়ে দিবো। আর সবশেষে কোন if এর শর্তই সত্য না হলে আমরা ফলন (output) দেখাবো "khelte parbena"। একটা গুরুত্বপূর্ণ বিষয় খেয়াল করো, বাংলা ভাষায় যেটা "কিন্তু" সেটা সিপিপিতে গিয়ে হয়ে যাচ্ছে "এবং" &&।

```
if (shreni == 5)
  cout << "khelte parbe" << endl;
else if (shreni != 5 && boyosh == 10)
  cout << "khelte parbe" << endl;
else  // উপরের কোনটিই না হলে
  cout << "khelte parbena" << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশে দুটো if এর শর্ত সত্য হলেই আমাদের একই ফলন দেখাতে হয়। আমরা তাই চেষ্টা করতে চাই একটা if দিয়ে বিষয়টা সামলাতে। সেটা করা খুবই সহজ যদি তুমি সমস্যাটা উল্টো দিক থেকে ভাবো। তুমি মোরগ লড়াই খেলতে পারবে যদি তুমি ৫ম শ্রেণী পড়ো অথবা তুমি ৫ম শ্রেণীতে না কিন্তু তোমার বয়স ১০ বছর হলে। তো এই থেকে তুমি খুব সহজে খেলতে পারার শর্ত লিখে ফেলতে পারো shreni == 5 || shreni != 5 && boyosh == 10, তাই না!

```
if (shreni == 5 || shreni != 5 && boyosh == 10)
  cout << "khelte parbe" << endl;
else  // উপরের শর্ত সত্য না হলে
  cout << "khelte parbena" << endl;
```

এখন কথা হচ্ছে এই যে খানিকটা জটিল একটা শর্ত আমরা লিখে ফেললাম, এটাকে কি কোন ভাবে সরলীকরণ করা যায়? সরলীকরণ করার জন্য চলো ধরে নিই p ≡ shreni == 5 আর q ≡ boyosh == 5। তাহলে shreni != 5 কে লেখা যায় !p। ফলে আমাদের শর্তটি দাঁড়ালো p || !p && q, আমরা এটিকে বুলক বীজগণিত (boolean algebra) দিয়ে সরল করবো।

p || !p && q	প্রদত্ত শর্ত যা সরল করতে হবে
≡ (p || !p) && (p || q)	বন্টন নিয়ম (distribution)
≡ true && (p || q)	নঞ মধ্যম (excluded middle)
≡ p || q	সত্যের সরল (true simplification)

সুতরাং উপরের সরলের ফলে প্রাপ্ত রাশি (expression) অনুযায়ী আমাদের ক্রমলেখাংশ দাঁড়াবে নিম্নরূপ, যেখানে আমাদের একটি অতিরিক্ত শর্ত আর মূল্যায়ন করতে হচ্ছে না। আমরা p এর বদলে shreni == 5 আর q এর বদলে boyosh == 10 লিখবো।

```
if (shreni == 5 || boyosh == 10)
  cout << "khelte parbe" << endl;
else  // উপরের শর্ত সত্য না হলে
  cout << "khelte parbena" << endl;
```

একই রকম আরেকটি উদাহরণ দেখো। ধরো কোন একটা ক্রমলেখতে (program) শর্ত দাঁড়াচ্ছে `!(p && (!p || q)) || q`। এখন কথা হচ্ছে এটিকে সরল করলে কী দাঁড়াবে।

`!(p && (!p || q)) || q`	প্রদত্ত শর্ত যা সরল করতে হবে
≡ `!((p && !p) || (p && q)) || q`	বন্টন নিয়ম (distribution)
≡ `!(false || (p && q)) || q`	অসঙ্গতি (contradiction)
≡ `!(p && q) || q`	মিথ্যার সরল (false simplification)
≡ `(!p || !q) || q`	ডি মরগান (De Morgan)
≡ `!p || (!q || q)`	সহযোজন (associative)
≡ `!p || true`	নঞ মধ্যম (excluded middle)
≡ `true`	সত্যের সরল (true simplification)

উপরের সরলীকরণের ফলে আমরা `if (!(p && (!p || q)) || q)` না লিখে কেবল `if (true)` লিখতে পারবো। কিন্তু একটা বিষয় দেখেছো, সরলীকরণের ফলাফল একদম একটা ধ্রুবক মান `true` হয়ে গেছে। এর অর্থ প্রদত্ত শর্তের মান কখনো চলক `p` বা `q` এর ওপর নির্ভর করেনা। সুতরাং আমাদের আদৌ কোন `if` লাগানোর দরকার নাই। কারণ শর্ত সত্য হলে যেটি করতে হতো শর্ত সবসময় সত্য হওয়ায় তুমি সেটি এখন শর্ত পরীক্ষণ ছাড়াই করবে।

```
// if (true)  // শর্ত লেখার দরকার নাই, টীকায় আটকে দিয়েছি
   cout << "kee moja" << endl; // কেবল এটি লিখলেই হবে
```

তুমি এবার জিজ্ঞেস করতে পারো সরলীকরণের ফলে যদি `false` আসে তাহলে কী হবে? সত্যিই তো কী হবে? সেক্ষেত্রে আমাদের লিখতে হবে `if (false)` তাই না! কিন্তু সেটা মানে তো শর্ত সব সময় মিথ্যা, শর্তটির সত্য হওয়ার কোন সম্ভাবনা নেই। আর সেক্ষেত্রে শর্ত সত্য হলে যা করার কথা ছিলো সেটা কখনোই করতে হবে না। ফলে তুমি এই `if (false)` আর তারপর শর্ত সত্য হলে যা করতে তার সব ক্রমলেখ (program) থেকে মুছে দিতে দিতে পারো।

```
// if (false) // শর্ত লেখার দরকার নাই, টীকায় আটকে দিয়েছি
//  cout << "kee moja" << endl; // শর্ত সব সময় মিথ্যা
```

৭.১৪ মই, অন্তান্তি, সংযোজক (Ladder, Nesting, Connectives)

যদি-নাহলের মই (if-else ladder) ও অন্তান্তি যদি-নাহলে (nested if-else) ব্যবহার না করে কী ভাবে সংযোজক (connectives) এবং `&&`, অথবা `||`, নয় `!` ব্যবহার করে একই উদ্দেশ্য বাস্তবায়ন করা যায় তা আলোচনা করো। অথবা উল্টোটা অর্থাৎ সংযোজক ব্যবহার না করে কী ভাবে যদি-নাহলের মই বা অন্তান্তি যদি ব্যবহার করে কাজ চালানো যায় তা দেখাও।

নীচের উদাহরণগুলো খেয়াল করো। এগুলোতে দুটো করে স্তম্ভ আছে। বামপাশের স্তম্ভে যদি-নাহলে মই (if-else ladder) অথবা অন্তান্তি যদি-নাহলে (nested if-else) দিয়ে ক্রমলেখাংশ লেখা হয়েছে, আর ডান পাশের স্তম্ভে তার সমতুল (equivalent) ক্রমলেখাংশ লেখা হয়েছে সংযোজক (connectives) এবং `&&` অথবা `||` না `!` দিয়ে। আমরা আসলে সুবিধামতো কখনো বামপাশের মতো করে লিখি আবার কখনো ডানপাশের মতো করেও লিখি।

```
if (shorto1)
  cout << "kisu ekta";
else if (shorto2)
  cout << "kisu ekta";
else
  cout << "onno kisu";
cout << "koro" << endl;
```

```
if (shorto1 || shorto2)
  cout << "kisu ekta";
else
  cout << "onno kisu";
cout << "koro" << endl;
```

উপরের যদি-নাহলে মইয়ের (if-else ladder) উদাহরণে খেয়াল করো shorto1 সত্য হলেও "kisu ekta" ফলনে (output) যাবে আবার shorto2 সত্য হলেও "kisu ekta" ফলনে (output) যাবে। আর এ দুটোই মিথ্যা হলে ফলনে যাবে "onno kisu"। বাম ও ডান উভয় পাশের ক্রমলেখাংশেই (program segment) এই একই ব্যাপার ঘটবে। একটা বিষয় উল্লেখ করা দরকার: shorto1 সত্য হলে বামপাশে দেখো shorto2 পরীক্ষণই দরকার পরে না। ডানপাশেও আসলে একই ঘটনা ঘটবে। অথবা || এর ফলাফল যেহেতু যে কোন একটি উপাদান সত্য হলেই সত্য হয়, সেহেতু shorto1 সত্য হলেই shorto2 এর মুল্যায়ন ছাড়াই || এর ফলাফল সত্য হয়ে যাবে। এই যে ব্যাপারটি এটাকে বলা আংশিক মুল্যায়ন (partial evaluation), এতে অদরকারী কাজ কিছুটা কমে, ক্রমলেখ (program) কিঞ্চিত দ্রুতগতির হয়।

```
if (shorto1)
  if (shorto2)
    cout << "kisu ekta";
  else
    cout << "onno kisu";
else
  cout << "onno kisu";
cout << "koro" << endl;
```

```
if (shorto1 && shorto2)
  cout << "kisu ekta";
else
  cout << "onno kisu";
cout << "koro" << endl;
```

উপরের অন্তান্তি যদি-নাহলের (nested if-else) উদাহরণে খেয়াল করো shorto1 সত্য হলে তারপর shorto2ও সত্য হলে "kisu ekta" ফলনে (output) যাবে। আর শর্তদুটোর যেকোন একটা মিথ্যা হলেও ফলনে (output) যাবে ফলনে যাবে "onno kisu"। বাম ও ডান উভয় পাশে ক্রমলেখাংশেই (program segment) এই একই ব্যাপার ঘটবে। এখানেও সেই একটা বিষয় উল্লেখ করা দরকার: shorto1 মিথ্যা হলে বামপাশে দেখো shorto2 পরীক্ষণই দরকার পরে না। ডানপাশেও আসলে একই ঘটনা ঘটবে। অথবা && এর ফলাফল যেহেতু যে কোন একটি উপাদান মিথ্যা হলেই মিথ্যা হয়, সেহেতু shorto1 মিথ্যা হলেই shorto2 এর মুল্যায়ন ছাড়াই && এর ফলাফল মিথ্যা হয়ে যাবে। এই যে ব্যাপারটি এটাকে বলা আংশিক মুল্যায়ন (partial evaluation), এতে অদরকারী কাজ কিছুটা কমে, গতি কিছুটা বাড়ে।

```
if (shorto)
  cout << "kisu ekta";
else
  cout << "onno kisu";
cout << "koro" << endl;
```

```
if (!shorto)
  cout << "onno kisu";
else
  cout << "kisu ekta";
cout << "koro" << endl;
```

উপরের উদাহরণে বামপাশে shorto ব্যবহার করা হয়েছে আর ডানপাশে !shorto। ফলে শর্ত সত্য হলে যা করতে হবে আর মিথ্যা হলে যা করতে হবে এই দুটো স্থান বদলাবদলি করেছে।

```
if (shorto1)                    if (shorto1 || !shorto2)
  cout << "kisu ekta";            cout << "kisu ekta";
else if (shorto2)               else
  cout << "onno kisu";            cout << "onno kisu";
else                            cout << "koro" << endl;
  cout << "kisu ekta";
cout << "koro" << endl;
```

উপরের উদাহরণে খেয়াল করে দেখো "kisu ekta" ফলনে (output) যাবে যদি shorto1 সত্য হয় অথবা যদি shorto2 মিথ্যা হয়, অন্য কথায় !shorto2 সত্য হয়। আর shorto1 মিথ্যা হলে তারপর shorto2ও মিথ্যা হলে ফলনে (output) যাবে "onno kisu"। ঠিক এই ব্যাপারটিই উভয়পাশের ক্রমলেখাংশে (program segment) প্রতিফলিত হয়েছে।

```
if (shorto1)                    if (!shorto1 || shorto2)
  if (shorto2)                    cout << "kisu ekta";
    cout << "kisu ekta";        else
  else                            cout << "onno kisu";
    cout << "onno kisu";        cout << "koro" << endl;
else
  cout << "kisu ekta";
cout << "koro" << endl;
```

উপরের উদাহরণটি একটু জটিল। বামপাশে খেয়াল করো "kisu ekta" ফলনে (output) যাবে যদি shorto1 মিথ্যা হয় অথবা তা না হলে যদি shorto2 সত্য হয়। কথায় বললে ঠিক তাই-ই ডানপাশেও লিখা হয়েছে। আর একটু বেশী গভীরে বুঝতে চাইলে ধরো বামপাশে "kisu ekta" ফলনে যাবে যদি shorto1 && shorto2 || !shorto1 সত্য হয়। বুলক বীজগণিত দিয়ে সরলীকরণ করলে এটি আসবে !shorto1 || shorto2, তুমি নিজে চেষ্টা করে দেখো।

```
bool shorto = true;             if (shorto1 && shorto2)
if (!shorto1)                     cout << "kisu ekta";
  shorto = false;               else
if (!shorto2)                     cout << "onno kisu";
  shorto = false;               cout << "koro" << endl;
if (shorto)
  cout << "kisu ekta";
else
  cout << "onno kisu";
cout << "koro" << endl;
```

উপরের এই উদাহরণটি খেয়াল করো। প্রথম দুটি if একেবারে আলাদা আলাদা, কেউ কারো অন্তান্তিও (nested) নয়, আবার মইও (ladder) নয়। ডানপাশে যেমন খুব সুন্দর করে সংক্ষেপে আমরা short1 && shorto2 লিখেছি। অনেকসময়ই এটা করা সম্ভব হয় না। কারণ শর্তদুটো আলাদা করে প্রথমে মূল্যায়ন করাটা হয়তো বেশ এক একটা কাজ। তো এইরকম ক্ষেত্রে আমরা বামপাশে যেটি করেছি আলাদা একটা চলক নিয়েছি shorto যেখানে মুলত আমরা && এর ফলাফল চাই। আমরা জানি && ফলাফল যে কোন একটি উপাদান (operand) মিথ্যা হলেই মিথ্যা

হয়। তাই আমরা শুরুতে shorto এর মান নিয়েছি true, এরপর shorto1 মিথ্যা হলে অর্থাৎ !shorto1 সত্য হলে আমরা shorto কে মিথ্যা করে দিয়েছি। একই ভাবে shorto2 মিথ্যা হলে অর্থাৎ !shorto2 সত্য হলেও আমরা shorto কে মিথ্যা করে দিয়েছি। তাহলে দুটো শর্তের যে কোনটি মিথ্যা হলেই shorto মিথ্যা হয়ে যাবে। ঠিক && এর ফলাফলের মতো। শেষের if else এ এবার shorto ব্যবহার করে ফলন দেবার পালা। তবে একটা বিষয় খেয়াল করো ডানপাশে যে-মন shorto1 মিথ্যা হলে আংশিক মূল্যায়নের কারণে (partial evaluation) shorto2 আর পরীক্ষণই করা হবে না, বামপাশে কিন্তু তা হচ্ছে না। তুমি যদি এই উন্নয়ন টুকু করতে চাও তাহলে তোমাকে if (!shorto2) বদলে লিখতে হবে else if (!shorto2)।

```
bool shorto = false;
if (shorto1)
  shorto = true;
if (shorto2)
  shorto = true;
if (shorto)
  cout << "kisu ekta";
else
  cout << "onno kisu";
cout << "koro" << endl;
```

```
if (shorto1 || shorto2)
  cout << "kisu ekta";
else
  cout << "onno kisu";
cout << "koro" << endl;
```

এই উদাহরণটিও ঠিক আগের উদাহরণটি মতো, তবে এখানে || এর জন্য করা হয়েছে। অথ-বার || ক্ষেত্রে যেকোন একটি উপাদান (operand) সত্য হলেই ফলাফল সত্য হয়, আমরা তাই shorto এর আদি মান ধরেছি false। আর তারপর শর্তদুটোর যে কোনটি সত্য হলেই shorto কে সত্য করা হয়েছে। তুমি যদি আংশিক মূল্যায়ন (partial evaluation) এখানেও কাজে লা-গাতে চাও তাহলে বামপাশে if (shorto2) বদলে else if (shorto2) লিখবে।

৭.১৫ যদি-নাহলে অনুকুলায়ন (If-Else Optimisation)

ধরো তোমার ইশকুলে গণিত পরীক্ষায় ৫০ বা বেশী পেলে পাশ, না হলে ফেল। আর ৮০ বা বেশী পেলে তারকা নিয়ে পাশ। তোমার শ্রেণীতে ১০০ জন শিক্ষার্থী আছে, যাদের মধ্যে মোটামুটি ১০ জন ফেল করবে, ২০ জন তারকা সহ পাশ করবে আর বাঁকী ৭০ জন স্রেফ পাশ করবে। তুমি এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি একজন শিক্ষার্থীর ছাত্রের নম্বর যোগান (input) নিয়ে ফেল, পাশ, বা তারকা সহ পাশ ফলন (output) দিবে। তোমার ক্রমলেখটি ১০০ জন শিক্ষার্থীর জন্য ১০০ বার আলাদা আলাদা করে চালানো (run) হবে। তবে এই ১০০ বার চালানোতে মোট সময় যাতে কম লাগে ক্রমলেখটা সেটা মাথায় রেখে রচনা করতে হবে।

