

2021

CIVIL ENGINEERING

सिविल इंजीनियरिंग

Time Allowed : 3 hours

Maximum Marks : 300

समय : 3 घण्टे

पूर्णांक : 300

**Instructions :**

- The figures in the margin indicate full marks.
- This Question Paper consists of Section—I and Section—II. Candidates are required to answer **six (06)** questions in all, selecting **three (03)** from each Section.
- Assume suitable data if found necessary and indicate them clearly.
- All questions have been printed both in English and Hindi. In case of any ambiguity in Hindi version, the English version shall be considered authentic.
- Parts of the same question must be answered together and must not be interposed between answers to other questions.

**अनुदेश :**

- उपान्त के अंक पूर्णांक के द्योतक हैं।
- प्रश्नपत्र खण्ड—I एवं खण्ड—II में विभाजित है। उम्मीदवार प्रत्येक खण्ड से तीन-तीन प्रश्नों को चुनते हुए कुल छः प्रश्नों के उत्तर दें।
- अगर आवश्यक हो, तो उपयुक्त आँकड़े मारें एवं उन्हें स्पष्टतया लिखें।
- सभी प्रश्न अंग्रेजी और हिन्दी दोनों भाषा में छपे हैं। यदि हिन्दी भाषा में कोई संदेह है, तो अंग्रेजी भाषा को ही प्रामाणिक माना जाएगा।
- एक ही प्रश्न के विभिन्न भागों के उत्तर अनिवार्य रूप से एक साथ ही लिखे जाएँ तथा उनके बीच में अन्य प्रश्नों के उत्तर न लिखे जाएँ।

( 2 )

## SECTION—I

## खण्ड—I

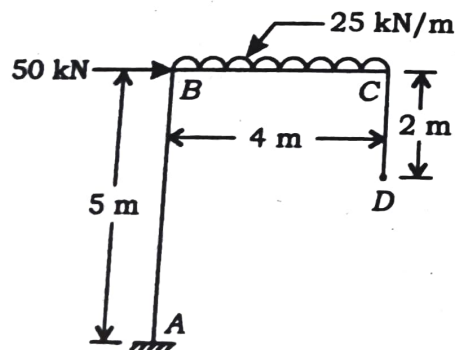
Answering Part—D will be compulsory. From Part—A, Part—B and Part—C, total **two** questions are to be answered but not more than **one** from any one Part.

भाग—घ का उत्तर देना अनिवार्य है। भाग—क, भाग—ख एवं भाग—ग से कुल दो प्रश्नों के उत्तर देने हैं, परंतु किसी भी भाग से एक से अधिक प्रश्न का उत्तर न दें।

## PART—A

## भाग—क

1. (a) Using Castigliano's theorem, determine the vertical displacement at the free end  $D$  in the figure shown below. Take  $EI = 1.2 \times 10^{14} \text{ N-mm}^2$  :



- (b) A three-hinged symmetric parabolic arch has a span of 20 m and a central rise of 4 m. It is loaded with a uniformly

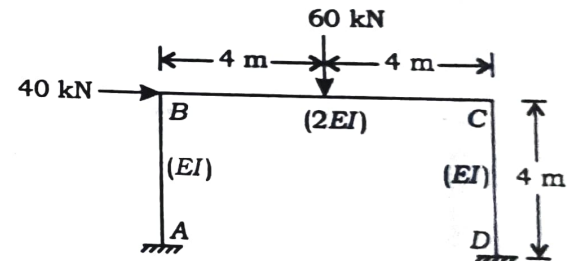
( 3 )

distributed load of 30 kN/m for 8 m length from left support. Draw influence line diagram for the bending moment at a section 6 m from the left support and then determine the bending moment at the section.

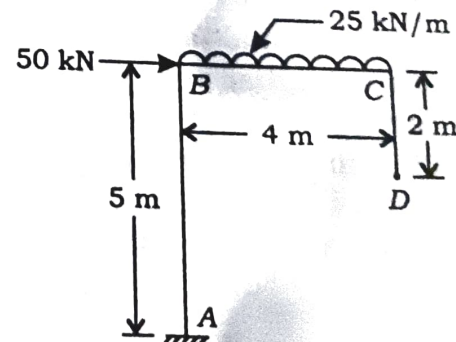
15

- (c) Using force method, calculate joint moments for the frame shown in the figure below :

15

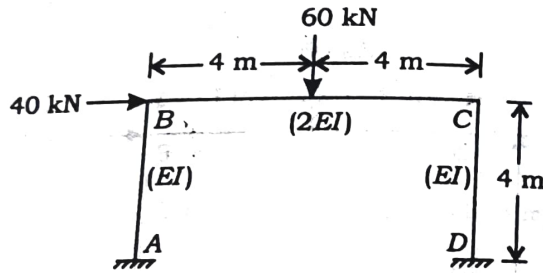


- (क) कास्टिग्लियानो के प्रमेय का प्रयोग करते हुए नीचे दर्शाए चित्र के फ्री छोर  $D$  के ऊर्ध्वाधर विस्थापन को निर्धारित कीजिए।  $EI = 1.2 \times 10^{14} \text{ N-mm}^2$  लीजिए :



(ख) एक 20 m लम्बा एवं 4 m केन्द्रीय उठान का श्री-हिण्ड सिमेट्रिक परवलयाकार मेहराब है। इस पर बाएँ सपोर्ट से 8 m लम्बाई तक 30 kN/m का एक-समान वितरित भार लगाया गया है। एक अनुभाग, जो कि बाएँ सपोर्ट से 6 m की दूरी पर है, हेतु बंकन आघूर्ण का प्रभाव रेखा खींचिए एवं इस अनुभाग पर बंकन आघूर्ण निर्धारित कीजिए।

(ग) फोर्स मेथड का प्रयोग करते हुए नीचे दर्शाए चित्र में फ्रेम के ज्वाइंट मोमेन्ट की गणना कीजिए :



2. (a) A post-tensioned concrete beam 100 mm wide and 300 mm deep is pre-stressed by three cables each with a cross-sectional area of  $50 \text{ mm}^2$  and with an initial stress of 1200 MPa. All the three cables are straight and located 100 mm from soffit of the beam. If the modular ratio is 6, calculate the loss of stress in the three cables due to

elastic deformation of concrete under the following cases : 20

- Simultaneous tensioning and anchoring of all the three cables
  - Successive tensioning and anchoring of the three cables, one at a time
- (b) A single ISA  $100 \times 75 \times 10 \text{ mm}$  is used as a tension member with the longer leg connected to a 10 mm thick gusset plate. The connection is made with the help of a lug angle. What will be the net area required if 20 mm diameter rivets with  $\sigma_{at} = 150 \text{ MPa}$  are used? The permissible shear and bearing stress in rivet are 100 MPa and 300 MPa respectively. The sections available for lug angles are

ISA  $60 \times 60 \times 8$ — $896 \text{ mm}^2$

ISA  $60 \times 60 \times 10$ — $1100 \text{ mm}^2$

ISA  $70 \times 70 \times 8$ — $1200 \text{ mm}^2$

- (c) What are the advantages of—
- limit state method over working stress method;
  - flange beam over rectangular beam;
  - doubly reinforced beam over singly reinforced beam?



