

CS101 Spring 2023 - Midsem - 26 February 2024
11 Questions, 50 Marks, (Instructor: Prof. Shivaram)

Roll Number	SAMPLE
Name	
Group	

QNo.	Marks	Graded by	Verified By	Student's Crib
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
Total				

Please read the following instructions carefully before you start.

- Write your roll number, name, and group number in the space provided. A paper without a roll number and name will NOT be graded.
- Write your answers neatly with a blue/black pen on this question paper itself in the space provided for each question. At the end, you must submit this paper to the invigilator.
- Rough pages will NOT be provided. Use the empty space in the margins.
- Please note that your answers should NOT include any programming concept that hasn't been covered in the class so far. If such answers are found, they shall NOT be graded.
- No clarifications will be provided on any questions. When in doubt, make suitable assumptions, state them clearly, and proceed to solve the problem.
- In some questions, you are provided code snippets. Assume that the code snippet is enclosed suitably within the main, correct header files are included, etc., and therefore, the code compiles.
- All the best!

Translation

शुरू करने से पहले कृपया निम्नलिखित निर्देशों को ध्यान से पढ़ें।

- दिए गए स्थान पर अपना रोल नंबर, नाम और ग्रुप नंबर लिखें। बिना रोल नंबर और नाम के पेपर को grade नहीं दिया जाएगा।
 - इस प्रश्नपत्र पर ही प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए गए स्थान पर अपने उत्तर नीले/काले पेन से साफ-सुथरा लिखें। अंत में आपको यह पेपर निरीक्षक के पास जमा करना होगा।
 - रफ पेज उपलब्ध नहीं कराए जाएंगे। margin में दिए खाली जगह का उपयोग करें।
 - कृपया ध्यान दें कि आपके उत्तरों में कोई भी प्रोग्रामिंग अवधारणा शामिल नहीं होनी चाहिए जिसे अब तक कक्षा में शामिल नहीं किया गया है। यदि ऐसे उत्तर पाए जाते हैं, तो उन्हें grade नहीं किया जाएगा।
 - किसी भी प्रश्न पर कोई स्पष्टीकरण नहीं दिया जाएगा। जब संदेह हो, तो उपयुक्त धारणाएँ बनाएं, उन्हें स्पष्ट रूप से बताएं और समस्या को हल करने के लिए आगे बढ़ें।
 - कुछ प्रश्नों में आपको code snippet दिए गए हैं। मान लें कि code snippet main program के अंदर लिखा है, सही header files include की गयी हैं, आदि, और इसलिए, code compile होता है।
 - शुभकामनाएं!
-

Q1 [2 Marks] Convert the decimal number 265 to binary.

Translation: Q1 [2 Marks] decimal संख्या 265 को binary में बदलें।

Answer: _____ **100001001** _____

(All digits should be exact. No partial marking here)

Q2 [2 Marks] Convert the binary number 110101101 to decimal.

Translation: Q2 [2 Marks] binary संख्या 110101101 को decimal में बदलें।

Answer: _____ **429** _____

(All digits should be exact. No partial marking here)

Q3 [4 Marks] Go through the program snippet below.**Translation: Q3 [4 Marks] नीचे दिए गए प्रोग्राम स्निपेट को पढ़ें।**

```
int x, y, z1, z2, z3, z4;
cin >> x >> y;
z1 = x + y;      z2 = x - y;      z3 = x * y;      z4 = x / y;
cout << z1;      cout << z2;      cout << z3;      cout << z4;
```

Assume that the input for x and y, entered by the user are two positive integers in between 1 and 2147483647 (both inclusive), and that x is always greater than or equal to y. Note that the range of int is: -2147483648 to 2147483647. For each of the cout statements given in the table below, identify whether the output can be 0, can be positive, and can be negative (in general one or more of these can happen). Put a tick mark in the corresponding cells. Thus, for example, if some output can be 0 or negative, but never positive, you should only tick the "0" and "Negative" columns for that row. You will receive 1 or 0 marks for each row (no partial marks). Tick the cells carefully.