```
if (nombor >= 50)              // যদি পাশের নম্বর
  cout << "pash" << endl;      // পাশ ফলন
else                           // না হলে
  cout << "fell" << endl;      // ফেল ফলন

if (nombor >= 80)              // যদি তারকা নম্বর
  cout << "taroka" << endl;    // তারকা ফলন
```

৭.১৫. যদি-নাহলে অনুকুলায়ন (If-Else Optimisation)

ধরো উপরের মতো করে তুমি ক্রমলেখ তৈরী করেছো। যে শিক্ষার্থী ফেল করলো বা পাশ করলো বা তারকা সহ পাশ করলো, তার জন্য তো যা ফলন তা দেখাতেই হবে, সেখানে সময় কম লাগা বেশী লাগার ব্যাপার নাই। সময় কম বা বেশী লাগার প্রশ্ন হলো তুমি কতবার শর্ত পরীক্ষা করে কাজটা করতে পারছো সেটাতে। যেমন ধরো একজন ফেল করা শিক্ষার্থীর জন্য উপরের ক্রমলেখতে (nombor >=50) শর্ত পরীক্ষা হবে আবার ক্রমলেখ যে ভাবে লেখা হয়েছে তাতে nombor >= 80 শর্তটিও পরীক্ষা হবে। শর্ত পরীক্ষার ফলাফল সত্য হোক আর মিথ্যা হোক পরীক্ষা তো করতেই হবে। ফলে মোট দুটি শর্ত পরীক্ষা হলো। যে শিক্ষার্থীটি কেবল পাশ করবে খেয়াল করে দেখো তার জন্যেও দুটিই শর্তই পরীক্ষা করতে হবে। একই হবে তারকাসহ পাশের ছাত্রের জন্যেও দুটি শর্তই পরীক্ষা করতে হবে। সুতরাং উপরের ক্রমলেখ দিয়ে এই সমস্যার সমাধান করলে ১০০ জন শিক্ষার্থীর জন্য মোট শর্ত পরীক্ষা হলো ১০০ * ২ = ২০০ বার।

```
if (nombor >= 50)                  //  যদি পাশের নম্বর
{
  cout << "pash" << endl;          //  পাশ ফলন
  if (nombor >= 80)                  //  যদি তারকা নম্বর
    cout << "taroka" << endl;      //  তারকা ফলন
}
else                               //  না হলে
  cout << "fell" << endl;          //  ফেল ফলন
```

এবার একটু ভেবে দেখো পাশ বা ফেল নির্ণয় করার জন্য তো আমাদের একটা শর্ত লাগবেই, কিন্তু যখন আমরা জেনে গেলাম একজন শিক্ষার্থী ফেল করেছে, তখন তার জন্যেও কেন আমরা nombor >= 80 শর্ত পরীক্ষা করবো? সেটা তো অদরকারী কাজ হবে। সুতরাং তারকা দেখানো অংশটুকু যদি আমরা পাশের জন্য যে অংশ সেখানে একটা মহল্লা (block) তৈরী করে সেই মহল্লার ভিতরে নিয়ে যাই, তাহলে nombor >= 80 শর্তটি কেবল পাশ করা শিক্ষার্থীদের জন্য পরীক্ষা হবে। উপরের ক্রমলেখাংশ দেখো। তো এই ক্ষেত্রে পাশ বা ফেল শিক্ষার্থীর জন্য কেবল ১ টা শর্ত পরীক্ষা হলো আর তারকা পাওয়া ছাত্রের জন্য ২টা সুতরাং মোট শর্ত পরীক্ষণ হলো ২০*২ + (৭০+১০)*১ = ১২০ বার মাত্র। নিশ্চিতভাবেই এই ক্রমলেখ আগেরটির চেয়ে তাড়াতাড়ি ১০০ জন শিক্ষার্থীর ফলাফল দেখানোর কাজ শেষ করবে! কেমন মজার বিষয় না!

```
if (nombor >= 80)                  //  যদি তারকা নম্বর
{
  cout << "pash" << endl;          //  পাশ ফলন
  cout << "taroka" << endl;        //  তারকা ফলন
}
else if (nombor >= 50)             //  যদি পাশের নম্বর
  cout << "pash" << endl;          //  পাশ ফলন
else                               //  না হলে
  cout << "fell" << endl;          //  ফেল ফলন
```

তুমি হয়তো ভাবছো দেখি আরেক ভাবে করা যায় কিনা যাতে আরো কম সময় লাগে। যেমন ধরো তুমি প্রথমে ৮০ বা বেশী কিনা পরীক্ষা করবে, তারপর ৫০ এর বেশী কিনা পরীক্ষা করবে, অর্থাৎ উপরের ক্রমলেখাংশের (program segment) মতো করে। এখানে খেয়াল করো তারকা পাওয়া শিক্ষার্থীদের জন্য শর্ত পরীক্ষা করা লাগবে ১বার সেটি nombor >= 80 আর স্রেফ পাশ বা ফেল করা শিক্ষার্থীদের জন্য ২টি শর্তই পরীক্ষা করা লাগবে। ফলে মোট শর্ত পরীক্ষণ হবে ২০*১

+ (৭০+১০)*২ = ১৮০ বার। সুতরাং উপরের এই তৃতীয় ক্রমলেখাংশটুকু আমাদের লেখা প্রথম ক্রমলেখাংশের চেয়ে একটু দ্রুতগতির হলেও দ্বিতীয়টির চেয়ে যথেষ্ট ধীরগতির হবে। তুমি আরো নানান ভাবে চেষ্টা করে দেখতে পারো, তবে আমাদের দ্বিতীয় ক্রমলেখাংশটিই সবচেয়ে দ্রুতগতির হবে, কারণ এতে সবচেয়ে কম সংখ্যক বার শর্ত পরীক্ষা করতে হয়েছে।

আচ্ছা তুমি কী ধরতে পেরেছো কেন দ্বিতীয় ক্রমলেখাংশটিতে সবচেয়ে কম সংখ্যক বার শর্ত পরীক্ষা করতে হবে? উত্তরটা কিন্তু খুবই সহজ। আমাদের দেখতে হবে সবচেয়ে বেশী সংখ্যক শিক্ষার্থী কোন ভাগে পড়ে। এক্ষেত্রে স্রেফ পাশ করে সর্বোচ্চ ৭০ জন। আমরা চাইবো এই ৭০ জনের জন্য ফলন (output) যাতে কম সংখ্যক, এক্ষেত্রে মাত্র একটা শর্ত পরীক্ষা করেই দিতে পারি। উল্টা দিকে যে ভাগে শিক্ষার্থীর সংখ্যা যত কম তার জন্য তত বেশী শর্ত পরীক্ষা করা যেতে পারে। আমাদের তৃতীয় ক্রমলেখাংশে আমরা আসলে এই নিয়ম ভঙ্গ করেছি। কারণ এটাতে তারকা পাওয়া ২০ জনের ফলন আমরা দেখাই মাত্র ১বার শর্ত পরীক্ষা করে, আর পাশ করা ৭০জনের ফলন দেখাই ২বার শর্ত পরীক্ষা করে। আর সে কারণে এটি দ্বিতীয় ক্রমলেখাংশ থেকে ধীরগতির হবে। তো এখন থেকে যদি-তাহলে নিয়ে কাজ করার সময় শর্তদিয়ে সৃষ্টি হওয়া ডাল-পালাগুলোর কোনটাতে কতগুলো ব্যাপার (case) আসতে পারে সেটা মাথায় রেখে দক্ষ ক্রমলেখ তৈরী করবে, কেমন!

৭.১৬ তিনিক অণুক্রিয়া (Ternary Operator)

সিপিপিতে শর্তালী পরিগণনায় (conditional programming) তিনিক অণুক্রিয়াটি (ternary operator) কী? উদাহরণসহ তিনিক অণুক্রিয়াটির ব্যবহার দেখাও।

সিপিপি ভাষায় ? : এই প্রতীক দুটি বিশেষ ভাবে একসাথে ব্যবহার করে তিনিক অণুক্রিয়াটি (ternary operator) পাওয়া যায়। তিনিক অণুক্রিয়াটি যদি-তাহলে-নাহলের (if-then-else) কাজ করে, তবে দুটোর মধ্যে তফাৎ হলো তিনিক অণুক্রিয়া একটি রাশির (expression) অংশ হিসাবে থাকে, ফলে এর একটা ফলাফল তৈরী হবে। আর if-else একটা শর্তযুক্ত বিবৃতি (conditional statement) তৈরী করে যার কোন ফলাফল নেই।

```
int prothom, ditiyo;     // চলকদুটির মান যোগান নিতে পারো

int boro = prothom > ditiyo ? prothom : ditiyo;
```

তিনিক অণুক্রিয়া ব্যবহার করে আমরা উপরে দুটো সংখ্যার বড়টি বের করার ক্রমলেখাংশ দেখিয়েছি। এখানে প্রথমে প্রশ্ন ? চিহ্নের আগে যে শর্ত পরীক্ষা আছে সেটি মূল্যায়ন হবে। শর্ত যদি সত্য হয় তাহলে প্রশ্ন ? আর দোঁটা : চিহ্নের মাঝে যে মানটি আছে সেটি হবে অণুক্রিয়াটির ফলাফল আর শর্ত যদি মিথ্যা হয় তাহলে অণুক্রিয়াটির ফলাফল হবে দোঁটা : চিহ্নের পরে থাকা অংশটুকু। তাহলে উপরের ক্রমলেখাংশে prothom > ditiyo শর্তটি সত্য হলে ফলাফল হবে prothom অর্থাৎ বড়টি আর শর্তটি মিথ্যা হলে ফলাফল হবে ditiyo কারন এটিই তখন বড় অন্যটির চেয়ে। সুতরাং আমরা ফলাফল হিসাবে prothom ও ditiyo চলকদুটির মধ্যে সবসময় বড়টিই পাচ্ছি। তুমি নিশ্চয় এখন দুটো সংখ্যার মধ্যে ছোটটি বের করার ক্রমলেখাংশ এভাবে লিখতে পারবে!

```
int prothom, ditiyo;     // চলকদুটির মান যোগান নিতে পারো
int boro;                // বড় মানটি রাখার জন্য চলক ঘোষণা

prothom > ditiyo ? boro = prothom : boro = ditiyo;
```

৭.১৬. তিনিক অণুক্রিয়া (Ternary Operator)

তুমি কিন্তু চাইলে দুটো সংখ্যার বড়টি বের করার জন্য উপরের মতো করেও লিখতে পারতে। এইক্ষেত্রে চলক (variable) boro তে মান আরোপণ (assign) আমরা তিনিক অণুক্রিয়ার ভিতরেই করেছি খেয়াল করো। আরোপণ (assign) অণুক্রিয়ার ফলাফল (result) তো আরোপিত মানটিই হয়, সুতরাং এক্ষেত্রেও তিনিক অণুক্রিয়ার ফলাফল হিসাবে আমরা বড়টিই পাবো, যদিও boro চলকে মান আরোপণ আগেই হয়ে গিয়েছে। তুমি জিজ্ঞেস করতে পারো এই ক্ষেত্রে তিনিক অণুক্রিয়াটির যেটা ফলাফল আসবে সেটা আসলে কী কাজে লাগবে। এইখানে আসলে আমরা ফলাফলটি কাজে লাগাচ্ছি না। কিন্তু তুমি চাইলে int fol = prothom > ditiyo ? boro = prothom : boro = ditiyo; লিখতেই পারো। সেক্ষেত্রে বড় মানটি boro চলকের মধ্যে যেমন থাকবে তেমনি fol চলকের মধ্যেও থাকবে। তিনিক অণুক্রিয়ার ব্যবহার এভাবে বেশ সংক্ষিপ্ত।

```
int prothom, ditiyo;      // চলকদুটির মান যোগান নিতে পারো
int boro;                 // বড় মানটি রাখার জন্য চলক ঘোষণা

if (prothom > ditiyo)     // প্রথমটি বড় হলে
  boro = prothom;
else
  boro = ditiyo;          // আর তা না হলে
```

তিনিক অণুক্রিয়ার কাজ তো উপরের মতো করে যদি-নাহলে দিয়েও করা যেতে পারে। তাহলে কখন তুমি তিনিক অণুক্রিয়া ব্যবহার করবে কখন যদি-নাহলে ব্যবহার করবে? অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত ধরনের বলে তিনিক অণুক্রিয়া (ternary) আসলে টুকটাক ছোটখাট কিছুর জন্য বেশী ব্যবহার করা হয়। আর যদি-নাহলে হলো একদম সব জায়গায় ব্যবহার করার জন্য, বিশেষ করে শর্ত সত্য বা মিথ্যা হলে যদি একটা মহল্লা (block) নির্বাহ (execute) করতে হয়।

```
int prothom, ditiyo, tritiyo; // মান যোগান নিতে হবে

int boro = prothom > ditiyo ? prothom : ditiyo;
boro = boro > tritiyo ? boro : tritiyo;
```

তুমি কি তিনিক অণুক্রিয়া (ternary operator) ব্যবহার করে তিনটি সংখ্যার মধ্যে সবচেয়ে বড়টি বের করতে পারবে। নিশ্চয় পারবে, এ আর এমন কঠিন কী? উপরের ক্রমলেখাংশের মতো করে প্রথমে দুটোর মধ্যে বড়টি বের করবে। তারপর boro এর সাথে tritiyo টি তুলনা করে যদি boroটিই বড় হয় তাহলে ফলাফল boro আর যদি tritiyo টি বড় হয় তাহলে ফলাফল tritiyo টি। কিন্তু আমরা আসলে এই রকম আলাদা দুটো তিনিক অণুক্রিয়া চাচ্ছি না। আমরা বরং একটা তিনিক অণুক্রিয়াকে আরেকটি তিনিক অণুক্রিয়ার মধ্যে ঢুকিয়ে দিবো, আর যাকে বলব অন্তান্তি (nested) তিনিক অণুক্রিয়া। নীচের ক্রমলেখাংশ খেয়াল করো, আমরা একটু ছাড়ন (indentation) দিয়ে লিখেছি। প্রথমে prothom ও ditiyo তুলনা করা হয়েছে। শর্ত সত্য হওয়া মানে prothom বড় যেটিকে tritiyo এর সাথে তুলনা করা হয়েছে। আর শর্ত মিথ্যা হওয়া মানে ditiyo বড়, কাজেই এটিকে tritiyo এর সাথে তুলনা করা হয়েছে। তিনিক অণুক্রিয়া ব্যবহার করেই আরো নানান ভাবে এটি করা সম্ভব, তুমি নিজে নিজে চেষ্টা করে দেখো।

```
int prothom, ditiyo, tritiyo; // মান যোগান নিতে হবে

int boro = prothom > ditiyo ?
      (prothom > tritiyo ? prothom : tritiyo) :
      (ditiyo > tritiyo ? ditiyo : tritiyo) ;
```

৭.১৭ পল্টি ব্যাপার (Switch Cases)

এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো যেটি একটি পূর্ণক (integer) আর একটি ভগ্নক (fractioner) যোগান (input) নিবে। পূর্ণকটি ১ হলে ক্রমলেখটি পরের সংখ্যাটিকে কোণের পরিমান রেডিয়ানে ধরে নিয়ে তার লম্বানুপাত (sine) ফলন দিবে। আর পূর্ণকটি ২ হলে লগ্নানুপাত (cosine), ৩ হলে স্পর্শানুপাত (tangent) ফলন দিবে। তবে এই তিনটির কোনটিই না হলে বলবে "অসমর্থিত পছন্দ"। এই ক্রমলেখটিতে তুমি পল্টি ব্যাপার (switch case) ব্যবহার করবে আর যদি-নাহলের (if-else) ব্যবহারের সাথে কী তফাৎ হয় সেটাও আলোচনা করবে।

ফিরিস্তি ৭.৫: প্রাপণ্য সহ ত্রিকোণমিতি (Trigonometry with Menu)

```
int onupat;    // কোন অনুপাত sine, cosine, tangent
float kone;    // কোণের পরিমান রেডিয়ানে

// প্রথমে প্রাপণ্য (menu) দেখানো হবে
cout << "onupat 1: lombanupat (sine)" << endl;
cout << "onupat 2: lognanupat (cosine)" << endl;
cout << "onupat 3: sporshanupat (tangent)" << endl
cout << endl;

// তারপর অনুপাত ও কোণ যোগান নেয়া হবে
cout << "onupat: " << endl;    //  যোগান যাচনা
cin >> onupat;                 //  যোগান নেওয়া
cout << "kone: " << endl;    //  যোগান যাচনা
cin >> kone;                 //  যোগান নেওয়া