(क) एक पोस्ट-टेंशनड कंक्रीट धरन, जो 100 mm चौड़ी एवं 300 mm गहरी है, को तीन केबिल, जिनमें प्रत्येक का अनुप्रस्थ क्षेत्र  $50 \text{ mm}^2$  है, के द्वारा 1200 MPa के प्रारम्भिक स्ट्रेस से प्रीस्ट्रेस किया गया है। तीनों केबिल सीधे हैं एवं धरन के निचले भाग से 100 mm की दूरी पर स्थित हैं। यदि मॉडुलर अनुपात 6 है, तो तीनों केबिलों में कंक्रीट के इलास्टिक डिफॉर्मेशन द्वारा उत्पन्न स्ट्रेस हास की गणना निम्नलिखित स्थितियों में कीजिए :

(i) तीनों केबिलों का टेंशनिंग एवं ऐन्करिंग एक साथ किया गया

(ii) तीनों केबिलों का एक-एक करके, एक समय में सिर्फ एक केबिल, टेंशनिंग एवं ऐन्करिंग की गई

(ख) एक एकल ISA  $100 \times 75 \times 10 \text{ mm}$  का प्रयोग टेंशन मेम्बर के तौर पर हुआ है जिसकी लम्बी टाँग 10 mm मोटी गसेट प्लेट से जोड़ी गई है। संयोजन लग ऐंगिल द्वारा किया गया है। आवश्यक नेट क्षेत्रफल क्या होगा यदि 20 mm व्यास का रिबेट, जिसका  $\sigma_{at} = 150 \text{ MPa}$  है, प्रयोग हुआ है? रिबेट के परमिसिबल शियर एवं बेयरिंग स्ट्रेस क्रमशः 100 MPa एवं 300 MPa हैं। लग ऐंगिल हेतु निम्नवत् अनुभाग उपलब्ध हैं :

$$\text{ISA } 60 \times 60 \times 8 - 896 \text{ mm}^2$$

$$\text{ISA } 60 \times 60 \times 10 - 1100 \text{ mm}^2$$

$$\text{ISA } 70 \times 70 \times 8 - 1200 \text{ mm}^2$$

( Continued )

(ग) निम्न के क्या लाभ हैं?

(i) वर्किंग स्ट्रेस मेथड की तुलना में लिमिट स्टेट मेथड का

(ii) आयताकार धरन की तुलना में फ्लैज धरन का

(iii) सिंगली रीइनफोर्स्ड धरन की तुलना में डबली रीइनफोर्स्ड धरन का

PART—B

भाग—ख

3. (a) A cylindrical body of 75 mm diameter and 0.15 m length falls freely in an 80 mm diameter circular tube kept vertically. If the space between the cylindrical body and tube is filled with an oil of dynamic viscosity 0.9 poise, determine the weight of the body when it falls at a speed of 1.5 m/s. 10

(b) Find the circulation around the closed figure defined by

$$y = 1, x = 2, y = 4, x = 4$$

when the velocity field is given by

$$u = 16y - 8x, v = 8y - 7x$$

15

(c) If the velocity distribution in a pipe is given by

$$u/u_m = 1 - \left(\frac{r}{R}\right)^n$$

determine the expressions for average velocity and energy correction factor. 15



- (d) A solid cone of relative density 0.70 floats in freshwater with its axis vertical and vertex downwards. Determine the minimum value of  $R/h$ , where  $R$  is radius and  $h$  is height of the cone.

10

- (क) एक बेलनाकार पिंड, जिसका व्यास 75 mm एवं जिसकी लम्बाई 0.15 m है, ऊर्ध्वाधर रखे गए एक वृत्ताकार ट्यूब, जिसका व्यास 80 mm है, के अन्दर नीचे की तरफ मुक्त रूप में गिर रहा है। यदि बेलनाकार पिंड एवं ट्यूब के मध्य की जगह को एक ऐसे तेल से भरा गया है जिसका डाइनेमिक विस्कोसिटी 0.9 poise है, तो पिंड के भार की गणना कीजिए यदि यह 1.5 m/s की गति से गिरता है।

- (ख) एक ऐसे बन्द चित्र के चारों तरफ सर्कुलेशन की प्राप्ति कीजिए, जो

$$y=1, \quad x=2, \quad y=4, \quad x=4$$

द्वारा परिभाषित है यदि वेग फील्ड

$$u=16y-8x, \quad v=8y-7x$$

द्वारा दिया गया है।

- (ग) यदि एक पाइप में वेग वितरण

$$u/u_m = 1 - \left(\frac{r}{R}\right)^n$$

है, तो औसत वेग एवं ऊर्जा सुधार कारक के व्यंजकों का निर्धारण कीजिए।

- (घ) एक ठोस शंकु, जिसका आपेक्षिक घनत्व 0.70 है, अक्ष ऊर्ध्वाधर है एवं शिखर नीचे की तरफ है, शुद्ध जल में तैर रहा है।  $R/h$  के न्यूनतम मान की गणना कीजिए यदि  $R$  शंकु की त्रिज्या एवं  $h$  इसकी ऊँचाई है।

4. (a) A flat plate of 2 m width and 4 m length is kept parallel to air flowing at 5 m/s velocity at 15 °C. Determine the length of the plate over which the boundary layer is laminar, shear at the location where boundary layer ceases to be laminar and total force on both sides of that portion of the plate where the boundary layer is laminar. Take  $\rho=1.208 \text{ kg/m}^3$  and  $\nu=1.47 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ .

15

- (b) A smooth pipe of 200 mm diameter carries an oil of density 850 kg/m<sup>3</sup> and kinematic viscosity  $3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  at a discharge of 32 L/s. What will be the wall shear, thickness of laminar sublayer, velocity at the edge of laminar sublayer and maximum velocity?

15

- (c) Water flows over the spillway of a dam at a depth of 2.75 m over it. The difference of elevation between spillway crest and downstream bed level is 30 m. If the discharge coefficient of the spillway is 0.75, determine the water depth after the jump and head loss in the jump.