Translation: मान लें कि x और y user द्वारा input जो लिए हैं वो 1 और 2147483647 (दोनों सम्मिलित) के बीच दो positive अंक हैं, और x हमेशा y से बड़ा या उसके बराबर है। ध्यान दें कि int की सीमा है: -2147483648 से 2147483647। नीचे दी गई table में दिए गए प्रत्येक cout के लिए, टिक करें कि क्या output 0 हो सकता है, केवल positive, केवल negative, (सामान्य तौर पर इनमें से एक या अधिक हो सकते हैं)। इस प्रकार, उदाहरण के लिए, यदि कुछ output 0 या negative हो सकता है, लेकिन कभी भी positive नहीं हो सकता है, तो आपको केवल उस पंक्ति के लिए "0" और negative कॉलम पर टिक करना चाहिए। आपको प्रत्येक पंक्ति के लिए 1 या 0 अंक प्राप्त होंगे (कोई आंशिक अंक नहीं)। Cells पर ध्यानपूर्वक tick लगाएँ।

	0 (Zero)	Positive	Negative
cout << z1;		yes	yes
cout << z2;	yes	yes	
cout << z3; Ans1 OR Ans2		yes	yes
	yes	yes	yes
cout << z4;		yes	

- 1 mark for each correct row (no partial marks)
- For cout << z3; give 1 mark for either of the following options
 - (zero, positive, negative)
 - (positive, negative)

Q4 [4 marks] Go through the program given below.

Translation: Q4 [4 Marks] नीचे दिए गए प्रोग्राम को पढ़ें।

```
main_program {
    int a = 1;
    for(int i = 1; i <= 3; i++) {
        int b = 1;
        for(int j = 1; j <= 3; j++) {
            cout << a << " " << b << endl;
            b++;
        }
        a++;
    }
}
```

English

Modify the code given above to replace both the for loops with while loops. Rewrite the program in the space below. Do not use any new variables nor delete any existing ones. Also, make sure that

- The scope of variables a, b, i, and j are the same
- The output produced is the same

Translation in Hindi

दोनों for लूप को while लूप में बदलने के लिए ऊपर दिए गए कोड को modify करें। नीचे दिए गए स्थान में प्रोग्राम को दोबारा लिखें। किसी भी नए variable का उपयोग न करें और न ही किसी मौजूदा को हटाएं। सुनिश्चित करें कि:

- variables a, b, i, और j का scope वही है
- आउटपुट वही है

```
main_program {
    int a = 1;

    { // Curly brace to maintain scope of i (Do not deduct marks if not present)

        int i = 1;          // Correct initialization of i  0.5 marks

        while(i <= 3) {    // Correct syntax for while  1 marks
            int b = 1;

            { // curly brace to maintain scope of j (Do not deduct marks if not present)

                int j = 1; // Correct initialization of j 0.5 marks

                while(j <= 3) { // Correct syntax for while  1 marks
                    cout << a << " " << b << endl;
                    b++;
                    j++; // Correct increment of j  0.5 marks
                }

            }
            a++;
            i++; // Correct increment of i  0.5 marks
        }
    }
}
```

Give marks appropriately if students have used do-while

Q5 [6 marks]. Have a look at the series, $\sin(x)$ and $\cos(x)$ given below.

Based on the number of terms 'n', in the series, the code snippet given below intends to compute the series, and compute and print $\sin(x) - \cos(x)$. Fill in the blanks to achieve it.

Translation: Q5 [6 Marks] नीचे दी गई श्रृंखला $\sin(x)$ और $\cos(x)$ को पढ़ें।

series में 'n' terms की संख्या के आधार पर, नीचे दिए गए code का उद्देश्य $\sin(x) - \cos(x)$ को compute करना है, और प्रिंट करना है। इसे प्राप्त करने के लिए रिक्त स्थान भरें.

$$\cos(x) = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots$$

$$\sin(x) = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots$$

- If $n = 1$, $\cos(x) = 1$, $\sin(x) = x$
- If $n = 2$, $\cos(x) = 1 - (x^2/2!)$, $\sin(x) = x - (x^3/3!)$

```

main_program {
    int n;
    double x;
    cin >> n >> x;

    double sinterm = x;

    double costerm = 1.0;

    double sum = sinterm - costerm;    // 1 mark

    for(int i = 2; i <= n; i++){

        // 2 marks
        sinterm = (-1) * sinterm * x * x / ((2 * i - 2) * (2 * i - 1));

        // 2 marks
        costerm = (-1) * costerm * x * x / ((2 * i - 3) * (2 * i - 2));

        sum = sum + sinterm - costerm;    // 1 mark

    }
    cout << sum << endl;
}