// পল্টি ব্যাপার ব্যবহার করে ফলন দেখানো হবে
switch(onupat)  // এখানে চলক না হয়ে কোন রাশিও হতে পারে
{
  case 1:      //  লম্বানুপাত (sine) cmath শিরনথি লাগবে
    cout << "lombanupat: " << sin(kone) << endl;
    break;
  case 2:      //  লগ্নানুপাত (cosine) #include <cmath>
    cout << "lognanupat: " << cos(kone) << endl;
    break;
  case 3:      // স্পর্শানুপাত (tangent) cmath শিরনথি লাগবে
    cout << "sporshanupat: " << tan(kone) << endl;
    break;
  default:     // অগত্যা ত্রুটি বার্তা (error)
    cout << "osomorthito posondo" << endl;
    break;
}

cout << "kee chomotkar!" << endl; // পল্টির বাইরে অন্য কিছু
```

উপরের ক্রমলেখাংশ (program segment) খেয়াল করো। যেমন বলা হয়েছে তেমন করে দুটি চলক নেয়া হয়েছে: কোন অনুপাত তা রাখার জন্য চলক onupat আর কত রেডিয়ান কোন তা রাখার জন্য চলক kone। এরপর একটা প্রাপণ্য (menu) দেখানো হয়েছে, কোন সংখ্যা দিয়ে কোন অনুপাত বুঝানো হচ্ছে সেটা ব্যবহারকারীকে জানানোর জন্য: 1 দিলে লম্বানুপাত (sine), 2 দিলে লগ্নানুপাত (cosine), 3 দিলে স্পর্শানুপাত (tangent)। এরপরে অনুপাত ও কোণ যোগান (input) নেয়ার জন্য প্রথমে যোগান যাচনা (input prompt) করে তারপর যোগান নেওয়া হয়েছে। তারপর মুল অংশ যেখানে পল্টি ব্যাপার (switch case) ব্যবহার করে যে অনুপাত চাওয়া হয়েছে সেটি দেখানো হবে। পল্টি-ব্যাপারের পরে আছে অন্য কিছু ক্রমলেখাংশের বাঁকী অংশ।

আমরা কেবল পল্টি ব্যাপার (switch case) অংশে নজর দেই। যেহেতু onupat চলকটির (variable) মান ওপর নির্ভর করবে আমরা কোন অনুপাত ফলনে (output) দেখাবো, আমরা তাই লিখেছি switch(onupat) আর তারপর আমাদের একটি মহল্লা (block) তৈরী করতে হবে { } বাঁকা বন্ধনী (curly brackets) যুগল দিয়ে। এবার অনুপাতের মান কত হলে কী করতে হবে তার সবকিছু আমরা রাখবো মহল্লার ভিতরে। খেয়াল করো onupat এর মান 1, 2, 3 হওয়ার জন্য আমাদের তিনটি ব্যাপার (case) আছে যেমন case 1: case 2: case 3:; খেয়াল করো প্রথমে case তারপরে onupat চলকটির কোন মান সেটি তারপর একটা : দোঁটা (colon)। প্রতিটি ব্যাপারের (case) পরে দেখো আমরা cout দিয়ে ত্রিকোনমিতির অনুপাত sine, cosine, tangent ব্যবহার করে ফলন দেখিয়েছি। তারপর লিখেছি break; অর্থাৎ এইখানে পল্টি-ব্যাপারের ক্ষান্তি (break) ঘটবে। এই ক্ষান্তিয়ের (break) কাজ আমরা একটু পরেই আলোচনা করছি। তার আগে দেখো case 3: এর ক্ষান্তিয়ের (break) পরে রয়েছে default: যেটি হলো অগত্যা ব্যাপার অর্থাৎ ওপরের কোন case এর সাথেই onupat এর মান না মিললে অগত্যা ব্যাপারটি ঘটবে বলে ধরে নেয়া হবে। তাহলে onupat এর মান যদি 1, 2, 3 ভিন্ন অন্য কিছু হয় তাহলে default: অগত্যা ব্যাপারটি ঘটবে। যথারীতি সেখানে আমরা ত্রুটিবার্তা (error message) দেখিয়েছি। এখানে কিন্তু break; আছে শেষে।

ক্রমলেখ নির্বাহ (program execution) করার সময় ধরে নিতে পারো অদৃশ্য বোতামের মতো একটা ব্যাপার আছে যেটাকে বলা হয় নিয়ন্ত্রণ (control)। এই নিয়ন্ত্রণ বোতামটি ক্রমলেখ নির্বাহের শুরুতে main বিপাতকের একদম প্রথম সারিতে থাকে। বোতামটি যেই সারিতে থাকে সেই সারি নির্বাহিত (executed) হয়। আর তারপর নিয়ন্ত্রণ বোতামটি পরের সারিতে লাফ দেয়, তখন সেই সারিটি নির্বাহিত হয়। এভাবে নিয়ন্ত্রণ বোতামের লাফালাফি ও সেই সাথে সংশ্লিষ্ট সারির নির্বাহ একে একে চলতে থাকে। যদি-নাহলে (if-else) আলোচনা করার সময় আমরা বলেছিলাম শর্ত সত্য হলে কিছু কাজ হয় আবার শর্ত মিথ্যা হলে অন্য কিছু কাজ হয়। ঠিক যেন দুটো শাখা (branch) তৈরী হয়। শর্তের ওপর নির্ভর করে নিয়ন্ত্রণ বোতামটি আসলে হয় এই শাখায় নাহয় ওই শাখায় গিয়ে লাফ দিয়ে বসে। নিয়ন্ত্রণ যে শাখায় বসে সেই শাখা নির্বাহিত হয়, অন্য শাখা নির্বাহিত হয় না। নিয়ন্ত্রণ বোতাম এরপর if-else এর পরের অংশে চলে যায়।

পল্টি-ব্যাপারের (switch-case) ক্ষেত্রে বলতো নিয়ন্ত্রণ switch(onupat) এর পরে লাফ দিয়ে কোন সারিতে গিয়ে বসবে? যদি onupat এর মান হয় 1 তাহলে গিয়ে বসবে case 1: এর সারিতে, 2 হলে গিয়ে বসবে case 2: এর সারিতে, আর 3 হলে বসবে case 3: এর সারিতে, আর তিনটের কোনটাই না হলে গিয়ে বসবে default: এর সারিতে। নিয়ন্ত্রন switch(onupat) হতে লাফ দিয়ে গিয়ে সংশ্লিষ্ট ব্যাপারে (case) বসার পরে সারির পর সারি একে একে যেতে থাকবে যতক্ষণনা একটি break; পাচ্ছে। অর্থাৎ break পাওয়ার আগে পর্যন্ত প্রত্যকটি সারিই একের পর এক নির্বাহিত হতে থাকবে। আর break; পাওয়ার পরেই নিয়ন্ত্রণ আর একটি লাফ দিয়ে পল্টি-ব্যাপারের (switch-case) মহল্লার বাইরে চলে যাবে। ক্ষান্তি না দিলে কী ঘটবে আমরা সেটা পরবর্তীতে আলোচনা করবো। তবে বলে রাখি প্রতিটি ব্যাপারের (case) শেষে আসলে ক্ষান্তি (break) দেয়াটা আসলেই খুব গুরুত্বপূর্ণ, আর আমরা আবার না দেয়ার ভুলটা প্রায়ই করি।

৭.১৮ অন্তান্তি পল্টি ব্যাপার (Nested Switch Cases)

অন্তান্তি পল্টি ব্যাপার (nested switch case) ব্যবহার করে এমন একটি ক্রমলেখ (program) রচনা করো, যেটি প্রথমে প্রাপণ্য (menu) দেখিয়ে জানতে চাবে আমরা বর্গের হিসাব করতে চাই, নাকি বৃত্তের হিসাব করতে চাই। সেটি যোগান (input) নেবার পরে আমাদের পছন্দ বর্গ হলে ক্রমলেখটি যোগান নিবে দৈর্ঘ্য আর কী দেখতে চাই ক্ষেত্রফল নাকি পরিসীমা তা, আর সেই অনুযায়ী ফলন (output) দেখাবে। আর আমাদের পছন্দ বৃত্ত হলে ক্রমলেখটি ব্যাসার্ধ যোগান নিবে আর নিবে ক্ষেত্রফল নাকি পরিধি দেখতে চাই তা, আর সে অনুযায়ী ফলন দিবে।

নীচের ক্রমলেখ (program) খেয়াল করো। প্রথমে আকৃতির প্রাপণ্য (menu) দেখানো হয়েছে। তারপর akriti চলক ঘোষণা (variable declare) করে যোগান যাচনা (input prompt) করে যোগান (input) নেয়া হয়েছে। এরপর akriti চলকের মানের ওপর পল্টি (switch) যাতে তিনটি ব্যাপার (case) আছে। চলক akriti এর মান 1 হলে case 1: বর্গ, 2 হলে case 2: বৃত্ত, আর অন্য কিছু হলে অগত্যা ব্যাপারে default: ত্রুটি বার্তা দেখানো হয়েছে।

ফিরিস্তি ৭.৬: অন্তান্তি পল্টি দিয়ে প্রাপণ্য (Menu with Nested Switch)

```
// আকৃতির প্রাপণ্য (menu)
cout << "akriti 1 borgo" << endl;
cout << "akriti 2 britto" << endl;

int akriti;          // চলক ঘোষণা
cout << "akriti: "; // যোগান যাচনা
cin >> akriti;      // যোগান নেওয়া

// বাইরের পল্টি যার ভিতরে আবার পল্টি থাকবে
switch(akriti)      // আকৃতির পল্টি
{
  case 1:     // বাইরের পল্টি বর্গ হলে
    //  কী পছন্দ তা দেখানো হবে
    cout << "posondo britto" << endl;

    // বর্গের দৈর্ঘ্য যোগান নিতে হবে
    int doirgho;          // চলক ঘোষণা
    cout << "doirgho: ";  // যোগান যাচনা
    cin >> doirgho;       // যোগান নেওয়া

    // কী চাই তার প্রাপণ্য (menu)
    cout << "1 chai khetrofol" << endl;
    cout << "2 chai porishima" << endl;

    int keechai;          // চলক ঘোষণা
    cout << "kee chai: "; // যোগান যাচনা
    cin >> keechai;       // যোগান নেওয়া
```

```
        // ভিতরের পল্টি যেটি আরেকটি পল্টির ভিতরে
        switch(keechai)         // পল্টি কী চাই
        {
          case 1:       // ভিতরের পল্টি ক্ষেত্রফল হলে
            cout << "khetrofol: ";
            cout << doirgho * doirgho;
            cout << endl;
            break;

          case 2:       // ভিতরের পল্টি পরিসীমা হলে
            cout << "porishima: ";
            cout << 4*doirgho;
            cout << endl;
            break;

          default:      // ভিতরের পল্টি অন্য কিছু হলে ত্রুটিবার্তা
            cout << "osomorthito posondo" << endl;
            break;
        }
        //  এটি ভিতরের পল্টি থেকে বাইরে
        cout << "borger hisab shes" << endl;
        break;

      case 2:       // ভিতরের পল্টি বৃত্ত হলে
        //  কী পছন্দ তা দেখানো হবে
        cout << "posondo britto" << endl;

        // বৃত্তের ব্যাসার্ধ যোগান নিতে হবে
        int bashardho;          // চলক ঘোষণা
        cout << "bashardho: ";
        cin >> bashardho;

        // কী চাই প্রাপণ্য
        cout << "1 chai khetrofol" << endl;
        cout << "2 chai poridhi" << endl;

        int chaokee;            // চলক ঘোষণা
        cout << "chao kee: "; // যোগান যাচনা
        cin >> chaokee;         // যোগান নেওয়া

        // ভিতরের পল্টি যেটি আরেকটি পল্টির ভিতরে
        switch(chaokee)         // কী চাই পল্টি
        {
```

```
        case 1:      // ভিতরের পল্টি ক্ষেত্রফল হলে
          cout << "khetrofol: ";
          cout << 3.1416 * bashardho * bashardho;
          cout << endl;
          break;

        case 2:      // ভিতরের পল্টি পরিধি হলে
          cout << "poridhi: ";
          cout << 2 * 3.1416 * bashardho;
          cout << endl;
          break;

        default:     // ভিতরের পল্টি অন্য কিছু হলে ত্রুটিবার্তা
          cout << "osomorthito posondo" << endl;
          break;
      }
      //  এটি ভিতরের পল্টি থেকে বাইরে
      cout << "britter hisab shes" << endl;
      break;

    default:       // বাইরের পল্টি অন্য কিছু হলে ত্রুটিবার্তা
      cout << "osomorthito posondo" << endl;
      break;
  }

  //   বাইরের পল্টিরও বাইরে
  cout << "kee chomotkar!" << endl;
```

যখন akriti এর মান 1 অর্থাৎ বর্গ বেছে নেয়া হয়েছে তখন প্রথমে ফলনে (output) দেখানো হয়েছে যে বর্গ পছন্দ করা হয়েছে। তারপর চলক doirgho ঘোষনা (declare) করে যোগান যাচনা (input prompt) করে যোগান (input) নেওয়া হয়েছে। তারপর বর্গের কী জানতে চাই তার জন্য আরেকটি প্রাপণ্য (menu) দেখানো হয়েছে, যেখানে ক্ষেত্রফল নাকি পরিসীমা চাই সেটা দেখানো হয়েছে। ব্যবহারকারীর পছন্দ যোগান নেয়ার জন্য এখানেও keechai নামে একটি চলক ঘোষনা করে যোগান যাচনা করে মান যোগান নেয়া হয়েছে। তারপর চলক keechai এর মানের ওপর নির্ভর করে আরেকটি পল্টি ব্যাপার (switch case) ব্যবহার করে ক্ষেত্রফল বা পরিসীমা ফলনে (output) দেখানো হয়েছে। এই পল্টি ব্যাপারটি আগের পল্টি-ব্যাপারের ভিতরে, আর তাই এই ভিতরেরটিকে বলা হবে অন্তান্তি পল্টি ব্যাপার (nested switch case)।

যখন akriti এর মান 2 অর্থাৎ বৃত্ত বেছে নেয়া হয়েছে তখন প্রথমে ফলনে (output) দেখানো হয়েছে যে বৃত্ত পছন্দ করা হয়েছে। তারপর চলক bashardho ঘোষনা (declare) করে যোগান যাচনা (input prompt) করে যোগান (input) নেওয়া হয়েছে। তারপর বৃত্তের কী জানতে চাই তার জন্য আরেকটি প্রাপণ্য (menu) দেখানো হয়েছে, যেখানে ক্ষেত্রফল নাকি পরিধি চাই সেটা দেখানো হয়েছে। ব্যবহারকারীর পছন্দ যোগান নেয়ার জন্য এখানেও chaokee নামে একটি চলক ঘোষনা করে যোগান যাচনা করে মান যোগান নেয়া হয়েছে। বর্গের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত চলক keechai থেকে ভিন্ন একটি নাম নেয়ার জন্যই মুলত নাম দেওয়া হয়েছে chaokee। এই দুটো

চলকই বাইরের পল্টি-ব্যাপারের যে মহল্লা (block) তার ভিতরে। একই মহল্লায় দুটো চলকের (variable) নাম একই হতে পারে না। আর সে কারণে নামের এই ভিন্নতা, যদিও তাদের উদ্দেশ্য এখানে একই রকম। যাইহোক, চলক chaokee এর মানের ওপর নির্ভর করে এরপর আরেকটি পল্টি ব্যাপার ব্যবহার করে ক্ষেত্রফল বা পরিধি ফলনে (output) দেখানো হয়েছে। এই পল্টি ব্যাপারটি (switch case) বর্গের পল্টি-ব্যাপারের মতোই বাইরের পল্টি ব্যাপারটির ভিতরে, তাই এটিও একটি অন্তান্তি পল্টি ব্যাপার (nested switch case)।

এই পর্যায়ে জিজ্ঞেস করতে পারো, break; পাওয়া মাত্র নিয়ন্ত্রণ (control) সেই পল্টি ব্যাপার (switch case) থেকে বের হয়ে আসে বলে আমরা জানি, তো ভিতরের পল্টি ব্যাপার থেকে break; পেলে কোথায় যাবে? উত্তর হচ্ছে ভিতরের পল্টি ব্যাপার থেকে বের হয়ে যেখানে আসবে সেটা কিন্তু বাইরের পল্টির মহল্লা। ভিতরের পল্টি থেকে বের হয়ে কোথায় আসবে সেটা বুঝার জন্য বর্গের পল্টি ব্যাপারের বাইরে cout << " borger hisab shes" << endl; আর বৃত্তের পল্টি ব্যাপারের বাইরে cout << "britter hisab shes" << endl; লেখা হয়েছে। আর বাইরের পল্টি ব্যাপারের বাইরে লেখা হয়েছে cout << "kee chomotkar!" << endl;।

৭.১৯ পল্টি ব্যাপার ক্ষান্তি (Switch Cases Breaks)

পল্টি ব্যাপারে (switch cases) ক্ষান্তি (break) না দিলে কী ঘটে, আর ক্ষান্তি না দেওয়া কোথায় কাজে লাগতে পারে? যথাযথ উদাহরণ সহ ক্রমলেখ (program) লিখে দেখাও।

ধরো তোমার একজন অতিথি আসবে। সে যদি সকাল ১০ বা ১১টায় আসে তাকে তোমার সকালে নাস্তা, দুপুরের খাবার, আর বিকালের নাস্তা খাওয়াতে হবে। আর সে যদি ১২টায় বা ১৩টায় আসে তবে তাকে কেবল দুপুরের খাবার ও বিকালের নাস্তা খাওয়াতে হবে, আর তিনি যদি ১৪টা বা ১৫টায় আসে তাহলে তাকে কেবল বিকালের নাস্তা খাওয়াতে হবে। এই সময়গুলো ভিন্ন অন্য কোন সময়ে যদি সে আসে তাহলে তাকে কিছুই খাওয়ানোর দরকার নাই।