10

(d) Define the following :

2×5=10

- (i) Cavitation
- (ii) Water hammer
- (iii) Hydraulic jump
- (iv) Surge tank
- (v) Buckingham's  $\pi$  theorem

(क) एक चपटे प्लेट, जिसकी चौड़ाई 2 m एवं लम्बाई 4 m है, को 15 °C तापमान पर वायु, जोकि 5 m/s के वेग से प्रवाहित है, के समानान्तर रखा गया है। निर्धारित कीजिए—प्लेट के उस लम्बाई को जिस पर बाउन्ड्री लेयर लैमिनार है, उस स्थान पर शियर जहाँ पर बाउन्ड्री लेयर का लैमिनार होना समाप्त हो जाता है एवं प्लेट के उस भाग के दोनों तरफ कुल बल जहाँ तक बाउन्ड्री लेयर लैमिनार है। दिया है कि  $\rho = 1.208 \text{ kg/m}^3$  एवं  $\nu = 1.47 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ .

(ख) एक चिकना पाइप, जिसका व्यास 200 mm है, में एक तेल, जिसका घनत्व  $850 \text{ kg/m}^3$  एवं काइनेमेटिक विस्कोसिटी  $3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  है, 32 L/s के डिस्चार्ज पर प्रवाहित है। वॉल शियर, लैमिनार सबलेयर की मोटाई, लैमिनार सबलेयर के छोर पर वेग एवं अधिकतम वेग क्या होगी?

(ग) एक बाँध के स्पिल्वे के ऊपर 2.75 m ऊँचा जल बह रहा है। स्पिल्वे क्रेस्ट एवं डाउनस्ट्रीम बेड लेवल के एलिवेशन में 30 m का अन्तर है। यदि स्पिल्वे का निस्सरण गुणांक 0.75 हो, तो जम्प के पश्चात् जल की ऊँचाई एवं जम्प में हेड लॉस की गणना कीजिए।

(घ) निम्नलिखित की परिभाषा दीजिए :

- (i) कैविटेशन
- (ii) जल हथौड़ा
- (iii) हाइड्रोलिक जम्प
- (iv) सर्ज टैंक
- (v) बर्किंगहम का  $\pi$  प्रमेय

PART—C

भाग—ग

5. (a) An undisturbed sample of soil has a volume of  $100 \text{ cm}^3$  and mass of 190 g. On oven drying for 24 hours, the mass is reduced to 160 g. If the specific gravity of the grains is 2.65, determine the water content, void ratio and degree of saturation of the soil.

20

(b) The following data refer to permeability tests carried out on two different samples :

Test No.	Void ratio	Temperature (°C)	k (cm/s)
1	0.60	25	$0.5 \times 10^{-4}$
2	0.80	40	$1.5 \times 10^{-4}$

Determine the coefficient of permeability for two samples at a temperature of 20 °C. Also estimate the value of coefficient of permeability for a sample of void ratio of 0.75 and at a temperature of 20 °C.

20

( 12 )

- (c) The base of a retaining wall is 3 m wide and is 1 m below the ground surface in front of the walls and water table is well below the base level. The vertical and horizontal components of the base reaction are 280 kN/m and 100 kN/m respectively. If  $c' = 0$ ,  $\phi' = 35^\circ$  and  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$  for foundation soil, determine the factor of safety against shear failure.

10

- (क) एक अनडिस्टर्ब मिट्टी के नमूने का आयतन  $100 \text{ cm}^3$  एवं द्रव्यमान 190 g है। ओवेन में 24 घंटे सुखाने के पश्चात् द्रव्यमान घटकर 160 g रह जाता है। यदि कणों का विशिष्ट घनत्व 2.65 है, तो मिट्टी के वाटर कन्टेन्ट, वॉयड रेशियो एवं डिग्री ऑफ सैचुरेशन को निर्धारित कीजिए।

- (ख) निम्नलिखित डेटा दो विभिन्न नमूनों के परमियबिलिटि परीक्षण से सम्बन्धित है :

परीक्षण संख्या	वॉयड रेशियो	तापमान ( $^\circ\text{C}$ )	$k \text{ (cm/s)}$
1	0.60	25	$0.5 \times 10^{-4}$
2	0.80	40	$1.5 \times 10^{-4}$

दोनों नमूनों हेतु  $20^\circ\text{C}$  तापमान पर परमियबिलिटि गुणांक को निर्धारित कीजिए। एक नमूना, जिसका वॉयड रेशियो 0.75 है,  $20^\circ\text{C}$  तापमान पर इसके परमियबिलिटि गुणांक का भी निर्धारण कीजिए।

( 13 )

- (ग) एक रिटेनिंग वॉल का आधार 3 m चौड़ा एवं धरती के सतह से 1 m नीचे वॉल के सामने है। जल स्तर आधार से काफी नीचे है। आधार प्रतिक्रिया का ऊर्ध्वाधर एवं क्षैतिज अंग क्रमशः 280 kN/m एवं 100 kN/m है। यदि  $c' = 0$ ,  $\phi' = 35^\circ$  एवं  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$  आधार मिट्टी हेतु है, तो शियर फेल्योर के विपरीत फैक्टर ऑफ सेफ्टी को निर्धारित कीजिए।

6. (a) Discuss the effect of damping on the natural frequency and the amplitude of motion.

Assuming a block foundation of mass  $m$  resting on the surface of the soil which may be assumed to be replaced by a weightless spring of stiffness  $K$ , determine the expression for natural frequency in vertical vibrations.

20

- (b) Design a friction pile group to carry a load of 3000 kN including the weight of the pile cap at a site where the soil is uniform clay to a depth of 20 m, underlain by rock. The average unconfined compressive strength of the clay is  $75 \text{ kN/m}^2$ . The clay may be assumed to be of normal sensitivity and normally loaded, with liquid limit 60%. A factor of safety of 3 is required against shear failure.

15



- (c) A vane, 10 cm long and 8 cm in diameter, was pressed into soft clay at the bottom of a borehole. Torque was applied and gradually increased to 45 N-m when failure took place. Subsequently, the vane was rotated rapidly so as to completely remould the soil. The remoulded soil was sheared at a torque of 18 N-m. Calculate the cohesion of the clay in the natural and remoulded states, and also the value of the sensitivity.