```

- **1.5 marks each: For computing sinterm and costerm,**
- **if the students have written multiple statements i.e. have not adhered to just filling the blanks. However, their code should work. For such cases, students might have used**
 - **pow function to compute numerator. No extra marks to be deducted**
 - **Calling the Factorial function to compute factorial. If they have written the code to compute factorial then you can give 1.5 marks as mentioned above, else if they have just called factorial function but have not coded it, then 1 mark each for the sineterm and costerm**

Q6. [4 Marks] Go through the code given below and write the output in the space given

Translation: Q6. [4 Marks] नीचे दिए गए code को पढ़ें और output को दिए गए स्थान पर लिखें

```
for (int i = 2; i < 7; i++) {  
    if (i % 2 == 0) {  
        cout << i/2 << "a ";  
    }  
    if (i % 3 == 0) {  
        cout << i * i << "b ";  
    }  
    else if (i % 5 == 0) {  
        cout << i * i * i << "c ";  
    }  
    else if (i % 7 == 0) {  
        cout << 7*i << "d ";  
    }  
    cout << i+1 << "e ";  
}
```

Answer: _____1a 3e 9b 4e 2a 5e 125c 6e 3a 36b 7e _____

- **1 mark for writing correct numbers with a, similarly for b, c, and e**
- **If the order is not correct, then 0.5 marks each**

Q7. [6 marks] Fill in the blanks with the correct code in the code given below to print the following pattern

Q7. [6 Marks] नीचे दिए गए पैटर्न को प्रिंट करने के लिए नीचे दिए गए कोड में सही कोड के साथ रिक्त स्थान भरें

```
01010
1010
010
10
0
```

```
for(int i = 4; _____ i >= 0 _____ ; i--) {
    for(int j = _____ i _____; j >= 0; j--) {
        cout << _____ j % 2 _____;
    }
    cout << endl;
}
```

2 marks per blank

Q8 [4 marks] What is the output of the following program?

Translation: Q8 [4 Marks] नीचे दिए गए प्रोग्राम का आउटपुट क्या है?

```
void fun3() {  
    cout << "Hey ";  
}  
void fun2(int n) {  
    cout << n * 2 << " ";  
    fun3();  
}  
void fun1(int n) {  
    fun2(3 * n);  
    cout << n << " ";  
}  
main_program {  
    fun1(5);  
}
```

Answer: ____ 30 Hey 5 ____

1 mark each for 30, Hey, and 5.

1 mark for the correct order

Q9 [2 marks]. What is the output of the following program?

Translation: Q9 [2 Marks] नीचे दिए गए प्रोग्राम का आउटपुट क्या है?

```
int func(int &X, int &Y){  
    X = Y + 10;  
    Y = X + 20;  
    return X * 10;  
}  
  
main_program {  
    int a = 5, b = 6;  
    a = func(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
}
```

Answer: ____ 160 36 ____

1 mark for a and 1 mark for b

Q10 [8 Marks] Consider the three functions given below.

The function, 'isArmstrong' is called from the main, with one positive number as the argument. This function should return true if the number is an armstrong number, else return false. Fill in the blanks such that the function does what is expected. An Armstrong number is a number that is equal to the sum of its own digits, each raised to the power of the number of digits. Some examples are 153, 1634, 92727.