```
switch(somoy)
{
  case 10:
  case 11:
    cout << "sokaler nasta" << endl;
  case 12:
  case 13:
    cout << "dupurer khabar" << endl;
  case 14:
  case 15:
    cout << "bikaler nasta" << endl;
}
```

উপরের ক্রমলেখতে আমরা ক্ষান্তি (break) ছাড়া পল্টি ব্যাপার (switch case) লিখে ক্রমলেখ (program) তৈরী করেছি। এখানে চলক somoy এ আমরা অতিথির আসার সময় রাখবো, সেটা যোগান (input) নেয়া হয়ে থাকতে পারে, বা কোন ভাবো আরোপিত (assigned) হয়ে থাকতে পারে। সাধারণত পল্টিতে যে ব্যাপারটার সাথে মিলে যায় সেখান থেকে বিবৃতিগুলো (statement) নির্বাহিত হতে শুরু করে আর ক্ষান্তি (break) পাওয়া পর্যন্ত চলে। আর একবার কোন ব্যাপারের সাথে মিলে গেলে পরে আর কোন ব্যাপারের সাথে মিলানোর চেষ্টা করাও হয় না, বরং ক্ষান্তি (break) না পাওয়া পর্যন্ত ক্রমাগত বিবৃতিগুলো নির্বাহিত হতে থাকে।

খেয়াল করো উপরের ক্রমলেখাংশে (program segment) সময় যদি ১০টা হয়, ঠিক সেখানে কিছু না থাকলেও পরপর যে বিবৃতিগুলো আছে সেগুলো একে একে নির্বাহিত হবে, ফলে যেমন sokaler nasta, dupurer khabar, bikaler nasta সবগুলো একে একে ফলনে আসতে থাকবে। সময় যদি ১১টা হয় তাহলেও একই ঘটনা ঘটবে। সময় যদি ১২ টা হয়, তাহলে sokaler nasta ফলনে আসবে না, কিন্তু dupurer khabar ও bikaler nasta একে একে আসতে থাকবে। পরের সময়গুলোর জন্যেও একই রকমের কথাবার্তা প্রযোজ্য।

আর একটা বিষয় খেয়াল করো, উপরের পল্টিতে (switch) আমরা অগত্যা ব্যাপার default : দেই নাই। ফলে সময় যদি তালিকায় না থাকে তাহলে সেটি কোন ব্যাপারের (case) সাথেই মিলবে না, আর এতে ফলনে (output) কিছুই আসবে না। আসলে পল্টিতে (switch) অগত্যা (default) ব্যাপার দিতেই হবে এমন কোন কথা নেই, দরকার না লাগলে দিবে না।

```
switch(nombor)
{
  case 4:
  case 0:
  case 2:
    cout << "jor" << endl;
    break;
  case 1:
  case 5:
  case 3:
    cout << "bejor" << endl;
    break;
}
```

এবার কিছু প্রশ্ন: পল্টিতে কী ব্যাপারগুলো মানের ক্রমানুসারেই থাকতে হবে? মানগুলো কী ধারাবাহিকভাবে পরপর সংখ্যা হতে হবে? উভয় প্রশ্নের উত্তর হচ্ছে "না"। কাজেই ঠিক উপরের উদাহরণের মতো তুমি দরকার মতো ব্যাপারগুলো (case) পরপর না হলেও বা উল্টোপাল্টা ক্রমে হলেও লিখতে পারবে। আবার দেখো কিছু ব্যাপারে (case) ক্ষান্তি (break) নাই, আবার কিছু ব্যাপারে আছে। মোট কথা যেখানে ক্ষান্তি দেয়া দরকার সেখানে break; না দরকার হলে নাই।

আরো কিছু প্রশ্ন: পল্টিতে (switch) ব্যাপারগুলো (case) কী পূর্ণক (integer) ছাড়া ভগ্নক (fractioner) হতে পারবে? আর switch() এ চলক (variable) ছাড়া অন্য কিছু ব্যবহার করা যাবে? তুমি কোন ভগ্নক (fractioner) ব্যাপার হিসাবে ব্যবহার করে দেখতে পারো, তাতে সংকলনে (compile) ত্রুটি বার্তা (error message) দেখাবে, তার মানে হলো পারবে না। আর switch(nombor) এখানে switch এ যে কেবল চলক হতে হবে তা নয়, যে কোন রাশি যেটি পূর্ণক ফলাফল দেয় সেটিই তুমি ব্যবহার করতে পারো, যেমন নীচের উদাহরণ দেখো, আমরা ২ দিয়ে ভাগশেষের ওপর পল্টি ব্যবহার করছি। ভাগশেষ ০ হলো জোড়, আর ১ হলে বিজোড়।

```
switch(nombor % 2)
{
  case 0: cout << "jor" << endl; break;
  case 1: cout << "bejor" << endl; break;
}
```

পল্টিতে অবশ্য তুমি একই ব্যবহার দুইবার ব্যবহার করতে পারবে না, যেমন case 1: লিখে একই পল্টির ভিতরে পরে আবার case 1: লিখতে পারবে না। তবে পল্টির ভিতরে অন্তান্তি (nested) পল্টি থাকলে সেখানে case 1: থাকতেই পারে।

৭.২০ পল্টি ব্যাপার যদি-নাহলে (Swtich Cases If Else)

পল্টি ব্যাপার (switch cases) ব্যবহার না করে যদি নাহলে (if else) ব্যবহার করলেই তো হয়। তাহলে পল্টি ব্যাপার কোথায় ব্যবহার করবো, আর কোথায় যদি নাহলে ব্যবহার করবো?

```
switch(nombor)
{
  case -2:
  case -1:
    cout << "rinatok" << endl;
    break;

  case 0:
    cout << "shunyo" << endl;
    break;

  case 1:
  case 2:
    cout << "dhonatok" << endl;
    break;
}
```

উপরের উদাহরণটি খেয়াল করো। এখানে আমরা একটি নম্বর ধনাত্নক (positive), ঋণাত্নক (negative), নাকি শুন্য (zero) নির্ণয় করতে চাই। আমরা যদি আগে থেকে জানি যে নম্বরটি কেবল $-2, -1, 0, 1, 2$ এই পাঁচটি নির্দিষ্ট সংখ্যার একটি হতে পারবে, অন্য আর কিছু নয়, এগুলোর বাইরে নয়, কেবল তাহলেই আমরা উপরের মতো করে পল্টি ব্যাপার (switch case) ব্যবহার করতে পারবো। আবার চাইলে আমরা নীচের মতো করে সমতুল আরেকটি ক্রমলেখাংশও লিখতে পারবো, যেখানে আমরা পল্টি ব্যাপার ব্যবহার না করে যদি নাহলে (if else) ব্যবহার করবো। যদি না হলে ব্যবহার করে অবশ্য আরো নানা ভাবেই এটি করা সম্ভব, এটি কেবল একটা উদাহরণ।

```
if (nombor == -2 || nombor == -1)
    cout << "rinatok" << endl;
else if (nombor == 1 || nombor == 2)
    cout << "dhonatok" << endl;
else // if (nombor == 0)
    cout << "shunyo" << endl;
```

কিন্তু আমাদের নম্বরটি যদি উপরের ওই পাঁচটি সংখ্যার বাইরে অনির্দিষ্ট সংখ্যক নম্বরগুলোর একটি হয়, অথবা অনেক অনেক বেশী সংখ্যকের একটি হয়, তাহলে ঠিক পল্টি ব্যবহার করে আমরা সামলাতে পারবো না। কারণ এ সব ক্ষেত্রে ব্যাপারের সংখ্যা (number of cases) হবে অনেক বেশী বা অসংখ্য। আর একটি ব্যাপার হলো পল্টিতে ব্যাপারগুলো মুলত মান সমান == হলে কী

হবে তার ওপর ভিত্তি করে তৈরী, অন্য কোন ধরনের তুলনা যেমন বড় >, ছোট < ইত্যাদি ব্যবহার করা যায় না। ফলে পল্টি (switch) সাধারণত ব্যবহার করা হয় অল্প কিছু সংখ্যক ও সুনির্দিষ্ট সংখ্যক ব্যাপারের ক্ষেত্রে, আর এ সব ক্ষেত্রে ক্রমলেখ পড়া সহজ হয়ে যায়। অন্যান্য সকল ক্ষেত্রে সাধারণত যদি নাহলে (if else) ব্যবহার করা হয় কারণ যদি নাহলের সাথে যে কোন শর্ত বা সংযোজক (connectives) &&, ||, ! ব্যবহার করে আরো জটিল শর্ত ব্যবহার করা যায়।

```
if (nombor < 0)
    cout << "rinatok" << endl;
else if (nombor > 0)
    cout << "dhonatok" << endl;
else // if (nombor == 0)
    cout << "shunyo" << endl;
```

৭.২১ ব্যাপীয় ও স্থানীয় চলক (Global & Local Variables)

স্থানীয় চলক (local variable) কী? এর বিপরীতে ব্যাপীয় চলকই (global variable) বা কী? শর্তালী পরিগণনায় (conditional programming) স্থানীয় চলকের ব্যবহার দেখাও।

যখন কোন চলক সকল বা ধ্রুবক বাঁকা বন্ধনী যুগলের বাইরে অর্থাৎ যে কোন মহল্লার বাইরে থাকে তখন তাকে ব্যাপীয় চলক (global variable) বা ব্যাপীয় ধ্রুবক (global constant) বলা হয়। নীচের ক্রমলেখতে (program) খেয়াল করো pai আর nimnoshima যে কোন মহল্লার (block) বাইরে, তাই এগুলো যথাক্রমে ব্যাপীয়ধ্রুবক (global constant) ও ব্যাপীয় চলক (global variable)। ব্যাপীয় চলক বা ধ্রুবক ঘোষণা করার পর থেকে ক্রমলেখয়ের যে কোন জায়গায় ব্যবহার করা যায়। যে কোন ধ্রুবকের মান তো ঘোষণার সময় অবশ্যই দিতে হয়, ব্যাপীয় ধ্রুবকের (global constant) মানও ঘোষণার সময়ই দিয়ে দিতে হয়। আর ব্যাপীয় চলকের মান ঘোষণার সময় না দিয়ে দিলে এতে অগত্যা (default) শুন্য থাকে।

ফিরিস্তি ৭.৭: স্থানীয় ও ব্যাপীয় চলকরে ব্যবহার (Using Local & Global Variables)

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

float const pai = 3.1416; // ব্যাপীয় ধ্রুবক, মান দিতেই হবে
float nimnoshima = 1.00;  // ব্যাপীয় চলক, মান না দিলে শুন্য

int main(void)
{
  float bashardho;        // স্থানীয় চলক
  float const two = 2.0;  // স্থানীয় ধ্রুবক

  cout << "bashardho: ";
  cin >> bashardho;
```

```
  if (bashardho < nimnoshima)
  {
    cout << "nimnoshimar cheyeo kom" << endl;
    return EXIT_FAILURE;
  }

  float poridhi = two * pai * bashardho;  // স্থানীয় চলক
  cout << "poridhi: " << poridhi << endl;

  return EXIT_SUCCESS;
}
```

যখন কোন চলক (variable) বা ধ্রুবক (constant) কোন বাঁকা বন্ধনী যুগল {} বা মহল্লার (block) ভিতরে ঘোষিত হয় তখন তাকে স্থানীয় চলক (local variable) বা স্থানীয় ধ্রুবক (local constant) বলা হয়। উপরের ক্রমলেখতে (program) খেয়াল করো চলক bashardho এবং ধ্রুবক two উভয়ই main বিপাতকের মহল্লার ভিতরে ঘোষিত হয়েছে, কাজেই এ দুটো যথাক্রমে স্থানীয় চলক ও স্থানীয় ধ্রুবক। স্থানীয় চলক বা ধ্রুবক যে কোন মহল্লা (block) বা উপমহল্লার (subblock) ভিতরে ঘোষিত হতে পারে। মহল্লার ভিতরে আবার মহল্লা থাকলে ভিতরের মহল্লাকে উপমহল্লা (subblock) বলা হয় আর বাইরের মহল্লাকে বলা হয় অধিমহল্লা (superblock)। যে কোন ধ্রুবকের মান তো ঘোষণার সময়ই দিয়ে দিতে হয়, স্থানীয় ধ্রুবকের মানও তাই ঘোষণার সময়ই দিয়ে দিতে হবে। আর স্থানীয় চলকের মান দিয়ে না দিলে এটাতে উল্টা পাল্টা একটা মান থাকবে। সুতরাং স্থানীয় চলক ব্যবহারের পূর্বে অবশ্যই এতে মান আরোপণ (assign) করে নিতে হবে। স্থানীয় চলক ও ধ্রুবক ঘোষণা করার পর থেকে ওই মহল্লার ভিতরে যে কোন খানে ব্যবহার করা যায়, এমনকি উপমহল্লা বা উপউপমহল্লার ভিতরেও ব্যবহার করা যায়।

```
int cholok = 2; // ব্যাপীয় চলক

int main()
{
  cout << cholok << endl;    // ব্যাপীয় চলকের মান 2

  int cholok = 3;            // এখন থেকে স্থানীয় চলক
  cout << cholok << endl;    // স্থানীয় চলকের মান 3
  {
    cout << cholok << endl; // অধিমহল্লার চলক মান 3

    int cholok = 5;          // উপমহল্লার স্থানীয় চলক
    cout << cholok << endl; // উপমহল্লার স্থানীয় চলক মান 5
  }
  cout << cholok << endl;    // স্থানীয় চলকের মান 3

  // অন্যান্য কিছু এখানে থাকতে পারে, আমরা লিখছি না
}
int kisuekta = cholok;     // ব্যাপীয় চলকের মান 2
```

অনেক সময় একটি স্থানীয় (local) চলক বা ধ্রুবকে নাম একটি ব্যাপীয় (global) চলক বা ধ্রুবকের নামের সাথে মিলে যেতে পারে। প্রথম কথা প্রতিটি চলক বা ধ্রুবকের নাম পুরো ক্রমলেখ জুড়ে একক (unique) হওয়া উচিৎ, কিন্তু সুবিধার বিচারে অনেক সময় সেটা করা সম্ভব হয় না। এমতাবস্থায় কী করে বুঝবো ব্যবহৃত চলক বা ধ্রুবকটি ব্যাপীয় না স্থানীয়? উপরের ক্রমলেখাংশ (program segment) খেয়াল করো, সেখানে cholok নাম বারবার ব্যবহার করে অনেগুলো চলক ঘোষণা করা হয়েছে, যার একটি সকল মহল্লার (block) বাইরে তাই ব্যাপীয় (global) আর অন্যগুলো কোন না কোন মহল্লার ভিতরে তাই স্থানীয় চলক। এখন cholok নামের চলককে নানান খানে ফলনে (output) দেখানো হয়েছে। কথা হচ্ছে নাম যেহেতু একই, তো আমরা নামটি দিয়ে কখন কোন চলকটিকে বুঝবো, কখন কোন মানই বা ফলনে দেখতে পাবো?

খেয়াল করে দেখো যেখানে ব্যাপীয় চলকটি ঘোষনা করা হয়েছে আর মান দেওয়া হয়েছে 2 তারপর থেকে এটির কার্যকারীতা বলবৎ আছে, মহল্লার বাইরে তো অবশ্যই আছে যেমন একদম নীচে যেখানে int kisuekta = cholok; লেখা হয়েছে। আবার মহল্লার (block) ভিতরে স্থানীয় চলক ঘোষণার আগে পর্যন্ত এটির কার্যকারীতা রয়েছে ফলে আমরা ব্যাপীয় চলকটির মানটিই অর্থাৎ 2ই দেখতে পাবো। তারপর মহল্লার ভিতরে যখন একই নাম দিয়ে একটি চলক ঘোষনা করা হয়েছে আর মান দেওয়া হয়েছে 3, তখন cholok নামের সাথে স্থানীয় এই চলকটির কার্যকারীতা বলবৎ হয়েছে, আর তা জারি আছে মহল্লা শেষ হওয়া পর্যন্ত, তাছাড়া উপমহল্লার ভিতরে একই নামের আরেকটি চলক ঘোষণার আগে পর্যন্তও তা জারি আছে। ক্রমলেখতে (program) টীকাগুলো (comment) খেয়াল করো। কোথায় কোন মান ফলনে আসবে তা দিয়ে আমরা বুঝার চেষ্টা করছি, কোথায় কোন চলকটির কার্যকারীতা বলবৎ আছে। তাহলে কোন নাম কোন চলকটিকে বুঝাই, সেটার জন্য আমাদের দেখতে হবে একই মহল্লার ভিতরে ওই নামের কোন চলক আছে কিনা? যদি থাকে সেই চলকটি কার্যকর আছে। আর একই মহল্লার ভিতরে যদি না থাকে, তাহলে আমরা ঠিক বাইরের মহল্লাটি দেখবো, সেখানে একই নামে কোন চলক আছে কিনা? যদি থাকে সেটা বলবৎ হবে আর তাও না থাকলে তার ঠিক বাইরে আরো কোন মহল্লা আছে কিনা তা দেখবো।

```
int nombor;
cin >> nombor ;

// নীচের vagshesh হলো স্থানীয় চলক
if (int vagshesh = nombor % 3)
  cout << "nisheshe bivajyo" << endl;
else
  cout << "vagshesh " << vagshesh << endl;
```

সিপিপিতে যদি নাহলে (if else) লেখার সময় যদি { } বাঁকা বন্ধনী যুগল ব্যবহার করে কোন মহল্লা (block) তৈরী করা হয়, তাহলে সেই মহল্লার ভিতরে ঘোষিত যে কোন চলক বা ধ্রুবক তো স্থানীয় চলক বা ধ্রুবক হবে। আমরা সেটা আর আলাদা করে দেখাতে চাই না। তবে উপরের ক্রমলেখাংশ খেয়াল করো if (int vagshesh = nombor % 3) লিখেও আমরা vagshesh নামে একটি চলক ঘোষণা করেছি। এই vagshesh নামের চলকটিও একটি স্থানীয় চলক (local variable) হিসাবে পরিগণিত হয়, আর এটা কার্যকর থাকে কেবল যেখানে লেখা হয়েছে সেখান থেকে শুরু হয়ে ওই if else মই (ladder) বা অন্তান্তি (nesting) যতক্ষণ শেষ না হচ্ছে ততক্ষণ পর্যন্ত, এর বাইরে কোন কার্যকারীতা থাকবে না, ফলে ব্যবহার করলে ত্রুটিবার্তা পাবে।

যদি নাহলে (if else) এর ক্ষেত্রে ঘোষিত স্থানীয় (local) চলকটির মতো আমরা পল্টি ব্যাপারের (switch cases) ক্ষেত্রেও একই ভাবে স্থানীয় চলক ঘোষণা করতে পারি। নীচের ক্রমলেখাংশে (program segment) খেয়াল করো switch (int vagshesh = nombor % 3) লিখে আমরা একটি স্থানীয় চলক vagshesh ঘোষণা করেছি। এই চলকটির কার্যকারীতাও কেবল

ওই পল্টির মহল্লাটির ভিতরেই। বাইরে কোথাও এই চলকটিকে ব্যবহার করবার জো নেই। তুমি কিন্তু পল্টির মহল্লাটির ভিতরে চাইলে আরো স্থানীয় চলক (local variable) ঘোষণা ও ব্যবহার করতেই পারতে। ধ্রুবকের ক্ষেত্রেও একইরকম আলোচনা প্রযোজ্য।

```
int nombor;
cin >> nombor;

// নীচের সারিতে vagshesh স্থানীয় চলক
switch(int vagshesh = nombor % 3)
{
  case 0:
    cout << "ek " << vagshesh << endl;
    break;
  case 1:
    cout << "dui " << vagshesh << endl;
    break;
  case 2:
    cout << "teen " << vagshesh << endl;
    break;
}
```

৭.২২ অনুশীলনী সমস্যা (Exercise Problems)

ধারণাগত প্রশ্ন: নীচে কিছু ধারণাগত প্রশ্ন রয়েছে। প্রশ্নগুলোর উত্তর নিজে নিজে বের করবে।

১. শর্তালি পরিগণনা (conditional programming) কী? অল্প কথায় আলোচনা করো।

২. যদি if এর সাথের শর্ত মিথ্যা হলে সংশ্লিষ্ট নাহলেতে else গিয়ে আবার ও শর্তের বিপরীত শর্তটি সত্য কিনা পরীক্ষা করা দরকার নেই। ব্যাখ্যা করো।

৩. যদি নাহলে (if else) দিয়ে ক্রমলেখ (program) লিখতে ছাড়ন (indentation) দেয়া গুরুত্বপূর্ণ কেন? কার জন্য গুরুত্বপূর্ণ মানুষের জন্য নাকি গণনির (computer) জন্য?