- (क) गति की प्राकृतिक आवृत्ति एवं इसके आयाम पर डैम्पिंग के प्रभाव की चर्चा कीजिए।

एक ब्लॉक फाउंडेशन, जिसका द्रव्यमान  $m$  है, मिट्टी की सतह पर रखा है। यदि इसे एक भार-रहित स्प्रिंग, जिसका स्टिफनेस  $K$  है, से रिप्लेस किया जाता है, तो ऊर्ध्वाधर कम्पन हेतु प्राकृतिक आवृत्ति का व्यंजक निर्धारित कीजिए।

- (ख) पाइल कैप के भार सहित 3000 kN भार वहन करने हेतु एक घर्षण पाइल समूह की संरचना कीजिए यदि 20 m की गहराई तक एकसमान क्ले है एवं उसके नीचे रॉक है। क्ले का औसत अनकम्पाइन्ड संपीडन शक्ति  $75 \text{ kN/m}^2$  है। क्ले को नॉर्मल सेंसिटिविटी एवं नॉर्मली लोडेड, 60% लिक्विड लिमिट के साथ माना जा सकता है। शियर फेल्योर के विपरीत 3 का फैक्टर ऑफ सेफ्टी आवश्यक है।

- (ग) एक वेन, जिसकी लम्बाई 10 cm एवं व्यास 8 cm है, एक बोर होल की पेंदी पर नर्म क्ले में धँसाया गया है। टॉर्क लगाया गया एवं धीरे-धीरे बढ़ाते हुए 45 N-m किया गया जिस पर फेल्योर हो गया। तत्पश्चात् वेन को तेजी से घुमाया गया जिससे कि मिट्टी पूर्णतः रिमोल्ड हो गयी। रिमोल्डेड मिट्टी को 18 N-m टॉर्क पर शियर किया गया। क्ले के कोहिजन का निर्धारण प्राकृतिक एवं रिमोल्डेड अवस्था में कीजिए तथा सेंसिटिविटी के मान का भी निर्धारण कीजिए।

## PART—D

## भाग—घ

7. (a) The safe loading for a column design is given by

$$S = \begin{cases} 17000 - 0.485R^2, & \text{for } R < 120 \\ \frac{18000}{1 + \frac{R^2}{18000}}, & \text{for } R \geq 120 \end{cases}$$

where  $S$  is safe loading and  $R$  is slenderness ratio. Draw a flow chart to compute  $S$  for  $R = 5, 10, 15, \dots, 250$ .

- (b) Write the equivalent FORTRAN statement of the following mathematical expressions :

(i)  $\text{Area} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$

( 16 )

$$(ii) t_1 = \frac{0.00000521}{(\alpha + \beta + \gamma)^{3.5}}$$

$$(iii) \Sigma = 2\pi \sqrt{\frac{L \cos x}{g}}$$

$$(iv) C = \frac{P(1+r)^n}{100}$$

$$(v) s = \log(\sin \sqrt{u^2 + v^2})$$

- (c) The sum of squares of the first  $n$  natural numbers is given by

$$S = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

Write a FORTRAN program that will find  $S$  for  $n=10(10)250$ , i.e.,  $n=10, 20, 30, \dots, 250$ . 10

- (d) The formula

$$Y = e^{x^2} \log(1+|x|) / \sqrt{1+x^3+x^5}$$

is to be evaluated for

$$x = 1.5, 1.55, 1.60, \dots, 10.0$$

Using a DO loop, write a program to compute and print  $Y$  for each value of  $x$  in the given range. 5

- (e) Write a statement function for

$$F(x) = \frac{\cos x}{5 - x^6 + e^x \sin x}$$

( 17 )

and use it in Lobatto's four-point rule of integration to compute and print the value of the integral

$$\int_{0.05}^{0.1} F(x) dx$$

Lobatto's four-point rule of integration is

$$\int_{x_0}^{x_0+h} F(x) dx \approx \frac{h}{12} [F(x_0) + 5F(x_r) + 5F(x_s) + F(x_0+h)] \quad 10$$

- (f) Write a SUBROUTINE subprogram to transform polar coordinates into Cartesian coordinates according to the formulae

$$X = R \sin \theta \cos \phi$$

$$Y = R \sin \theta \sin \phi$$

$$Z = R \cos \theta$$

10

- (क) कॉलम की संरचना हेतु सुरक्षित भार के आकलन के लिए

$$S = \begin{cases} 17000 - 0.485R^2, & R < 120 \text{ के लिए} \\ \frac{18000}{1 + \frac{R^2}{18000}}, & R \geq 120 \text{ के लिए} \end{cases}$$

दिया है, जहाँ  $S$  सुरक्षित भार एवं  $R$  स्लेन्डरनेस रेशियो है।  $S$  की गणना हेतु  $R = 5, 10, 15, \dots, 250$  पर प्लो चार्ट खींचिए।

(ख) निम्नलिखित गणितीय व्यंजकों के तुल्य FORTRAN व्यंजक लिखिए :

$$(i) \text{ क्षेत्रफल} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$(ii) t_1 = \frac{0.00000521}{(\alpha + \beta + \gamma)^{3.5}}$$

$$(iii) \Sigma = 2\pi \sqrt{\frac{L \cos x}{g}}$$

$$(iv) C = \frac{P(1+r)^n}{100}$$

$$(v) s = \log(\sin \sqrt{u^2 + v^2})$$

(ग) प्रथम  $n$  प्राकृतिक संख्याओं के वर्ग का योग नीचे दिया है :

$$S = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

$n = 10(10)250$ , i.e.,  $n = 10, 20, 30, \dots, 250$

के लिए  $S$  पता करने हेतु एक FORTRAN प्रोग्राम लिखिए।

(घ) फॉर्मूला

$$Y = e^{x^2} \log(1 + |x|) / \sqrt{1 + x^3 + x^5}$$

की गणना करनी है

$$x = 1.5, 1.55, 1.60, \dots, 10.0$$

हेतु। DO loop का प्रयोग करते हुए एक प्रोग्राम लिखिए जिससे कि  $Y$  का परिकलन एवं मुद्रण दिए गए रेंज में  $x$  के प्रत्येक मान के लिए किया जा सके।

$$(ड) F(x) = \frac{\cos x}{5 - x^6 + e^x \sin x}$$

हेतु एक स्टेटमेंट फंक्शन लिखिए तथा इसका प्रयोग लोबैटो (Lobatto) के चार-बिन्दु रूल ऑफ इंटीग्रेशन में निम्न समाकल की गणना एवं मान का मुद्रण हेतु कीजिए :

$$\int_{0.05}^{0.1} F(x) dx$$

लोबैटो (Lobatto) का चार-बिन्दु रूल ऑफ इंटीग्रेशन निम्न प्रकार है :

$$\int_{x_0}^{x_0+h} F(x) dx \approx \frac{h}{12} [F(x_0) + 5F(x_r) + 5F(x_s) + F(x_0 + h)]$$

(च) निम्न फॉर्मूले द्वारा पोलर कोऑर्डिनेट से कार्टेसियन कोऑर्डिनेट में परिवर्तित करने हेतु एक SUBROUTINE सब-प्रोग्राम लिखिए :

$$X = R \sin \theta \cos \phi$$

$$Y = R \sin \theta \sin \phi$$

$$Z = R \cos \theta$$



## SECTION—II

## खण्ड—II

Answer any **two** Parts only out of the four Parts (Part—A, Part—B, Part—C and Part—D). Answer **three** questions but not more than **two** from any one Part.