Translation: Q10 [8 Marks] नीचे दिए गए तीन functions को पढ़ें

Function, 'isArmstrong' को main program से call किया गया है और एक positive संख्या argument के रूप में pass किया गया है। यदि संख्या आर्मस्ट्रॉंग संख्या है तो यह function true लौटना चाहिए, अन्यथा false लौटना चाहिए। रिक्त स्थान इस प्रकार भरें कि function वही करे जो expected है। आर्मस्ट्रॉंग संख्या एक ऐसी संख्या है जो अपने digits to the power number of digits के sum के बराबर होती है। कुछ उदाहरण 153, 1634, 92727 हैं।

$$\text{E.g. } ABCD = A^4 + B^4 + C^4 + D^4$$

$$153 = 1^3 + 5^3 + 3^3$$

$$1634 = 1^4 + 6^4 + 3^4 + 4^4$$

$$92727 = 9^5 + 2^5 + 7^5 + 2^5 + 7^5$$

Each blank carries one mark

```
// function return the number of digits in the number n
int count(int n) {
    int c = 0;
    while (n != 0) {
        n = n / 10;

        c++;
    }

    return c;
}
```

```
int calculatePower(int d, int digits) { // return d^digits
    int num = 1;
    for(int i = 1; i <= digits; i++) {

        num = num * d;
    }
    return num;
}
```

```
                // function: return true if number is armstrong, else
                //                return false
bool OR int isArmstrong(int n) {
    int original = n;
    int digits = count(n);
    int sum = 0;

    while (n != 0) {

        int d = n % 10;

        sum = sum + calculatePower(d, digits);
        n = n / 10;
    }

    if(sum == original)
        return true;
    else
        return false;
}
```

Q11. [8 marks] A polynomial in variable x , of degree n , is a sum of $(n + 1)$ terms, each term being a product of a real-valued coefficient and a corresponding power of x (between 0 and n). In general form, suppose

$$p(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \dots + a_{n-1}x + a_n$$

As a particular example with $n = 4$, we might have

$$p(x) = -4x^4 + 2x^3 + 9.5x - 21$$

Obtained by taking coefficients $a_0 = -4$, $a_1 = 2$, $a_2 = 0$, $a_3 = 9.5$, $a_4 = -21$

Your task is to write a program to compute $p(x)$. First, accept x . Then accept 'n', the value of the highest exponent in the polynomial p , that is, its degree. Thereafter you should accept a_0, a_1, \dots, a_n . Your program must print out $p(x)$.

Equation	Input	Explanation for input	Output
$5x^3 + 6x^2 + 7x + 8$	3 4 5 6 7 8	Degree 'n' x coefficients	452
$-4x^4 + 2x^3 + 9.5x - 21$	4 2 -4 2 0 9.5 -21	Degree 'n' x coefficients	-50

You will be given some marks for any program that produces the correct result, but the number of marks will depend on your actual implementation.

- You will receive only 2 marks if you use any concept not covered in class—such as arrays, vectors, strings, etc. Try avoiding such concepts.
- Else you will receive 4 marks if you use the in-built `pow()` function for exponentiation. Instead, if you need to exponentiate, write the code for it yourself.
- Else you will receive 6 or 8 (full) marks depending on the number of arithmetic operations performed by your code, where the permitted operations are **multiplication and addition (NOT division and subtraction)**. Take some time to work out how many operations are required in terms of the degree n . If you only need a **linear** number of operations (such as $2n + 8$ or $7n + 2$), you will receive full marks. However, if you need more (such as $0.25n^2 - n + 1$ or $0.5n^{1.5}$ operations), you will receive fewer than 8, but at least 6 marks.

Write your solution program on Page 15

Q11 [8 Marks] Variable x में degree n वाला एक polynomial, $(n + 1)$ terms का योग होता है, प्रत्येक term एक real coefficient और x की corresponding power (0 और n के बीच) के multiplication से बनता है। सामान्य रूप में मान लीजिये

$$p(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \dots + a_{n-1}x + a_n$$

$n = 4$ के साथ एक विशेष उदाहरण के रूप में, हमारे पास हो सकता है

$$p(x) = -4x^4 + 2x^3 + 9.5x - 21$$

इधर coefficients हैं: $a_0 = -4$, $a_1 = 2$, $a_2 = 0$, $a_3 = 9.5$, $a_4 = -21$

आपका कार्य $p(x)$ को compute करने के लिए एक प्रोग्राम लिखना है। पहले x input करें। फिर 'n' को input करें, polynomial p में highest exponent का मान, यानी इसकी डिग्री। इसके बाद आपको a_0, a_1, \dots, a_n input करना चाहिए। आपके प्रोग्राम को $p(x)$ प्रिंट करना होगा।