৪. অন্বয়ী অণুক্রিয়া (relational operators) কী? এগুলো কী ধরনের ফলাফল দেয়? সি-পিপিতে থাকা কয়েকটি অন্বয়ী অণুক্রিয়ার উদাহরণ দাও।

৫. যদি নাহলে মইতে (if else ladder) শর্তগুলো কী ভাবে সাজাবে, যদি চিন্তার সুবিধা বিবেচনা করো অথবা ক্রমলেখয়ের দক্ষতা বিবেচনা করো?

৬. অন্তান্তি যদি নাহলে (nested if else) ও যদি নাহলে মই (if else ladder) একটা থেকে আরেকটিতে রূপান্তর সম্ভব, উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা করো।

৭. ঝুলন্ত নাহলে (dangling else) সমস্যাটি কী? এটির সমাধান কী কী ভাবে করা যেতে পারে, উদাহরণ দিয়ে আলোচনা করো।

৮. শুন্য বিবৃতি (empty statement) কী? কত ভাবে শুন্য বিবৃতি দেওয়া যায়?

৯. বুলক সংযোজকগুলো (boolean connectives) কী কী, কী ভাবে ফলাফল দেয়?

১০. পূর্ণক (integer) ও ভগ্নক (fractioner) কে সরাসরি বুলক হিসাবে কী ভাবে ব্যবহার করা যায় আলোচনা করো। এতে কী সুবিধা হয়?

১১. বুলক শর্তের (boolean condition) আংশিক মূল্যায়ন কী ও কী ভাবে কাজ করে?

১২. একাধিক ব্যাপীয় চলক (global variable ও স্থানীয় চলকের (local variable) নাম একই হলে কোনটা কার্যকর তা কী ভাবে নির্ধারিত হয়?

পরিগণনার সমস্যা: নীচে আমরা কিছু পরিগণনার সমস্যা দেখবো। এই সমস্যাগুলো আগে ধৈর্য্য ধরে নিজে নিজে সমাধান করতে চেষ্টা করবে। যখন একেবারেই পারছো না বলে মনে হয় তখনই কেবল সমাধান দেখে নিতে পারো। সমাধানগুলো পরিগণনার প্রশ্নগুলোর শেষে আছে।

১. নীচের ক্রমলেখাংশের (program segment) ফলন (output) কী তা প্রথমে খাতা কলমে নির্ণয় করো, আর তারপর গণনিতে চালিয়ে তার সাথে মিলাও।

```
int n;  // আদি মান আরোপ করা হয় নি
cout << (n = 4) << endl;
cout << (n == 4) << endl;
cout << (n > 3) << endl;
cout << (n < 4) << endl;
cout << (n = 0) << endl;
cout << (n == 0) << endl;
cout << (n > 0) << endl;
cout << (n && 4) << endl;
cout << (n || 4) << endl;
cout << (!n) << endl;
```

২. নীচের ক্রমলেখাংশে (program segment) কিছু গঠনগত (syntactical) ভুল আছে। ভুলটা কোথায় বলে তুমি মনে করো? ভুলটা এমন ভাবে ঠিক করো যাতে এটির ছাড়ন (indentation) দেখে যা করতে চাওয়া হয়েছিল বলে মনে হয়, ক্রমলেখটি অর্থবোধকতায় (semantically) যেন একদম তাই করে।

```
if (x >= y)
  jogfol += x;
  cout << "x boro" << endl;
else
  jogfol += y;
  cout << "y boro" << endl;
```

৩. নীচের ক্রমলেখাংশ (program segment) চালালে কী ফলন (output) পাওয়া যাবে?

```
int n, k = 5;
n = (100 % k ? k + 1 : k - 1);
cout << "n = " << n << " k = " << k << endl;
```

৪. নীচের ক্রমলেখাংশ (program segment) চালালে কী ফলন (output) পাওয়া যাবে?

```
int paowagese = 0, gunti = 5;
if (!paowagese || ++ gunti == 0)
  cout << "bipod" << endl;
cout << "gunti = " << gunti << endl;
```

৫. নীচের ক্রমলেখাংশে, সম্ভবত বলা যায় যে শর্তালি বিবৃতির (conditional statement) একদম প্রথম সারিতেই একটা ভুল আছে। ক্রমলেখটি যে ভাবে লেখা আছে সেরকম অবস্থা-য়ই যদি নির্বাহ (execute) করা হয় তাহলে ফলন (output) কী হবে? আর যেটা করতে চাওয়া হয়েছিল বলে মনে হয় যদি সেটা করা হয় তাহলে ফলন কী হবে?

```
int n = 5;
if (n = 0) // অণুক্রিয়াটি খেয়াল করো
  cout << "n holo shunyo." << endl;
else
  cout << "n shunyo noy" << endl;
cout << "n er borgo " << n * n << endl;
```

৬. নীচের শর্তালি বিবৃতি (conditional statement) তে অনেক অপ্রয়োজনীয় শর্ত আছে। তো সেই অপ্রয়োজনীয় শর্তগুলো বাদ দিয়ে শর্তালি বিবৃতিটি আবার লেখো।

```
float uparjon;
cout << "mashe uparjon koto: ";
cin >> uparjon;

if (uparjon < 0)
  cout << "tomar dena aro barbe." << endl;
else if (uparjon >= 0 && uparjon < 1200)
  cout << "tumi daridro shimar niche." << endl;
else if (uparjon >= 1200 && uparjon < 2500)
  cout << "tumi kinchit socchol aso." << endl;
else if (uparjon >= 2500)
  cout << "tumi jothesto socchol." << endl;
```

৭. যদি ভিন্ন ভিন্ন বার চালানোর সময় ০, ১৫, বা ৭ যোগান (input) দেয়া হয় তাহলে নী-চের ক্রমলেখাংশের (program segment) ফলন (output) কোন বারে কী হবে । কত যোগান দিলে ফলনে "biroktikor!" আসবে?

```
int n;
cout << "nombor koto: ";
cin >> n;

if (n < 10)
  cout << "10 er choto." << endl;
else if (n > 5)
  cout << "5 er boro." << endl;
else
  cout << "biroktikor!" << endl;
```

৮. নীচের অন্তান্তি যদি নাহলে (nested if else) খেয়াল করো। ছাড়ন (indentation) যে ভাবে দেয়া হয়েছে তাতে মনে হচ্ছে না যা লিখতে চাওয়া হয়েছে তা লেখা হয়েছে।

```
if (n < 10)
  if (n > 0)
    cout << "dhonatok." << endl;
else
  cout << "----------." << endl;
```

যদি n এর মান ৭ বা ১৫ বা -৩ যোগান (input) দেয়া হয় তাহলে ফলন (output) কী হবে? বিবৃতিটির (statement) গঠন (syntax) এমন ভাবে ঠিক করো যাতে ছাড়ন (indentation) দেওয়া থেকে যেমনটি লিখতে চাওয়া হয়েছে বলে মনে হয় ফলনও ঠিক সে রকম আসে। আর সেক্ষেত্রে শুন্যস্থানে কী হবে বলে যৌক্তিক মনে হয় সেটাও ঠিক করো। অন্যদিকে যা লেখা হয়েছে সেটা ঠিকই আছে ধরে নিয়ে কেবল ছাড়নটা (indentation) ঠিক করো, আর তাতে শুন্যস্থানে কী বসানো যথার্থ হবে তাও নির্ণয় করো।

৯. তিনটি সংখ্যা যোগান (input) নিয়ে কোনটি বড়, কোনটি ছোট ফলনে (output) দেখাও।

১০. তিনটি সংখ্যা যোগান (input) নিয়ে তাদের মধ্যে মাঝেরটি ফলনে (output) দেখাও।

১১. তিনটি সংখ্যা যোগান (input) নিয়ে তাদেরকে উর্ধক্রমে সাজিয়ে ফলন (output) দাও।

১২. গণিতে প্রাপ্ত নম্বর যোগান (input) নিয়ে সেটা থেকে বর্ণ মান (letter grade) ফলন দাও। ধরো ৯০ বা বেশী হলে A, ৮০ বা বেশী হলে B, ৭০ বা বেশী হলে C, ৬০ বা বেশী হলে D, ৫০ বা বেশী হলে E, আর তারও কম হলে F বর্ণ মান পাওয়া যায়।

১৩. একটি দ্বিমাত্রিক (two dimensional) বিন্দুর স্থানাঙ্ক দেওয়া আছে, বিন্দুটি চারটি চতুর্ভাগের (quadrant) ঠিক কোনটিতে পড়বে নির্ণয় করো।

১৪. একটি প্রগমণ ১, ২, ৩, ..., ৯, ১১, ২২, ৩৩, ..., ৯৯ এর ১ম পদ ১, আর ১৮ তম পদ ৯৯। কততম পদ দেখাতে হবে তা যোগান (input) নিয়ে পদটি ফলনে (output) দেখাও।

১৫. তোমাকে -১০০ ও ১০০ এর মধ্যে দুটি সংখ্যা যোগান (input) হিসাবে দেওয়া হবে, তুমি ওই দুটি সংখ্যা সহ তাদের মাঝের সকল সংখ্যার যোগফল ফলনে (output) দেখাও।

১৬. একটি প্রদত্ত বর্ষ অধিবর্ষ কি না তা নির্ণয়ের ক্রমলেখটি (program) তুমি যদি-নাহলে মই (if else ladder) ব্যবহার করে লিখবে। তবে ক্রমলেখটি রচনা করার সময় তোমাকে মনে রাখতে হবে যে এটি ১ থেকে ২০০০ সাল পর্যন্ত প্রতিটি সালের জন্য চালানো হবে। কাজেই তুমি মইয়ের শর্তগুলো এমন ভাবে সাজাবে যাতে ক্রমলেখ দ্রুততম হয়।

১৭. বাংলা বছরের কততম মাস তা যোগান (input) নিয়ে সেই মাসের নাম ও ওই মাসে কত দিন তা ফলনে (output) দেখাও। একাজে পল্টি ব্যাপার (switch cases) ব্যবহার করো।

১৮. কতটা বাজে সেই সময় ঘন্টায় যোগান (input) নিয়ে মাঝরাত (১-২), প্রভাত (৩-৬), সকাল (৭-১১), দুপুর (১২-১৪), বিকাল (১৫-১৭), সন্ধ্যা (১৮-১৯), রাত (২০-২৮) ফলনে দেখাও। একাজে পল্টি ব্যাপার (switch cases) ব্যবহার করো।

১৯. এমন একটি ক্রমলেখ (program) লিখো যেটি ১-৫ পর্যন্ত ক্রম অনুযায়ী পাঁচটা কোমল পানীয়ের (পানি, কোক, স্প্রাইট, ফানটা, পেপসি) নামের তালিকা দেখাবে, তারপর ক্রমিক নম্বর যোগান (input) নিয়ে কোমল পানীয়টির নাম ফলনে (output) দেখাবে। আর ক্রমিক নম্বরটি যদি ১-৫ এর বাইরে হয়, তাহলে সে সংক্রান্ত একটি ত্রুটি বার্তা (error message) দেখাবে। তুমি এই ক্রমলেখটি একবার পল্টি ব্যাপার (switch cases) ব্যবহার করে আবার যদি নাহলে (if else) ব্যবহার করে করো।

২০. একটি সংখ্যার পুরক সংখ্যা নির্ণয় করো। সংখ্যাট এক অঙ্কের হলে তার পুরক সংখ্য ৯ এর সাথে বিয়োগফল, দুই অঙ্কের হলে ৯৯ এর সাথে বিয়োগফল, তিন অঙ্কের হলে ৯৯৯ এর সাথে বিয়োগফল। তিনের চেয়ে বেশী অঙ্কের সংখ্যা যোগান (input) দেওয়া হবে না।

২১. এমন একটি ক্রমলেখ (program) লিখো যেটা ৫ জন লোক যাদের ক্রমিক ১-৫ তাদের কে কতটা করে পরোটা খেয়েছে যোগান (input) নিবে। ক্রমলেখটি তারপর একজনে সর্বোচ্চ কয়টা পরোটা খেয়েছে সেটা ফলনে (output) দেখাবে। আর কোন লোক সর্বোচ্চ সংখ্যক পরোটা খেয়েছে ক্রমলেখটি সেটাও দেখাবে, তবে সর্বোচ্চ পরোটা খাওয়া একাধিক ব্যক্তি থাকলে প্রথমজনের ক্রমিক নম্বর হলেই চলবে, পরের জনদের দরকার নাই

২২. একজন লোক স্বাভাবিক নিয়ম অনুযায়ী সপ্তাহে ৪০ ঘন্টা কাজ করে, ৪০ ঘন্টার বেশী কাজ করলে অতিরিক্ত সময়টুকুর জন্য স্বাভাবিক নিয়মের চেয়ে ১.৫ গুণ মজুরি পায়। কোন এক সপ্তাহে লোকটি কত ঘন্টা কাজ করেছে আর স্বাভাবিক নিয়মে ঘন্টা প্রতি মজুরি কত তা যোগান (input) নিয়ে ওই সপ্তাহে তার মোট মজুরি কত তা ফলনে (output) দেখাও।

২৩. ধরো তুমি চার টুকরো কাগজ নিয়েছো। তোমার ১ম টুকরোতে লেখা আছে ১, ৩, ৫, ৭, ৯, ১১, ১৩, ২য় টুকরোতে আছে ২, ৩, ৬, ৭, ১০, ১১, ১৪, ১৫, ৩য় টুকরোতে আছে ৪, ৫, ৬, ৭, ১২, ১৩, ১৪, ১৫, ৪র্থ টুকরোতে আছে ৮, ৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৫। তোমার ক্রমলেখ (program) ব্যবহারকারী মনে মনে একটি সংখ্যা ধরবে, আর সেটি ১ম, ২য়, ৩য়, ৪র্থ টুকরোর কোন কোনটিতে আছে যোগান (input) দিবে, তারপর তোমার ক্রমলেখ ব্যবহারকারী মনে মনে যে সংখ্যাটি ধরেছে সেটি ফলনে (output) দেখাবে। এটি খুব সহজ একটি ব্যাপার। যে যে টুকরোতে সংখ্যাটি আছে ওই টুকরোগুলোর প্রথম সংখ্যাগুলো যোগ করলেই ব্যবহারকারীর সংখ্যাটি পাওয়া যাবে। যেমন ব্যবহারকারীর সংখ্যাটি যদি ১, ৩, ৪ নম্বর টুকরোতে থাকে তাহলে সংখ্যাটি ১ + ৪ + ৮ = ১৩।

পরিগণনা সমাধান: এবার আমরা পরিগণনার সমস্যাগুলোর সমাধান দেখবো। মনে রাখবে সমাধানগুলো দেয়া হয়েছে তুমি যদি একান্তই নিজে নিজে করতে পারছোনা বলে মনে হয়, তখন কেবল একটু সাহায্য যাতে পেতে পারো তাই। কাজেই পারতপক্ষে সমাধান দেখবে না।