चार भागों (भाग—क, भाग—ख, भाग—ग एवं भाग—घ) में से केवल दो भागों के उत्तर दें। तीन प्रश्नों के उत्तर दें परन्तु किसी एक भाग से दो प्रश्नों से अधिक का उत्तर न दें।

## PART—A

## ( Building Construction )

## भाग—क

## ( भवन निर्माण )

8. (a) What are the factors influencing the choice of a building material? 10
- (b) Enumerate the chief characteristics of clay as material used for manufacturing of bricks. 10
- (c) What is rapid hardening cement? How does it differ from ordinary Portland cement (OPC)? 10
- (d) What is meant by workability of concrete? How is it tested in field and in laboratory? 10

- (e) What is dampness? What are its ill effects? Explain with sketches, how damp proofing is carried out in building. 10
  - (क) भवन सामग्री के चयन को प्रभावित करने वाले कारक क्या हैं?
  - (ख) ईंट के निर्माण में उपयोग की जाने वाली मिट्टी के मुख्य गुणों का वर्णन कीजिए।
  - (ग) शीघ्र कठोर होने वाला सीमेंट क्या है? यह सामान्य पोर्टलैण्ड सीमेंट (OPC) से कैसे भिन्न है?
  - (घ) कंक्रीट की व्यवहार्यता (वर्कबिलिटी) से क्या तात्पर्य है? इसका मैदान एवं प्रयोगशाला में कैसे परीक्षण किया जाता है?
  - (ङ) नमी क्या है? इसके क्या दुष्प्रभाव हैं? चित्र (स्केच) की मदद से भवन में नमी दूर करने की विधि बताइए।
9. (a) Sketch and name different types of joints that are used in construction of different types of wooden floors. 10
  - (b) Explain the following bonds applied in brick masonry : 10
    - (i) Flemish bond
    - (ii) Facing bond
    - (iii) Heading bond
    - (iv) Raking bond

(c) What are the various ingredients of paints? State the functions of each of them.

(d) What is the objective of plastering? Explain in brief the different types of plasters used for external finishing of wall surfaces.

(e) Discuss briefly different types of pitched roofs with neat sketches to illustrate their construction.

(क) लकड़ी के विभिन्न फर्श-निर्माण में उपयोग आने वाले विभिन्न जोड़ों के नाम एवं चित्र बनाइए।

(ख) ईंट की चिनाई में आने वाले निम्न बंधनों का वर्णन कीजिए :

(i) फ्लेमिश बंधन

(ii) फेसिंग बंधन

(iii) हेडिंग बंधन

(iv) रेकिंग बंधन

(ग) पेन्ट के विभिन्न घटक क्या हैं? प्रत्येक घटक के कार्य बताइए।

(घ) प्लास्टरिंग का उद्देश्य क्या है? दीवार की बाहरी सतह पर किए जाने वाले विभिन्न प्लास्टरों का संक्षेप में वर्णन कीजिए।

(ङ) विभिन्न प्रकार के ढालवाँ छत-निर्माण को साफ चित्र सहित संक्षेप में समझाइए।

10. (a) What do you understand by the term 'fireproof construction'? Describe the fireproofing properties of glass, asbestos and concrete. 20

(b) Explain in brief polymer concrete and fibre reinforced concrete. 10

(c) Write in brief the important causes responsible for occurrence of cracks in buildings. 10

(d) What do you understand by the term 'PERT'? What are the main advantages of 'network method' over 'conventional method' of planning and scheduling? 10

(क) 'अग्निरोधी निर्माण' से आप क्या समझते हैं? काँच, ऐस्बेस्टस एवं कंक्रीट की अग्निरोधी विशेषताओं का वर्णन कीजिए।

(ख) पॉलीमर कंक्रीट एवं फाइबर रीइन्फोर्स्ड कंक्रीट को संक्षेप में समझाइए।

(ग) भवन में उत्पन्न होने वाली दरारों के मुख्य कारणों का संक्षेप में वर्णन कीजिए।

(घ) 'PERT' से आप क्या समझते हैं? नियोजन (प्लानिंग) एवं समय-निर्धारण (शिड्यूलिंग) की 'पारंपरिक विधि' के मुकाबले 'नेटवर्क विधि' के मुख्य लाभ कौन-कौन से हैं?

## PART—B

## ( Transportation Engineering )

## भाग—ख

## ( परिवहन अभियांत्रिकी )

11. (a) With the help of neat sketches, discuss the different road patterns. 10
- (b) Discuss the modified classification of road system. 10
- (c) What is road alignment? Discuss the factors controlling road alignment. 10
- (d) What is camber and the purpose of providing it? With the help of neat sketches, discuss the shapes of cambers to be provided. 10
- (e) Calculate the safe stopping distance for the design speed of 60 kmph for two-way traffic on two-lane road. Take coefficient of friction ( $f$ ) = 0.40 and time of reaction of driver = 2.5 seconds. 10
- (क) साफ रेखाचित्रों (स्केचों) की मदद से विभिन्न सड़क पैटर्न की चर्चा कीजिए।
- (ख) रोड (सड़क) सिस्टम के संशोधित वर्गीकरण की चर्चा कीजिए।

- (ग) सड़क का सरेखन (अलाइनमेंट) क्या होता है? सड़क के सरेखन को नियन्त्रित करने वाले कारकों की चर्चा कीजिए।
- (घ) सड़कों में वक्रता (कैम्बर) क्या होता है एवं इसके क्या उद्देश्य हैं? वक्रता के विभिन्न आकारों की चर्चा साफ चित्रों की सहायता से कीजिए।
- (ङ) दो-लेन सड़क पर दो-मार्गी यातायात के लिए सुरक्षित रोक दूरी प्राप्त कीजिए यदि 60 kmph की डिजाइन स्पीड हो। घर्षण गुणांक ( $f$ ) = 0.40 एवं चालक का प्रतिक्रिया-समय = 2.5 सेकंड मानिए।
12. (a) What are mechanical and psychological widening of roads along the curves? 2+8
- Calculate the extra widening required for a two-lane pavement on a horizontal curve of radius of 250 m, if the length of wheel base of commercial vehicles is 6.0 m. The design speed of vehicle is 60 kmph.
- (b) With the help of neat sketches, discuss the valley curves to be provided. What are the bases of providing length of valley curve? 10
- (c) What is the meaning of PCU and equivalency factor? List the equivalency factors for rural road for different vehicles. Adopt IRC recommendations. 2+8



(d) Explain the following terms :

- (i) Traffic volume
- (ii) Traffic density
- (iii) Traffic capacity
- (iv) Basic capacity
- (v) Possible capacity

(e) Discuss the measures to be taken for the reduction of accident rates.