Equation	Input	Explanation for input	Output
$5x^3 + 6x^2 + 7x + 8$	3 4 5 6 7 8	Degree 'n' x coefficients	452
$-4x^4 + 2x^3 + 9.5x - 21$	4 2 -4 2 0 9.5 -21	Degree 'n' x coefficients	-50

सही परिणाम देने वाले किसी भी program के लिए आपको कुछ अंक दिए जाएंगे, लेकिन अंकों की संख्या आपके वास्तविक implementation पर निर्भर करेगी।

- यदि आप किसी ऐसे concept का उपयोग करते हैं जो कक्षा में सिखाया नहीं गया है - जैसे कि array, vectors, strings, आदि तो आपको केवल 2 अंक प्राप्त होंगे। ऐसे concepts use नहीं करें।
- अन्यथा यदि आप exponentiation के लिए pow() function उपयोग करते हैं तो आपको 4 अंक प्राप्त होंगे। इसके बजाय, यदि आपको exponentiation लगाने की आवश्यकता है, तो इसके लिए कोड स्वयं लिखें।
- अन्यथा आपको आपके कोड द्वारा किए गए arithmetic operations की संख्या के आधार पर 6 या 8 (पूर्ण) अंक प्राप्त होंगे, जहां allowed operations हैं multiplication and addition (division और subtraction नहीं)। Degree n polynomial के लिए कितने ऑपरेशन की आवश्यकता है, यह जानने के लिए कुछ समय लें। यदि आपका code केवल linear number of operations use करता है (जैसे $2n + 8$ या $7n + 2$), तो आपको पूर्ण अंक प्राप्त होंगे। हालाँकि, यदि आपको अधिक की आवश्यकता है (जैसे कि $0.25n^2 - n + 1$ or $0.5n^{1.5}$ ऑपरेशन), तो आपको 8 से कम, लेकिन कम से कम 6 अंक प्राप्त होंगे।

अपना program पेज 15 पर लिखें

Write your answer for Q11 below

प्रश्न 11 के लिए अपना उत्तर नीचे लिखें

Rubrics

- x can be declared as int, float, double, or any similar datatypes
- Coefficient can be declared as float or double. Do not deduct if declared as int as well
- Ignore minor syntax errors i.e. missing semi-colon
- Note that x and degree can be taken as input in any order
- Providing solutions for each category. There could be variations in solutions provided by the students. Please grade appropriately. For each of the codes given, the following skeleton program is used

```
#include <simplecpp>
main_program {
    int degree; double x, coefficient;
    cin >> degree >> x;
    double result = 0.0;
    CODE SNIPPET HERE
    cout << result << endl;
}
```

Solution for 4 marks (Used pow)

```
for (int i = degree; i >= 0; i--) {
    cin >> coefficient;
    result = result + ( coefficient * pow(x, i) );
}
```

Solution for 6 marks (Without pow but naive method)

/* Here, there are two nested loops. In the outermost loop, which runs for degree+1 i.e. n+1 times, there are two operations + and *. The innermost loop runs for i times, and performs the multiplication. Therefore, the number of multiplications is $(n + (n-1) + (n-2) + \dots + 1)$, which is quadratic in n. */

```
for (int i = degree; i >= 0; i--) {
    cin >> coefficient;
    int power = 1;
    for(int j = 1; j <= i; j++) {
        power = power * x;
    }
    result = result + ( coefficient * power );
}
```

Solution for 8 marks (Most optimized)

To solve $p(x)$

$$p(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \dots + a_{n-1} x + a_n$$

The following formula is used:

$$((((a_0 \times x + a_1) \times x + a_2) \times x \dots + a_{n-1}) \times x + a_n)$$

E.g.

For $p(x) = 5x^3 + 6x^2 + 7x + 8$, where $x = 2$, the expression would be
 $((((5)*2+6)*2+7)*2+8)$

```
// There are two operations multiplication and addition in the loop.  
// The loop runs for degree i.e. n times.  
// Hence, the number of operations are 2n  
for (int i = 0; i <= degree; i++) {  
    cin >> coefficient;  
    result = result * x + coefficient;  
}
```