১. নীচের ক্রমলেখাংশের (program segment) ফলন (output) কী তা প্রথমে খাতা কলমে নির্ণয় করো, আর তারপর গণনিতে চালিয়ে তার সাথে মিলাও।

```
int n;  // আদি মান আরোপ করা হয় নি
cout << (n = 4) << endl;
cout << (n == 4) << endl;
cout << (n > 3) << endl;
cout << (n < 4) << endl;
cout << (n = 0) << endl;
cout << (n == 0) << endl;
cout << (n > 0) << endl;
cout << (n && 4) << endl;
cout << (n || 4) << endl;
cout << (!n) << endl;
```

```
4               // আরোপণ হবে 4
1               // মান আসলেই তো 4
1               // কাজেই 3 এর বেশী
0               // 4 এর সমান, কম তো নয়
0               // আরোপন হবে 0
1               // মান 0 এর সমান, সত্য
0               // মান তো 0, বেশী তো নয়
0               // 0 হলো মিথ্যা তাই ফলাফল মিথ্যা
1               // 4 যেহেতু সত্য, তাই ফলাফল সত্য
1               // 0 নিজে মিথ্যা তাই !0 সত্য
```

২. নীচের ক্রমলেখাংশে (program segment) কিছু গঠনগত (syntactical) ভুল আছে। ভুলটা কোথায় বলে তুমি মনে করো? ভুলটা এমন ভাবে ঠিক করো যাতে এটির ছাড়ন (indentation) দেখে যা করতে চাওয়া হয়েছিল বলে মনে হয়, ক্রমলেখটি অর্থবোধকতায় (semantically) যেন একদম তাই করে।

```
if (x >= y)
  jogfol += x;
  cout << "x boro" << endl;
else
  jogfol += y;
  cout << "y boro" << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশে ছাড়ন দেখে মনে হয় যদির শর্ত সত্য হলে বা মিথ্যা হলে উভয় ক্ষেত্রে ঠিক তাদের পরের দুই সারিতে থাকা বিবৃতিগুলো নির্বাহিত (executed) হবে। কিন্তু একাধিক বিবৃতি যদি নির্বাহ করতে হয় সেক্ষেত্রে আমাদের নীচের ক্রমলেখাংশের মতো করে বাঁকা বন্ধনী দিয়ে যৌগিক বিবৃতি (compound statement) বানিয়ে নিতে হবে। বাঁকা বন্ধনী না দেয়ায় উপরের ক্রমলেখটি সংকলন (compile) করতে গেলে ত্রুটি দেখাবে।

ত্রুটি টা হল সংশ্লিষ্ট if সাপেক্ষে else টা ঠিক জায়গায় নাই। যদি else টা cout << " x boro" << endl; এর আগে থাকে তাহলে গঠনগত (syntactically) ভাবে শুদ্ধ হয়, কিন্তু তাতে অবশ্য আমরা যা করতে চাই তা হতো না।

```
if (x >= y)
{
  jogfol += x;
  cout << "x boro" << endl;
}
else
{
  jogfol += y;
  cout << "y boro" << endl;
}
```

৩. নীচের ক্রমলেখাংশ (program segment) চালালে কী ফলন (output) পাওয়া যাবে?

```
int n, k = 5;
n = (100 % k ? k + 1 : k - 1);
cout << "n = " << n << " k = " << k << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশের ফলন নীচে দেখানো হলো। শুরুতে k এর মান আরোপণ (assign) করা হলো 5। তারপর 100 যেহেতু 5 দ্বারা বিভাজ্য তাই 100 % k হবে শুন্য যাহা বুলক (boolean) হিসাবে ধরলে মিথ্যা, ফলে তিনিক অণুক্রিয়ার (ternerary operator) শেষের অংশ k − 1 অর্থাৎ 4 হবে ফলাফল যা n চলকে (variable) আরোপিত (assign) হবে। সবমিলিয়ে n হলো 4 আর k শুরুতে যা ছিলো তাই অর্থাৎ 5।

```
n = 4 k = 5
```

৪. নীচের ক্রমলেখাংশ (program segment) চালালে কী ফলন (output) পাওয়া যাবে?

```
int paowagese = 0, gunti = 5;
if (!paowagese || ++gunti == 0)
  cout << "bipod" << endl;
cout << "gunti = " << gunti << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশের ফলন (output) নীচে দেখানো হলো। চলক paowagese এর মান 0 অর্থ্যাৎ মিথ্যা, ফলে !paowagese হলো সত্য, আর তাই অথবা || এর ফলাফলও সত্য। লক্ষ্য করো এই ফলাফল নির্ধারণে আমাদের কিন্তু || এর পরের অংশ নির্বাহ (execute) করার দরকারই নাই। আংশিক মূল্যায়নের (partial evaluation) কারণে এটি ঘটবে। তাহলে || এর ফলাফল সত্য আসায় ফলনে আসবে "bipod"। আর ++ gunti যেহেতু নির্বাহিতই হয় নি, তাই gunti এর মান 5 ই দেখাবো।

```
bipod
gunti = 5
```

৫. নীচের ক্রমলেখাংশে, সম্ভবত বলা যায় যে শর্তালি বিবৃতির (conditional statement) একদম প্রথম সারিতেই একটা ভুল আছে। ক্রমলেখটি যে ভাবে লেখা আছে সেরকম অবস্থা-য়ই যদি নির্বাহ (execute) করা হয় তাহলে ফলন (output) কী হবে? আর যেটা করতে চাওয়া হয়েছিল বলে মনে হয় যদি সেটা করা হয় তাহলে ফলন কী হবে?

```
int n = 5;
if (n = 0) // অণুক্রিয়াটি খেয়াল করো
  cout << "n holo shunyo." << endl;
else
  cout << "n shunyo noy" << endl;
cout << "n er borgo " << n * n << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশের ২য় সারিতে আরোপন (assignment) = অণুক্রিয়া ব্যবহার করা হয়েছে, সাধারণতো শর্ত পরীক্ষার জন্য সমান (equal) == অণুক্রিয়া ব্যবহার করা হয়। সুতরাং এটি সম্ভবত একটা ভুল যেটা প্রায়শই আমাদের হয়ে থাকে। যাই হোক ক্রমলেখটি যেমন আছে তেমনি চালালে আরোপণের ফলে n এর মান হবে শুন্য আর আরোপণ অণু-ক্রিয়ার ফলাফলও হবে শুন্য, যা বুলক মান (boolean value) হিসাবে মিথ্যা। সুতরাং else অংশে থাকা বিবৃতিটুকু নির্বাহিত হবে, আর আমরা ফলনে পাবো n shunyo noy। বিষয়টি কেমন যেন গোলমেলে তাই না, একদিকে n এর মান আসলেই শুন্য, কিন্তু অন্য দিকে ফলন দেখাচ্ছে n শুন্য নয়! যাইহোক n এর মান শুন্য আরোপণের ফলে if else এর পরের সারিতে থাকা cout এর কারণে ফলনে আসবে n er borgo 0। এই ফলনগুলো নীচে বামদিকে দেখানো হলো, আর ডান দিকে রয়েছে আরোপণ (assignment) = না লিখে আমরা যদি সমান (equality) == লিখি তাহলে ফলন (output) কী হবে তা। লক্ষ্য এবারে n এর মান কিন্তু 5ই থাকছে যা আদি আরোপণ করা হয়েছে। ফলে n == 0 মিথ্যা হওয়ায় আগের মতোই n shunyo noy দেখাবে আর পরের সারিতে 5 এর বর্গ হবে 25, কাজেই ফলনে আসবে n er borgo 25।

```
n shunyo noy
n er borgo 0
```

```
n shunyo noy
n er borgo 25
```

৬. নীচের শর্তালি বিবৃতি (conditional statement) তে অনেক অপ্রয়োজনীয় শর্ত আছে। তো সেই অপ্রয়োজনীয় শর্তগুলো বাদ দিয়ে শর্তালি বিবৃতিটি আবার লেখো।

```
float uparjon;
cout << "mashe uparjon koto: ";
cin >> uparjon;

if (uparjon < 0)
  cout << "tomar dena aro barbe." << endl;
else if (uparjon >= 0 && uparjon < 1200)
  cout << "tumi daridro shimar niche." << endl;
else if (uparjon >= 1200 && uparjon < 2500)
  cout << "tumi kinchit socchol aso." << endl;
else if (uparjon >= 2500)
  cout << "tumi jothesto socchol." << endl;
```

অদরকারী শর্তগুলো ছাড়া ক্রমলেখাংশ (program segment) কেমন হবে তা নীচে দেখানো হলো। যদি uparjon < 0 এই শর্ত মিথ্যা হয়, তাহলে অবশ্যই uparjon >=0 সত্য হবে। কাজেই যদি নাহলে মইতে (if else ladder) নাহলের সাথে যে যদি থাকবে সেখানে uparjon >=0 আবার লেখার কোন দরকার নেই। নিয়ন্ত্রণ (control) ওইখানে যাওয়া মানে ওই শর্ত অবশ্যই সত্য আর এবং (and) && অণুক্রিয়ার (operator) একটি উপাদান (operand) সত্য হলে ফলাফল কেবল দ্বিতীয় উপাদানের ওপর নির্ভর করে। সুতরাং আমরা সরলীকরণ করে কেবল && এর দ্বিতীয় উপাদানটিকেই লিখবো। এই একই ভাবে uparjon >= 1200 আর uparjon >= 2500 লেখার কোন দরকার নাই।

```
float uparjon;
cout << "mashe uparjon koto: ";
cin >> uparjon;

if (uparjon < 0)
  cout << "tomar dena aro barbe." << endl;
else if (uparjon < 1200)  // >= 0 দরকার নেই
  cout << "tumi daridro shimar niche." << endl;
else if (uparjon < 2500)  // >= 1200 দরকার নেই
  cout << "tumi kinchit socchol aso." << endl;
else      // >= 2500 দরকার নেই
  cout << "tumi jothesto socchol." << endl;
```

৭. যদি ভিন্ন ভিন্ন বার চালানোর সময় ০, ১৫, বা ৭ যোগান (input) দেয়া হয় তাহলে নীচের ক্রমলেখাংশের (program segment) ফলন (output) কোন বারে কী হবে । কত যোগান দিলে ফলনে "biroktikor!" আসবে?

```
int n;
cout << "nombor koto: ";
cin >> n;

if (n < 10)
  cout << "10 er choto." << endl;
else if (n > 5)
  cout << "5 er boro." << endl;
else
  cout << "biroktikor!" << endl;
```

যোগান (input) হিসাবে $0, 15, 7$ দিলে, উপরের ক্রমলেখাংশ কী ফলন (output) দেবে তা নীচে ৩ স্তম্ভে দেখানো হলো। এই ক্রমলেখাংশ n এর কোন মানের জন্যই biroktikor ! ফলন দিবে না, নিয়ন্ত্রণ (control) কোন অবস্থাতেই সংশ্লিষ্ট বিবৃতিতে যাবে না। সুতরাং else cout << "biroktikor!" << endl; অংশটুকু পুরোপুরি অদরকারী আর সে কারণে মুছে দেয়া যায়, তাতে ক্রমলেখয়ের বৈশিষ্ট্যে কোন প্রভাব পড়বে না।

```
nombor koto: 0      nombor koto: 15     nombor koto: 7
10 er choto.        5 er boro.          10 er choto.
```

৮. নীচের অন্তান্তি যদি নাহলে (nested if else) খেয়াল করো। ছাড়ন (indentation) যে ভাবে দেয়া হয়েছে তাতে মনে হচ্ছে না যা লিখতে চাওয়া হয়েছে তা লেখা হয়েছে।

```
if (n < 10)
  if (n > 0)
    cout << "dhonatok." << endl;
else
  cout << "_________." << endl;
```

যদি n এর মান ৭ বা ১৫ বা -৩ যোগান (input) দেয়া হয় তাহলে ফলন (output) কী হবে? বিবৃতিটির (statement) গঠন (syntax) এমন ভাবে ঠিক করো যাতে ছাড়ন (indentation) দেওয়া থেকে যেমনটি লিখতে চাওয়া হয়েছে বলে মনে হয় ফলনও ঠিক সে রকম আসে। আর সেক্ষেত্রে শুন্যস্থানে কী হবে বলে যৌক্তিক মনে হয় সেটাও ঠিক করো। অন্যদিকে যা লেখা হয়েছে সেটা ঠিকই আছে ধরে নিয়ে কেবল ছাড়নটা (indentation) ঠিক করো, আর তাতে শুন্যস্থানে কী বসানো যথার্থ হবে তাও নির্ণয় করো।

```
if (n < 10)
  if (n > 0)
    cout << "dhonatok." << endl;
  else
    cout << "_________." << endl;
```

প্রদত্ত ক্রমলেখটি (program) লেখার সময় এমন ভাবে ছাড়ন (indentation) দেয়া হয়েছে যে মনে হচ্ছে else অংশটুকু প্রথম if এর শর্ত n < 10 মিথ্যা হলে কার্যকর হবে। কিন্তু সিপিপি ভাষায় ছাড়ন বা ফাঁকা দেয়া না দেয়া গণনির (computer) জন্য কোন ব্যাপার নয়। আর ঝুলন্ত নাহলের (dangling else) আলোচনা থেকে আমরা জানি এই else টি তার নিকটতম পূর্ববর্তী এমন একটি if এর সাথে সংশ্লিষ্ট যে if এর সাথে আর কোন else জুড়ে দেয়া হয় নি। কাজেই, সেই হিসাবে ঠিক উপরে যেমনটি দেখানো হলো, সেভাবে এই else টি দ্বিতীয় if এর শর্ত n > 0 মিথ্যা হলে কার্যকর হবে।

```
dhonatok.          কোন ফলন নাই          _________.
```

এমতাবস্থায় এই ক্রমলেখ চালালে আমরা ৭, ১৫, বা -৩ যোগান (input) দিয়ে যে ফলন (output) পাবো তা উপরের তিনটি স্তম্ভে দেখানো হয়েছে। লক্ষ্য করো ১৫ যোগান দিলে আমরা কোন ফলন আসলে পাবো না, কারণ n < 10 শর্তের কোন else নেই। আর শুন্য-স্থানটি _________ ফলনে আসে যখন সংখ্যাটি শুন্যের সমান বা কম হয় অর্থাৎ অধনাত্নক হয়। আমরা তাহলে _________ এর স্থানে লিখতে পারি odhonatok।

```
if (n < 10)
{
  if (n > 0)
    cout << "dhonatok." << endl;
}
else
  cout << "_________." << endl;
```

ছাড়ন (indentation) দেয়া দেখে যেমন মনে হয়, ক্রমলেখটি (program) সেই অনুযায়ী সংশোধন করলে ঠিক উপরের মতো করে বাঁকা বন্ধনী ব্যবহার করতে হবে। সেক্ষেত্রে শুন্যস্থান অংশটি ফলনে আসবে যখন n সংখ্যাটি ১০ এর বড় বা সমান, যেমন ধরো ১৫। এক্ষেত্রে আমরা তাই _____ এর বদলে লিখতে পারি "10 ba boro"। এবার খেয়াল করো n এর মান যখন শুন্য এর বেশী কিন্তু ১০ এর কম যেমন ৭, তখন কিন্তু আমরা ফলন পাবো dhonatok, আর শুন্য বা কম হলে কোন ফলনই পাবো না।

৯. তিনটি সংখ্যা যোগান (input) নিয়ে কোনটি বড়, কোনটি ছোট ফলনে (output) দেখাও।

ফিরিস্তি ৭.৮: তিনটি সংখ্যার বড়-ছোট (Small and Big of Three Numbers)

```
int a, b, c;            // চাইলে ভগ্নকও নিতে পারো
cout << "sokhya tinti koto? ";
cin >> a >> b >> c;     // যোগান নাও

int boro, soto;         // চলক ঘোষণা
if (a > b)              // a যদি বড় হয় b এর চেয়ে
  boro = a, soto = b;
else                    // b যদি বড় হয় a এর চেয়ে
  boro = b, soto = a;
if (boro < c)           // c যদি boro এর চেয়ে বড় হয়
  boro =  c;
else if (soto > c)      // c যদি soto এর চেয়ে ছোট হয়
  soto = c;

cout << "boro " << boro << " ";
cout << "soto " << soto << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশ খেয়াল করো। প্রথম দুটি সংখ্যা a ও b কে তুলনা করে বড় ও ছোট নির্ধারণ করা হয়ছে। তারপর c কে তুলনা করা হয়েছে সেটা আরো বড় কিনা দেখতে, যদি তা না হয় তাহলে সেটা আরো ছোট কিনা সেটা পরীক্ষা করা হয়েছে। লক্ষ্য করো c কে তুলনা করা সময় একটা else লাগানো হয়েছে, কারণ boroর বড় হলে তো আর sotoর ছোট কিনা পরীক্ষা করার দরকার নেই। তুমি কিন্তু চাইলে নীচের মতো করেও ক্রমলেখ লিখতে পারো। প্রথমে ধরে নাও তোমার সংখ্যা একটাই কাজেই aই বড়, আবার aই ছোট। এরপর তাদের সাথে b কে তুলনা করো। আর শেষে তাদের সাথে c কে তুলনা করো।

```
int boro = a, soto = a; // ধরে নেই a-ই বড় ও ছোট
if (boro < b)           // b যদি তার চেয়েও বড় হয়
  boro =  b;
else if (soto > b)      // b যদি তার চেয়েও ছোট হয়
  soto = b;
if (boro < c)           // c যদি তার চেয়েও বড় হয়
  boro =  c;
else if (soto > c)      // c যদি তার চেয়েও ছোট হয়
  soto = c;
```

১০. তিনটি সংখ্যা যোগান (input) নিয়ে তাদের মধ্যে মাঝেরটি ফলনে (output) দেখাও।

ফিরিস্তি ৭.৯: তিনটি সংখ্যার মধ্যক (Median of Three Numbers)