(क) सड़क के वक्र (कर्व) के साथ मैकेनिकल एवं साइकोलॉजिकल चौड़ाई क्या हैं?

दो-लेन सड़क पर 250 m त्रिज्या का क्षैतिज कर्व है। यदि व्यावसायिक गाड़ियों के पहियों की आधार लम्बाई 6.0 m एवं डिजाइन स्पीड 60 kmph हो, तो एक्स्ट्रा चौड़ाई की गणना कीजिए।

(ख) साफ रेखाचित्रों (स्केचों) की मदद से घाटी वक्रों (वैलि कर्व) की चर्चा कीजिए। वैलि कर्व की लम्बाई प्रदान करने के आधार क्या हैं?

(ग) पी० सी० यू० (PCU) एवं समतुल्य कारक (फैक्टर) का क्या अर्थ है? आइ० आर० सी० (IRC) की ग्रामीण सड़कों की सिफारिस के अनुसार विभिन्न गाड़ियों के समतुल्य कारक की सूची बनाइए।

10

10

(घ) निम्नलिखित पदों को समझाइए :

- (i) ट्रैफिक आयतन
- (ii) ट्रैफिक घनत्व
- (iii) ट्रैफिक क्षमता
- (iv) आधारभूत क्षमता
- (v) सम्भावित क्षमता

(ङ) दुर्घटनाओं को कम करने के लिए अपनाए गए तरीकों का वर्णन कीजिए।

13. (a) Explain a rotary intersection by showing neat sketch. Write the main objectives of rotary.

10

(b) The load penetration values of CBR test are given below :

Penetration of plunger (mm)	0-0	0-5	1-0	1-5	2-0	2-5	3-0	4-0	5-0	6-0
Load dial reading (division)	0	8	15	23	29	34	37	43	48	53

If 100 divisions of load dial = 190 kg, then determine the CBR value.

10

(c) Draw the cross-section of flexible road along width showing its various components from top to bottom with approximate thicknesses.

10

(d) What is the meaning of 'vehicle damage factor (VDF)'? Calculate VDF for a 2-axle bus having 15.0 T (tonne) total load. 2+

(e) Determine the spacing between contraction joints for a concrete slab 3.5 m wide and 20 cm thick, and having coefficient of friction  $f = 1.5$  for the following two cases : 10

(i) Plain concrete with allowable tensile stress  $S_c = 0.8 \text{ kg/cm}^2$

(ii) Reinforced cement concrete of 1.0 cm dia bars at 30 cm spacing

(क) एक रोटरी चौराहे को साफ चित्र द्वारा प्रदर्शित करते हुए समझाइए। इसके मुख्य उद्देश्य लिखिए।

(ख) भार पैठ (लोड पेनिट्रेशन) के सी० बी० आर० टेस्ट के मान नीचे दिए गए हैं :

प्लंजर पैठ (प्लंजर पेनिट्रेशन) (mm)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0
भार डायल रीडिंग (भाग)	0	8	15	23	29	34	37	43	48	53

यदि लोड डायल का 100 भाग = 190 kg है, तो सी० बी० आर० का मान निकालिए।

(ग) फ्लेक्सिबल सड़क की चौड़ाई के अनुसार अनुप्रस्थ-काट (क्रॉस-सेक्शन) इसके विभिन्न भागों को दर्शाते हुए आरेखित कीजिए। हर भाग की ऊपर से नीचे तक लगभग मोटाई भी लिखिए।

(घ) 'हिकल डैमेज फैक्टर (वी० डी० एफ०)' क्या होता है? एक दो-एक्सल बस, जिसका कुल वजन 15.0 टन है, के लिए हिकल डैमेज फैक्टर का मान प्राप्त कीजिए।

(ङ) एक कंक्रीट स्लेब, जिसकी चौड़ाई 3.5 m और मोटाई 20 cm एवं घर्षण गुणांक  $f = 1.5$  है, के लिए संकुचन जोड़ों (कॉन्ट्रैक्शन ज्वाइंट) के मध्य दूरी निम्न दो मामलों में प्राप्त कीजिए :

(i) सामान्य कंक्रीट, जिसकी अनुज्ञेय तन्यता तनाव (टेन्साइल स्ट्रेस)  $S_c = 0.8 \text{ kg/cm}^2$  हो

(ii) प्रबलित (रीइन्फोर्स्ड) सीमेंट कंक्रीट, जिसमें 1.0 cm व्यास की सरिया (bar) 30 cm की दूरी पर लगी हो

### PART—C

### ( Water Resources and Irrigation Engineering )

#### भाग—ग

#### ( जल स्रोत एवं सिंचाई अभियांत्रिकी )

14. (a) With the help of neat sketch, explain the functioning of any one recording type rain gauge.