```
// ধরো চলক তিনটি a, b, c ঘোষণা করে যোগান নেয়া হয়েছে

if (a > b)                  //  ক্রম হলো a > b
  if (c > a)                //  ক্রম হলো  c > a > b
    cout << a << endl;
  else if (b > c)           //  ক্রম হলো a > b > c
    cout << b << endl;
  else                      // ক্রম হলো a >= c >= b
    cout << c << endl;
else                        // ক্রম হলো a <= b
  if (c < a)                // ক্রম হলো c < a <= b
    cout << a << endl;
  else if c > b)            // ক্রম হলো a <= b < c
    cout << b << endl;
  else                      // ক্রম হলো a <= c <= b
    cout << c << endl;
```

উপরের ক্রমলেখতে প্রথমে a ও b তুলনা করা হয়েছে। তারপর c তাদের বড়টির চেয়ে বড় কিনা, নাহলে ছোটটির চেয়ে ছোট কিনা পরীক্ষা করা হয়েছে, আর তাও না হলে সেটি উভয়ের মাঝামাঝি। এভাবে তিনটি সংখ্যার ক্রম জানা হয়ে গেলে মাঝেরটি ফলনে (output) দেখানো হয়েছে। এটি অন্তান্তি (nesting) ও মইয়ের (ladder) চমৎকার উদাহরণ।

১১. তিনটি সংখ্যা যোগান (input) নিয়ে তাদেরকে উর্ধক্রমে সাজিয়ে ফলন (output) দাও।

ফিরিস্তি ৭.১০: তিনটি সংখ্যার উর্ধক্রম (Three Numbers in Ascending Order)

```
// ধরো চলক তিনটি a, b, c ঘোষণা করে যোগান নেয়া হয়েছে

if (a > b)                  //  ক্রম হলো a > b
  if (c > a)                //  ক্রম হলো  c > a > b
    cout << b << " " << a << " " << c << endl;
  else if (b > c)           //  ক্রম হলো a > b > c
    cout << c << " " << b << " " << a << endl;
  else                      // ক্রম হলো a >= c >= b
    cout << b << " " << c << " " << a << endl;
else                        // ক্রম হলো a <= b
  if (c < a)                // ক্রম হলো c < a <= b
    cout << c << " " << a << " " << b << endl;
  else if c > b)            // ক্রম হলো a <= b < c
    cout << a << " " << b << " " << c << endl;
  else                      // ক্রম হলো a <= c <= b
    cout << a << " " << c << " " << b << endl;
```

উপরের ক্রমলেখতে প্রথমে a ও b তুলনা করা হয়েছে। তারপর c তাদের বড়টির চেয়ে বড় কিনা, নাহলে ছোটটির চেয়ে ছোট কিনা পরীক্ষা করা হয়েছে, আর তাও না হলে সেটি উভয়ের মাঝামাঝি। এভাবে তিনটি সংখ্যার ক্রম জানা হয়ে গেলে তাদের মানের উর্ধক্রমে (ascending order) ফলনে (output) দেখানো হয়েছে। এটি যদি নাহলের (if else) অন্তান্তি (nesting) ও মইয়ের (ladder) এক সাথে ব্যবহারের চমৎকার উদাহরণ।

১২. গণিতে প্রাপ্ত নম্বর যোগান (input) নিয়ে সেটা থেকে বর্ণ মান (letter grade) ফলন দাও। ধরো ৯০ বা বেশী হলে A, ৮০ বা বেশী হলে B, ৭০ বা বেশী হলে C, ৬০ বা বেশী হলে D, ৫০ বা বেশী হলে E, আর তারও কম হলে F বর্ণ মান পাওয়া যায়।

ফিরিস্তি ৭.১১: নম্বর হতে বর্ণমান (Letter Grades from Numbers)

```
cout << "gonite nombor koto? ";
int nombor; cin >> nombor;

if (nombor >= 90)
  cout << "bornoman A" << endl;
else if (nombor >= 80)
  cout << "bornoman B" << endl;
else if (nombor >= 70)
  cout << "bornoman C" << endl;
else if (nombor >= 60)
  cout << "bornoman D" << endl;
else if (nombor >= 50)
  cout << "bornoman E" << endl;
else // ৫০ এর ছোট
  cout << "bornoman F" << endl;
```

উপরের ক্রমলেখ পল্টি ব্যাপার (switch cases) দিয়ে করা সম্ভব নয়, কারন এখানে >= তুলনা ব্যবহার করতে হবে। পল্টি ব্যাপার কেবল সমান == তুলনায় ব্যবহার করা যায়।

১৩. একটি দ্বিমাত্রিক (two dimensional) বিন্দুর স্থানাঙ্ক দেওয়া আছে, বিন্দুটি চারটি চতুর্ভাগের (quadrant) ঠিক কোনটিতে পড়বে নির্ণয় করো।

এই ক্রমলেখতে (program) আমরা কেবল চতুর্ভাগ (quadrant) বিবেচনা না করে বরং, বিন্দুটি কোন অক্ষের ওপরে কিনা, হলে ধনাত্নক দিকে না ঋণাত্নক দিকে, অথবা স্থানাংকরে মূল বিন্দুতে কিনা তাও বিবেচনা করবো। যে কোন একটি প্রদত্ত বিন্দুর x বা y দুটোই আলাদা আলাদা ভাবে ধনাত্নক বা ঋণাত্নক বা শুন্য এই তিন রকম হতে পারে। কাজেই একসাথে বিবেচনা করলে আমরা মোট নয় রকম সমাবেশ (combination) পাবো।

ফিরিস্তি ৭.১২: বিন্দুর চতুর্ভাগ নির্ণয় (Quadrant of a Point)

```
float x, y;
cout << "bhuj x? ";
cin >> x;
cout << "koti y? ";
cin >> y;
```

```
if (x > 0)
  if (y > 0)
    cout << "prothom choturvag" << endl;
  else if (y < 0)
    cout << "choturtho choturvag" << endl;
  else    // y শুন্য
    cout << "dhonatok x okkher opor" << endl;
else if (x < 0)
  if (y > 0)
    cout << "ditiyo choturvag" << endl;
  else if (y < 0)
    cout << "tritiyo choturvag" << endl;
  else
    cout << "rinatok x okkher opor" << endl;
else    // x শুন্য
  if (y > 0)
    cout << "dhonatok y okkher opor" << endl;
  else if (y < 0)
    cout << "rinatok y okkher opor" << endl;
  else    // y শুন্য
    cout << "sthananker mul bindu" << endl;
```

১৪. একটি প্রগমণ ১, ২, ৩, ..., ৯, ১১, ২২, ৩৩, ..., ৯৯ এর ১ম পদ ১, আর ১৮ তম পদ ৯৯। কততম পদ দেখাতে হবে তা যোগান (input) নিয়ে পদটি ফলনে (output) দেখাও।

```
cout << "kototom pod: " << endl;
int n; cin << n;

if (n < 0)
  cout << "pallar baire" << endl;
else if (n <= 9)  // এক অঙ্কের সংখ্যা
  cout << n << endl;
else if (n <= 18) // দুই অঙ্কের সংখ্যা
  cout << ((n-9) * 11) << endl;
else
  cout << "pallar baire" << endl;
```

১৫. তোমাকে -১০০ ও ১০০ এর মধ্যে দুটি সংখ্যা যোগান (input) হিসাবে দেওয়া হবে, তুমি ওই দুটি সংখ্যা সহ তাদের মাঝের সকল সংখ্যার যোগফল ফলনে (output) দেখাও।

নীচের সংশ্লিষ্ট ক্রমলেখাংশ (program segment) দেখানো হলো। যে সংখ্যা দুটি যোগান (input) নেয়া হবে, সেগুলো অবশ্যই -১০০ ও ১০০ এর ভিতরে হতে হবে। আমরা তাই আগে পরীক্ষা করে দেখবো। যদি n1 বা n2 যে কোনটি -100 এর ছোট বা 100 এর

বড় হয়, তাহলে ত্রুটি বার্তা (error message) দেখিয়ে বিফল হয়ে নিয়ন্ত্রণ ফেরত যাবে। খেয়াল করো আমাদের কিন্তু শর্তগুলোকে অথবা || দিয়ে যুক্ত করতে হবে।

```
cout << "sonkhya duti koto? ";  // যাচনা
int n1, n2; cin >> n1 >> n2;    // যোগান

// −১০০ ও ১০০ এর মধ্যে কিনা পরীক্ষা করতে হবে
if (n1 < −100 || n1 > 100 ||
        n2 < −100 || n2 > 100)
{
  cout << "sonkhya pallar baire" << endl;
  return EXIT_FAILURE;
}

int s, n;   // (প্রথম পদ + শেষ পদ) আর পদসংখ্যা

s = n1 + n2;  // প্রথম পদ + শেষ পদ।

if (n1 > n2)     // কোনটা ছোট কোনটা বড়
  n = n1 − n2 + 1; // পদসংখ্যা
else
  n = n2 − n1 + 1;  // পদসংখ্যা

cout << "jogfol " << s*n/2; // ফলন
```

এবার আমরা জানি কোন সমান্তর প্রগমণের সংখ্যাগুলোর যোগফল হলো (প্রথম সংখ্যা + শেষ সংখ্যা) * পদসংখ্যা / 2। সংখ্যা দুটো যোগান নেয়ার সময় ব্যবহারকারী যে কোনটিকে আগে যোগান দিতে পারে, মানে কোনটা বড় কোনটা ছোট আমরা নিশ্চিত থাকবো না। (প্রথম সংখ্যা + শেষ সংখ্যা) এই যোগফল s বের করতে এতে কোন সমস্যা হবে না, তবে পদসংখ্যা n বের করতে গেলে আমাদের জানতে হবে কোনটা বড় কোনটা ছোট। ধরো ৭ আর ১৩ নিজেদের সহ তাদের মধ্যে কয়টা সংখ্যা আছে সেটা বের করা যায় ১৩ - ৭ + ১ হিসাব করে, যেখানে ১৩ হলো বড় আর ৭ হলো ছোট। তো n1 আর n2 এর নিজেদের সহ তাদের মাঝে মোট কয়টি সংখ্যা আছে তা বের করতে আমাদের জানতে হবে কোনটি বড়। তো আমরা একটি যদি নাহলে (if else) ব্যবহার করে দেখবো n1 > n2 কিনা, যদি হয় তাহলে পদসংখ্যা n1 − n2 + 1 আর যদি না হয় তাহলে পদসংখ্যা হবে n2 − n1 + 1। সবশেষে যোগফল হলো s * n / 2 আমরা যেটা ফলনে (output) দেখাবো।

১৬. একটি প্রদত্ত বর্ষ অধিবর্ষ কি না তা নির্ণয়ের ক্রমলেখটি (program) তুমি যদি-নাহলে মই (if else ladder) ব্যবহার করে লিখবে। তবে ক্রমলেখটি রচনা করার সময় তোমাকে মনে রাখতে হবে যে এটি ১ থেকে ২০০০ সাল পর্যন্ত প্রতিটি সালের জন্য চালানো হবে। কাজেই তুমি মইয়ের শর্তগুলো এমন ভাবে সাজাবে যাতে ক্রমলেখ দ্রুততম হয়।

যদি ১ থেকে ২০০০ সাল পর্যন্ত প্রতিটি সালের জন্য চালানো হয় তাহলে আমরা প্রথমে প্রত্যেক রকমের সালের হিসাব করি। মোটামুটি প্রতি চারটি সালের তিনটি অধিবর্ষ নয়, একটি অধিবর্ষ। কাজেই সবচেয়ে বেশী সংখ্যক ২০০০ / ৪ * ৩ = ১৫০০ টি সাল আছে যে

গুলো ৪ দিয়ে বিভাজ্য হয় না, এগুলোর কোনটিই অধিবর্ষ নয়। বাঁকী ৫০০ টি সাল ৪ দিয়ে বিভাজ্য। এদের মধ্যে যেগুলো ১০০ দিয়ে বিভাজ্য নয় যেমন ১৯৯৬ এমন ২০টি ছাড়া বাঁকী ৪৮০ টি অধিবর্ষ। আর ওই ২০টি সালের মধ্যে যে ১৫টি ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য নয় সেগুলো অধিবর্ষ নয়, আর বাঁকী ৪টি সাল যে গুলো ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য সেগুলো অধিবর্ষ।

```
if (bosor % 4 != 0)          // ৪ দিয়ে বিভাজ্য নয়
  cout << "odhiborsho noy" << endl;
else if (bosor % 100 != 0)   // ১০০ দিয়ে বিভাজ্য নয়
  cout << "odhiborsho hoy" << endl;
else if (bosor % 400 != 0)   // ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য নয়
  cout << "odhiborsho noy" << endl;
else   //  if (bosor % 400 = 0) ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য
  cout << "odhiborsho hoy" << endl;
```

দ্রুততম গতির ক্রমলেখয়ের (program) জন্য যে রকমের সাল সবচেয়ে বেশী সেগুলো নির্ণয় করতে সবচেয়ে কম সংখ্যক শর্ত পরীক্ষণ ব্যবহার করতে হবে। কাজেই আমরা ১৫০০ সাল যেগুলো ৪ দিয়ে বিভাজ্য নয় সেগুলোকে প্রথম শর্ত পরীক্ষা করেই বের করতে চাইবো। উপরের ক্রলেখাংশ খেয়াল করো, আমরা তাই করেছি। এরপরে রয়েছে যে ৪৮০টি বছর যেগুলো ৪ দিয়ে বিভাজ্য কিন্তু ১০০ দিয়ে বিভাজ্য নয়। আমরা এগুলোকে দুইবার শর্ত পরীক্ষা করে বের করতে চাই। একটা শর্ত হচ্ছে ৪ দিয়ে বিভাজ্য নাহওয়া কাজেই প্রথম শর্তের else হিসাবে থাকবে সেটা, আরেকটি শর্ত হলো ১০০ দিয়ে বিভাজ্য না হওয়া। উপরের ক্রমলেখাংশের যদি নাহলে মইতে (if else ladder) দেখো else if দিয়ে এটা করা হয়েছে। এরপর থাকে ১৫ টি সাল যেগুলো ১০০ দিয়ে বিভাজ্য কিন্তু ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য নয় এই ১৫ টি সাল, এগুলো নির্ণয় করা হয়েছে আরেকটি else if লাগিয়ে অর্থাৎ মোট তিনটি শর্ত পরীক্ষণ শেষে। আর সবশেষে ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য সেই সালগুলো এসেছে সবশেষের else দিয়ে, এগুলোর জন্য তিনটি শর্ত পরীক্ষণই লেগেছে, কারণ শেষের শর্ত মিথ্যা হলেই তো এগুলো নির্ণীত হবে। তাহলে মোট শর্ত পরীক্ষা লাগলো কতগুলো? ১৫০০ * ১ + ৪৮০ * ২ + ১৫ * ৩ + ৫ * ৩ = ২৫২০ টি। তুমি আরো নানান ভাবে চেষ্টা করে দেখতে পারো, এর চেয়ে কম শর্ত পরীক্ষা করে করতে পারো কিনা! পারবে না!