10



- (b) A catchment area has seven rain gauge stations. In a year, the annual rainfalls recorded by the gauges are as follows :

Station	1	2	3	4	5	6	7
Annual rainfall (cm)	130.0	142.1	118.2	108.5	165.2	102.1	146.9

For a 5% error in the estimation of mean rainfall, calculate the minimum number of additional stations required to be established in the catchment area. 10

- (c) In the following 6 h storm over a catchment area, the surface runoff is 3.5 cm. Calculate  $\phi$ -index : 10

Time (h)	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Rainfall (cm)	0.50	1.15	1.90	2.10	1.15	0.95

- (d) Given below are the observed flows from a storm of 6 h duration on a stream with catchment area of 500 sq. km :

Time (h)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
Flow ( $m^3/s$ )	5	100	250	200	150	100	70	50	35	20	5

Taking base flow as  $5 m^3/s$ , derive 6 h unit hydrograph. 10

- (e) For a river, the estimated flood peaks for two return periods (Gumbel's method) are as follows :

Return period (years)	Flood peak ( $m^3/s$ )
50	395
100	435

What flood discharge in this river will have a return period of 500 years? 10

- (क) साफ रेखाचित्र (स्केच) की मदद से किसी भी एक रिकॉर्डिंग टाइप वर्षामापी यन्त्र की कार्यविधि समझाइए।  
(ख) एक जलग्रहण क्षेत्र (कैचमेंट एरिया) में सात वर्षामापी स्टेशन हैं। किसी एक वर्ष में इन स्टेशनों पर वर्षामापी यन्त्रों द्वारा रिकॉर्ड की गयी वार्षिक वर्षा निम्न है :

स्टेशन	1	2	3	4	5	6	7
वार्षिक वर्षा (cm)	130.0	142.1	118.2	108.5	165.2	102.1	146.9

5% त्रुटि के औसत वर्षा अनुमान के लिए कम-से-कम और कितने स्टेशन जलग्रहण क्षेत्र में स्थापित करने चाहिए?

- (ग) नीचे दिए गए 6 घंटे के स्टॉर्म में, जो कि एक जलग्रहण क्षेत्र (कैचमेंट एरिया) पर आया है, सर्फेस रन-ऑफ 3.5 cm है।  $\phi$ -इंडेक्स की गणना कीजिए :

समय (h)	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
वर्षा (cm)	0.50	1.15	1.90	2.10	1.15	0.95



- (घ) एक 6 घंटे का स्टॉर्म, जो कि 500 वर्ग कि० मी० कैचमेंट एरिया पर आया है, के द्वारा प्रवाह (फ्लो) नीचे दिया गया है :

समय (h)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
प्रवाह (m <sup>3</sup> /s)	5	100	250	200	150	100	70	50	35	20	5

आधार प्रवाह (बेस फ्लो) 5 m<sup>3</sup>/s लेकर, 6 घंटे के एकल हाइड्रोग्राफ (यूनिट हाइड्रोग्राफ) की गणना कीजिए।

- (ङ) एक नदी पर अनुमानित फ्लड पीक दो वापसी अवधि (गम्बेल विधि) के लिए निम्नलिखित है :

वापसी अवधि (वर्ष)	फ्लड पीक (m <sup>3</sup> /s)
50	395
100	435

इस नदी पर उस फ्लड डिस्चार्ज की गणना कीजिए, जिसकी वापसी अवधि 500 वर्ष है।

15. (a) A 30 cm diameter tube well completely penetrates a 20 m thick confined aquifer. Under steady state, the drawdown at the tube well is 3.0 m and the radius of influence is 300 m. If the permeability of the aquifer is 40 m/day, calculate the discharge through the tube well. 10
- (b) Show the various levels and storages in reservoir behind the concrete dam. 10

- (c) Define irrigation. Write and explain the advantages and disadvantages of irrigation. 10
- (d) Define duty of water, delta and base period. Obtain the relation among them. 10
- (e) Obtain the ratio of base width (B) and height (H) for the safety of elementary profile against overturning. 10
- (क) एक नलकूप, जिसका व्यास 30 cm है, 20 m गहरे परिरुद्ध जलभृत (कन्फाईंड एक्वूफर) में पूर्णतया घुसा हुआ है। स्थिर अवस्था में नलकूप पर गिरावट (ड्रडाउन) 3.0 m एवं प्रभाव की त्रिज्या 300 m है। नलकूप से डिस्चार्ज की गणना कीजिए यदि जलभृत की पारगम्यता 40 m/दिन हो।
- (ख) एक कंक्रीट बाँध के पीछे जलाशय में विभिन्न भंडारण-क्षेत्र एवं स्तर दिखाइए।
- (ग) सिंचाई को परिभाषित कीजिए। सिंचाई के गुण व अवगुण लिखिए व समझाइए।
- (घ) जल की ड्यूटी, डेल्टा एवं बेस (आधार) पिरियड को परिभाषित कीजिए। इनके मध्य सम्बन्ध प्राप्त कीजिए।
- (ङ) प्राथमिक प्रोफाइल के लिए आधार चौड़ाई (B) एवं ऊँचाई (H) का अनुपात प्राप्त कीजिए जबकि यह प्रोफाइल ओवरटर्निंग में सुरक्षित रहे।

16. (a) Design an earthen canal using Kennedy's theory with the following data :

(i) Discharge  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$

(ii) CVR  $m = 1.01$

(iii) Rugosity coefficient  $n = 0.025$

(iv) Bed slope  $S = 0.0003$

(b) With the help of neat sketches, discuss the losses in earthen canals.

(c) Draw the neat sketch of diversion head-work along with its various components.

(d) Discuss the following two methods to control seepage through pervious foundation of an earthen dam :

(i) Partial cutoff

(ii) Horizontal U/S impervious blanket

(क) केनेडी सिद्धांत का प्रयोग करते हुए एक मिट्टी की नहर डिजाइन कीजिए जिसके लिए डेटा निम्न है :

(i) डिस्चार्ज  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$

(ii) सी० वी० आर०  $m = 1.01$

(iii) रूगोसिटी गुणांक  $n = 0.025$

(iv) बेड ढलान  $S = 0.0003$

(ख) साफ रेखाचित्रों (स्केचों) की मदद से मिट्टी की नहरों में विभिन्न प्रकार के नुकसानों की चर्चा कीजिए।

(ग) डाइवर्जन हेडवर्क एवं इसके विभिन्न भागों को साफ रेखाचित्र द्वारा दर्शाइए।

(घ) मिट्टी के बाँध के नीचे की पारगम्य फाउन्डेशन के अन्दर पानी के रिसाव को रोकने के लिए निम्न दो उपायों की चर्चा कीजिए :

(i) आंशिक कटऑफ

(ii) क्षैतिज ऊपरी अभेद्य ब्लैकेट

## PART—D

### ( Environmental Engineering )

#### भाग—घ

#### ( पर्यावरण अभियांत्रिकी )

17. (a) A 1.0 m high water tank is kept at the top of a duplex quarter having five persons. A  $\frac{1}{2}$  inch GI pipe is laid to carry water from base of the duplex quarter up to the top of the water tank to fill it within half an hour. What capacity of pump is to be provided in the pipeline if friction factor  $f = 0.026$  and height of each storey is 3.5 m? 10

- (b) The population of a town as obtained by the census report is as follows :

Year	1960	1970	1980	1990	2000
Population	25000	28000	32500	40000	45000

Estimate the population in 2010 by decrease rate of growth method and graphical method. 10

- (c) With the help of neat sketches, write short notes on the following intakes : 10
- (i) Reservoir intake
- (ii) Canal intake
- (d) Discuss the various physical tests to be carried out on raw water. 10
- (e) What are the main objectives of water treatment? Show the typical sequence of water treatment plants. 10
- (क) 1.0 m ऊँची पानी की एक टंकी दो-मंजिला मकान की छत पर रखी है। हर मंजिल की ऊँचाई 3.5 m है। इस दो-मंजिले मकान में पाँच लोग रहते हैं। एक  $\frac{1}{2}$  इंच की जी० आइ० पाइप पानी को मकान के आधार से टंकी के ऊपर ले जाकर इसे आधा घंटा में भरता है। उस पम्प की क्षमता निकालिए, जो कि पाइपलाइन में लगा है, यदि फ्रिक्शन फैक्टर  $f = 0.026$  है।

- (ख) जनगणना रिपोर्ट के अनुसार एक शहर की आबादी निम्नानुसार है :

वर्ष	1960	1970	1980	1990	2000
आबादी	25000	28000	32500	40000	45000

वर्ष 2010 में उस शहर की आबादी विकास दर कमी तरीके तथा ग्राफिकल तरीके से निकालिए।

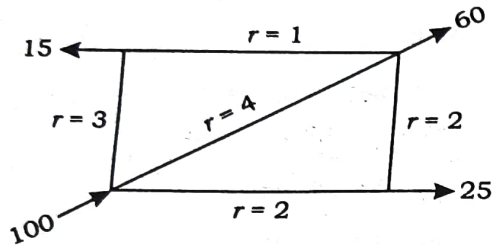
- (ग) साफ रेखाचित्रों की मदद से निम्न अन्तर्ग्रहियों (इन्टेक) पर लघु टिप्पणियाँ लिखिए :
- (i) जलाशय इन्टेक
- (ii) कैनल इन्टेक
- (घ) कच्चा (रॉ) पानी पर विभिन्न भौतिक (फिजिकल) परीक्षणों का वर्णन कीजिए।
- (ङ) जल-उपचार (संशोधन) के मुख्य उद्देश्य क्या हैं? जल-उपचार संयंत्रों के विशिष्ट अनुक्रम दर्शाइए।
18. (a) Design a 3.5 m deep rectangular tank fitted with mechanical sludge remover having the following data : 10
- (i) Demand of water =  $10^7$  L/day
- (ii) Velocity of flow in sedimentation tank = 0.20 m/minute
- (iii) Detention period = 8 hours
- (b) Discuss the different mixing devices of coagulants in water. Use neat sketches. 10



( 38 )

(c) Classify filters. With the help of neat sketch, discuss the process of any one of gravity filters.

(d) Determine the distribution of discharge in the following pipe network :



Adopt Hardy Cross method and use only two iterations.

(क) एक 3.5 m गहरा आयताकार टैंक, जिसमें यांत्रिक कीचड़ (मेकैनिकल स्लज) हटाने की विधि लगी है, की डिजाइन कीजिए। इसके लिए निम्न डेटा दिया गया है :

(i) पानी की माँग =  $10^7$  L/दिन

(ii) अवसादन टैंक में प्रवाह का

वेग = 0.20 m/मिनट

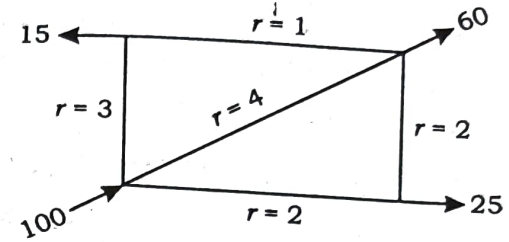
(iii) निरोध (डिटेन्शन) समय = 8 घंटा

(ख) स्कंदकों (कोएगुलेंट) को पानी में घोलने (मिक्स) के विभिन्न उपकरणों (डिवाइस) का साफ चित्र से वर्णन कीजिए।

(ग) फिल्टरों का वर्गीकरण कीजिए। साफ चित्र की मदद से किसी एक गुरुत्व (ग्रेविटी) फिल्टर के प्रोसेस का वर्णन कीजिए।

( 39 )

(घ) निम्न पाइप नेटवर्क में डिस्चार्ज-वितरण हार्डी क्रॉस विधि अपनाते हुए प्राप्त कीजिए। केवल दो इटरेशन का प्रयोग, कीजिए :



19. (a) Classify and discuss the sanitary works. 10

(b) The catchment area of a city is 400 hectares. Consider that the surfaces on which rain falls are as follows :

Type of surface	% Area	Runoff coefficient
Roof	20	0.90
Lawns, gardens	25	0.15
Pavement/roads	25	0.80
Vacant plots	30	0.10

Calculate the storm water discharge assuming maximum intensity of rainfall as 4 cm/hour.

10

(c) A 30 cm diameter sewer having slope of 1 in 200 was flowing full. What would be the velocity of flow and discharge? Take  $n = 0.012$ . Is the velocity of flow self-cleaning?

10

01/FF/CC/M-2021-09/65

( Turn Over )

✓(d) Discuss the flow chart for the possible treatment of sewage sludge. 10

✓(e) What is street inlet? With the help of neat sketches, discuss the different street inlets. 10

(क) स्वच्छता सम्बन्धी कार्यों का वर्गीकरण एवं वर्णन कीजिए।

(ख) एक शहर का कैचमेंट एरिया 400 हेक्टेयर है। निम्न प्रकार की सतहों पर वर्षा का पानी है, मानिए :

सतह का प्रकार	प्रतिशत क्षेत्र	अपवाह (रनऑफ) गुणांक
छत	20	0.90
लॉन, गार्डन	25	0.15
पेवमेंट/सड़क	25	0.80
खाली प्लॉट	30	0.10

स्टॉर्म पानी का डिस्चार्ज निकालिए यदि वर्षा की अधिकतम तीव्रता 4 cm/घंटा है।

(ग) 30 cm व्यास की एक सीवर पूरी तरह से भरकर 200 मी 1 की ढलान पर बह रही है। प्रवाह का वेग एवं डिस्चार्ज कितना होगा?  $n = 0.012$  लीजिए। क्या प्रवाह का वेग स्वयं सफाई वाला है?

(घ) सीवेज स्लज की सम्भावित संशोधन (ट्रीटमेंट) के लिए फ्लो चार्ट का वर्णन कीजिए।

(ङ) सड़क इनलेट क्या है? साफ चित्रों की मदद से विभिन्न सड़क इनलेटों का वर्णन कीजिए।

★ ★ ★