```
if (bosor % 4 != 0 ||
      (bosor % 100 == 0 && bosor % 400 != 0))
  cout << "odhiborsho noy" << endl;
else
  cout << "odhiborsho hoy" << endl;
```

একই ক্রমলেখ আমরা যদি নাহলে মই (if else ladder) ব্যবহার না করে ঠিক উপরের ক্রমলেখাংশের মতো বুলক সংযোজক (boolean connectives) ব্যবহার করে করতে পারি। বুলক সংযোজকের আংশিক মূল্যায়নের (partial evaluation) মনে আছে? অথবা || ক্ষেত্রে যে কোন একটি উপাদান (operand) সত্যি হলেই অন্যটি মূল্যায়ন ছাড়াই আমরা ফলাফল সত্য বলে ধরে নিতে পারি। আর && এর ক্ষেত্রে যে কোন একটি উপাদান (operand) মিথ্যা হলেই ফলাফল মিথ্যা বলে ধরে নেয়া যায়। কোন সাল অধিবর্ষ নয় যখন সালটি ৪ দ্বারা বিভাজ্য নয় অথবা ১০০ দ্বারা বিভাজ্য হলেও ৪০০ দ্বারা বিভাজ্য নয় তখন। যদির সাথে শর্ত হিসাবে সেটিই লাগানো হয়েছে দেখো। অন্যদিকে কোন সাল অধিবর্ষ হতে গেলে || এর ফলাফল মিথ্যা হতে হবে, তারমানে বাম ও ডানের উভয় উপাদান

(operand) মিথ্যা হতে হবে অর্থাৎ bosor % 4 == 0 এবং (bosor % 100 == 0 && bosor % 400 != 0) মিথ্যা হতে হবে। এখানে bosor % 4 == 0 মিথ্যা হওয়া মানে বছরটি ৪ দ্বারা বিভাজ্য হওয়া আর (bosor % 100 == 0 && bosor % 400 != 0) মিথ্যা হতে গেলে && এর দুপাশের যেকোন একটি মিথ্যা হলেই হবে। তো (bosor % 100 == 0 মিথ্যা হওয়া মানে বছরটি ১০০ দ্বারা বিভাজ্য না হওয়া আর bosor % 400 != 0 মিথ্যা হওয়া মানে ৪০০ দিয়ে বিভাজ্য হওয়া।

১৭. বাংলা বছরের কততম মাস তা যোগান (input) নিয়ে সেই মাসের নাম ও ওই মাসে কত দিন তা ফলনে (output) দেখাও। একাজে পল্টি ব্যাপার (switch cases) ব্যবহার করো।

ফিরিস্তি ৭.১৩: বাংলা মাসের নাম (Bengali Month Names)

```
int mash; cin >> mash;  // চাইলে যাচনা করতে পারো

switch(mash)
{
  case 1: cout << "boishakh 31" << endl; break;
  case 2: cout << "joistho 31" << endl; break;
  case 3: cout << "ashar 31" << endl; break;
  case 4: cout << "shrabon 31" << endl; break;
  case 5: cout << "vadro 31" << endl; break;
  case 6: cout << "arshin 30" << endl; break;
  case 7: cout << "kartik 30" << endl; break;
  case 8: cout << "ogrohayon 30" << endl; break;
  case 9: cout << "poush 30" << endl; break;
  case 10: cout << "magh 30" << endl; break;
  case 11: cout << "falgun 30" << endl; break;
  case 12: cout << "choitro 30" << endl; break;
  default: cout << "ojana mash" << endl; break;
}
```

১৮. কতটা বাজে সেই সময় ঘন্টায় যোগান (input) নিয়ে মাঝরাত (০-২), প্রভাত (৩-৬), সকাল (৭-১১), দুপুর (১২-১৪), বিকাল (১৫-১৭), সন্ধ্যা (১৮-১৯), রাত (২০-২৪) ফলনে দেখাও। একাজে পল্টি ব্যাপার (switch cases) ব্যবহার করো।

```
int somoy; cin >> somoy;  // যাচনা করতে পারো

switch(somoy)
{
  case 0: case 1: case 2:
    cout << "majhrat" << endl; break;
  case 3: case 4: case 5: case 6:
    cout << "provat" << endl; break;
  case 7: case 8: case 9: case 10: case 11:
    cout << "shokal" << endl; break;
```

```
    case 12: case 13: case 14:
      cout << "dupur" << endl; break;
    case 15: case 16: case 17:
      cout << "bikal" << endl; break;
    case 18: case 19:
      cout << "shondhya" << endl; break;
    case 20: case 21: case 22: case 23
      cout << "rat" << endl; break;
    default:
      cout << "ojana somoy" << endl;
  }
```

১৯. এমন একটি ক্রমলেখ (program) লিখো যেটি ১-৫ পর্যন্ত ক্রম অনুযায়ী পাঁচটা কোমল পানীয়ের (পানি, কোক, স্প্রাইট, ফানটা, পেপসি) নামের তালিকা দেখাবে, তারপর ক্রমিক নম্বর যোগান (input) নিয়ে কোমল পানীয়টির নাম ফলনে (output) দেখাবে। আর ক্রমিক নম্বরটি যদি ১-৫ এর বাইরে হয়, তাহলে সে সংক্রান্ত একটি ত্রুটি বার্তা (error message) দেখাবে। তুমি এই ক্রমলেখটি একবার পল্টি ব্যাপার (switch cases) ব্যবহার করে আবার যদি নাহলে (if else) ব্যবহার করে করো।

```
  cout << "talika" << endl;
  cout << "1 pani" << endl;
  cout << "2 coke" << endl;
  cout << "3 sprite" << endl;
  cout << "4 fanta" << endl;
  cout << "5 pepsi" << endl;
  cout << endl;

  cout << "posondo: " << endl;
  int posondo;
  cin >> posondo;

  cout << "posondo ";
  switch(posondo)
  {
    case 1: cout << "pani" << endl; break;
    case 2: cout << "coke" << endl; break;
    case 3: cout << "sprite" << endl; break;
    case 4: cout << "fanta" << endl; break;
    case 5: cout << "pepsi" << endl; break;
    default: cout << "ojana" << endl; break;
  }
```

উপরের ক্রমলেখাংশের (program segment) পল্টি ব্যাপার (switch case) অংশটি যদি নাহলে (if else) ব্যবহার করে লিখলে নীচের মতো হবে।

```
if (posondo == 1)
  cout << "pani" << endl;
else if (posondo == 2)
  cout << "coke" << endl;
else if (posondo == 3)
  cout << "sprite" << endl;
else if (posondo == 4)
  cout << "fanta" << endl;
else if (posondo == 5)
  cout << "pepsi" << endl;
else
  cout << "ojana" << endl;
```

২০. একটি সংখ্যার পুরক সংখ্যা নির্ণয় করো। সংখ্যাট এক অঙ্কের হলে তার পুরক সংখ্য ৯ এর সাথে বিয়োগফল, দুই অঙ্কের হলে ৯৯ এর সাথে বিয়োগফল, তিন অঙ্কের হলে ৯৯৯ এর সাথে বিয়োগফল। তিনের চেয়ে বেশী অঙ্কের সংখ্যা যোগান (input) দেওয়া হবে না।

```
int nombor, purok;
cin >> nombor;

// ত্রুটি আগেই সামলানো হলো
if (nombor < 0 || nombor > 1000)
{
  cout << "onakankhito" << endl;
  return EXIT_FAILURE;
}

// এবার কেবল বৈধ ব্যাপারগুলো
if (nombor <= 9)          // এক অঙ্ক মানে ৯ বা কম
  purok = 9 - nombor;
else if (nombor <= 99)    // এক অঙ্ক মানে ৯৯ বা কম
  purok = 99 - nombor;
else if (nombor <= 999) // এক অঙ্ক মানে ৯৯৯ বা কম
  purok = 999 - nombor;
```

২১. এমন একটি ক্রমলেখ (program) লিখো যেটা ৫ জন লোক যাদের ক্রমিক ১-৫ তাদের কে কতটা করে পরোটা খেয়েছে যোগান (input) নিবে। ক্রমলেখটি তারপর একজনে সর্বোচ্চ কয়টা পরোটা খেয়েছে সেটা ফলনে (output) দেখাবে। আর কোন লোক সর্বোচ্চ সংখ্যক পরোটা খেয়েছে ক্রমলেখটি সেটাও দেখাবে, তবে সর্বোচ্চ পরোটা খাওয়া একাধিক ব্যক্তি থাকলে প্রথমজনের ক্রমিক নম্বর হলেই চলবে, পরের জনদের দরকার নাই।

আমরা পাঁচজন লোকের জন্য সুবিধার্থে পাঁচটি চলক নিবো p1, p2, p3, p4, p5। তারপর যথাযথ ভাবে যোগান যাচনা (input prompt) করে কোন লোক কতটি পরোটা খেয়েছে সেটা যোগান (input) নিবো। তারপর আমাদের আরো দুটি চলক লাগবে: একটি

হলো sorboccho সর্বোচ্চ কতটি পরোটা খেয়েছে আর একটি হলো kekheyese কে খেয়েছে সর্বোচ্চটি। তারপর আমরা একজন একজন করে লোক বিবেচনা করবো। শুরুতে মাত্র একজন লোক ধরে নিলে সেই সর্বোচ্চ পরোটা খেয়েছে, কাজেই sorboccho = p1, kekheyese = 1 আদিমান হিসাবে আরপণ করা হয়েছে। এর পরের প্রতিটি ব্যক্তির জন্য আমরা পরীক্ষা করে দেখবো সে এ পর্যন্ত sorboccho এর মান যত তার চেয়ে বেশী পরোটা খেয়েছে কিনা। যদি খেয়ে থাকে তাহলে sorboccho এর মান বদলে যাবে আর কে খেয়েছে সেটাও বদলে যাবে। এরকম ক্রমলেখাংশ (program segment) নীচে দেখো।

ফিরিস্তি ৭.১৪: পাঁচটি সংখ্যার বৃহত্তম (Largest of Five Numbers)

```
int p1; cout << "p1: "; cin >> p1;
int p2; cout << "p2: "; cin >> p2;
int p3; cout << "p3: "; cin >> p3;
int p4; cout << "p4: "; cin >> p4;
int p5; cout << "p5: "; cin >> p5;

int sorboccho = p1, kekheyese = 1;
if (sorboccho < p2)
  { sorboccho = p2; kekheyese = 2; }
if (sorboccho < p3)
  { sorboccho = p3; kekheyese = 3; }
if (sorboccho < p4)
  { sorboccho = p4; kekheyese = 4; }
if (sorboccho < p5)
  { sorboccho = p5; kekheyese = 5; }

cout << "porota " << sorboccho << endl;
cout << "lokta " << kekheyese << endl;
```

খেয়াল করো আমরা > ব্যবহার করেছি >= ব্যবহার করি নাই। এর কারণ এ পর্যন্ত সর্বোচ্চ যতটি খাওয়া হয়েছে তার সমান কেউ যদি পরের কেউ খেয়েও থাকে, আমরা কিন্তু সেই লোকটিকে ফলনে (output) দেখাতে চাইনা, বরং আগের জনকেই দেখাতে চাই। তুমি যদি সর্বোচ্চ পরোটা খেয়েছে এরকম কয়েক জন থাকলে তাদের মধ্যের শেষের জনকে ফলনে (output) দেখাতে চাও, তাহলে < বদলে <= করে দিবে। আর একটি ব্যাপার হলো অনেক সময় sorboccho আর kekheyese চলক দুটির আদিমান ১মজনের পরোটা খাওয়া বিবেচনা করে না দিয়ে নীচের মতো করে বরং আমরা একটা ছোট সংখ্যা ধরে নেই, তারপর ২য়, ৩য়, ৪র্থ, ৫ম লোকের মতো ১ম জনের জন্যও একই রকম যদি নাহলে ব্যবহার করি। এতে সব লোকের জন্য চিন্তা করাটা একই রকম হয়।

```
// সর্বোচ্চ একটা ছোট মান, কে খেয়েছে সেটা জানিনা
int sorboccho = 0, kekheyese = 0;

if (sorboccho < p1)   // ১ম জনের ক্ষেত্রেও একই
  { sorboccho = p1; kekheyese = 1; }
// p2, p3, p4, p5 এর যদি নাহলে ঠিকই থাকবে
```

২২. একজন লোক স্বাভাবিক নিয়ম অনুযায়ী সপ্তাহে ৪০ ঘন্টা কাজ করে, ৪০ ঘন্টার বেশী কাজ করলে অতিরিক্ত সময়টুকুর জন্য স্বাভাবিক নিয়মের চেয়ে ১.৫ গুণ মজুরি পায়। কোন এক সপ্তাহে লোকটি কত ঘন্টা কাজ করেছে আর স্বাভাবিক নিয়মে ঘন্টা প্রতি মজুরি কত তা যোগান (input) নিয়ে ওই সপ্তাহে তার মোট মজুরি কত তা ফলনে (output) দেখাও।

ফিরিস্তি ৭.১৫: সপ্তাহের মজুরি হিসাব (Weekly Wage Calculation)

```
float const shaShima = 40.0;   // স্বাভাবিক সীমা
float const otiHar = 1.5;      // অতিরিক্ত হার

float ghontaProti;  // ঘন্টাপ্রতি কত হার
float kotoGhonta;   // কত ঘন্টা কাজ
float motMojuri;    // মোট মজুরি কত

cout << "ghonta proti har: ";
cin >> ghontaProti;
cout << "koto ghonta kaj: ";
cin >> kotoGhonta;

if (kotoGhonta <= shoptahShima)
  motMojuri = kotoGhonta * ghontaProti;
else  // অতিরিক্ত সময় কাজ হয়েছে
{
  // স্বাভাবিক মজুরি ৪০ ঘন্টার
  float shaMojuri = shaShima * ghontaProti;

  // অতিরিক্ত ঘন্টা বের করতে হবে
  float otiGhonta = kotoGhonta - shoptahShima;

  // অতিরিক্ত সময়ের মজুরির হার
  float otiGhontaProti = ghontaProti * otiHar;

  // অতিরিক্ত সময়ে মজুরি
  float otiMojuri = otiGhonta * otiGhontaProti;

  // মোট মজুরি দুটোর যোগফল
  motMojuri = shaMojuri + otiMojuri;
}

cout << "mot mojuri " << motMojuri << endl;
```

২৩. ধরো তুমি চার টুকরো কাগজ নিয়েছো। তোমার ১ম টুকরোতে লেখা আছে ১, ৩, ৫, ৭, ৯, ১১, ১৩, ২য় টুকরোতে আছে ২, ৩, ৬, ৭, ১০, ১১, ১৪, ১৫, ৩য় টুকরোতে আছে ৪, ৫, ৬, ৭, ১২, ১৩, ১৪, ১৫, ৪র্থ টুকরোতে আছে ৮, ৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৫। তোমার

ক্রমলেখ (program) ব্যবহারকারী মনে মনে একটি সংখ্যা ধরবে, আর সেটি ১ম, ২য়, ৩য়, ৪র্থ টুকরোর কোন কোনটিতে আছে যোগান (input) দিবে, তারপর তোমার ক্রমলেখ ব্যবহারকারী মনে মনে যে সংখ্যাটি ধরেছে সেটি ফলনে (output) দেখাবে। এটি খুব সহজ একটি ব্যাপার। যে যে টুকরোতে সংখ্যাটি আছে ওই টুকরোগুলোর প্রথম সংখ্যাগুলো যোগ করলেই ব্যবহারকারীর সংখ্যাটি পাওয়া যাবে। যেমন ব্যবহারকারীর সংখ্যাটি যদি ১, ৩, ৪ নম্বর টুকরোতে থাকে তাহলে সংখ্যাটি ১ + ৪ + ৮ = ১৩।

সংখ্যা বলার খেলা (Number Finding Game)

```
cout << "ekta sonkhya nao 0 theke 15" << endl;

cout << "tash 1: 1 3 5 7 9 11 13 15" << endl;
cout << "tash 2: 2 3 6 7 10 11 14 15" << endl;
cout << "tash 3: 4 5 6 7 12 13 14 15" << endl;
cout << "tash 4: 8 9 10 11 12 13 14 15" << endl;

cout << "nicher prosno gulor uttor dao" << endl;
cout << "uttor ha hole 1, na hole 0" << endl;

int tash1, tash2, tash3, tash4;

cout << "tash 1 e tomar sonkhya ase? ";
cin >> tash1;
cout << "tash 2 e tomar sonkhya ase? ";
cin >> tash2;
cout << "tash 3 e tomar sonkhya ase? ";
cin >> tash3;
cout << "tash 4 e tomar sonkhya ase? ";
cin >> tash4;

int sonkhya = 0;

if (tash1) sonkhya += 1;
if (tash2) sonkhya += 2;
if (tash3) sonkhya += 3;
if (tash4) sonkhya += 4;

cout << "tomar sonkhya " << sonkhya << endl;
```

উপরের ক্রমলেখাংশ (program segment) দেখো। প্রথমে কাগজের টুকরো বা তাসগুলোতে কী কী সংখ্যা লেখা আছে তা দেখানো হয়েছে। এরপর বলা হয়েছে পরের দেখানোর প্রশ্নগুলোর উত্তর হ্যা হলে ১ আর না হলে ০ দিয়ে দিতে। আমরা চারটি চলক নিয়েছি। আর উত্তরগুলো ওই চলকগুলোতে আছে। প্রশ্নে যেমন বলা হয়েছে যে তাসগুলোতে ব্যবহারকারীর মনে মনে ধরে নেয়া সংখ্যাটি আছে সেই তাসগুলোর প্রথম সংখ্যাগুলো নিয়ে আমাদের যোগ করতে হবে। আমরা শুরুতে সংখ্যাটি ধরে নিয়েছি শুন্য `int sonkhya = 0;` লিখে।

এরপর দেখো প্রতিটি if পরীক্ষা করছে সংখ্যাটি ওই তাসে আছে কিনা, অর্থাৎ ব্যবহারকারীর দেয়া উত্তর সত্য কিনা, সত্য হলে ওই তাসের প্রথম সংখ্যাটি তো আমরা জানিই, সেটা sonkhya চলকের সাথে যোগ করে দেয়া হয়েছে। পরিশেষে ফলন (output) ব্যবহারকারীর মনে মনে ধরে নেয়া সংখ্যাটি দেখানো হয়েছে।

৭.২৩ গণনা পরিভাষা (Computing Terminologies)

- শর্তালি (conditional)
- যদি (if)
- নাহলে (else)
- অন্বয়ী (relational)
- বুলক (boolean)
- মই (ladder)
- অন্তান্তি (nested)
- ঝুলন্ত (dangling)
- শুন্য (empty)
- যৌগিক (compound)
- শনাক্তকরণ (detection)
- সংযোজক (connective)
- এবং, ও (and)
- অথবা, বা (or)
- নয়, না (not)
- সহযোজ্য (associative)
- সরল (simplification)
- অগ্রগণ্যতা (precedence)
- ক্রম (order)
- সমতুল (equivalence)
- বন্টন (distribution)
- বিনিময় (commutative)
- শোষণ (absorption)
- অসঙ্গতি (contradiction)
- নঞ মধ্যম (excluded middle)
- সত্যক সারণী (truth table)
- অনুকুলায়ন (optimisation)
- তিনিক (ternary)
- পল্টি (switch)
- ব্যাপার (case)
- নিয়ন্ত্রণ (control)
- ক্ষান্তি (break)
- অগত্যা (default)
- ব্যাপীয় (global)
- স্থানীয় (local)
- মহল্লা (block)
- উপমহল্লা (subblock)
- অধিমহল্লা (superblock)