UPSC CSE 2021 MAINS PAPER 6 JANUARY 16, 2022 CIVIL ENGINEERING OPTIONAL PAPER-I QUESTION PAPER

सिविल इंजीनियरी / CIVIL ENGINEERING

प्रश्न-पत्र I / Paper I

निर्धारित समय : तीन घंटे	अधिकतम अंक : **250**
Time Allowed : **Three Hours**	Maximum Marks : **250**

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश

कृपया प्रश्नों के उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित प्रत्येक अनुदेश को ध्यानपूर्वक पढ़ें :

इसमें **आठ** प्रश्न हैं जो **दो खण्डों** में विभाजित हैं तथा **हिन्दी** और **अंग्रेज़ी** दोनों में छपे हुए हैं ।

परीक्षार्थी को कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर देने हैं ।

प्रश्न संख्या **1** और **5** अनिवार्य हैं तथा बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम **एक** प्रश्न चुनकर किन्हीं **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए ।

प्रत्येक प्रश्न/भाग के अंक उसके सामने दिए गए हैं ।

प्रश्नों के उत्तर उसी प्राधिकृत माध्यम में लिखे जाने चाहिए जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू.सी.ए.) पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए । प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे ।

प्रश्न का उत्तर देने के लिए यदि कोई पूर्वधारणाएँ बनाई गई हों, तो उन्हें स्पष्ट रूप से निर्दिष्ट कीजिए ।

जहाँ आवश्यक हो, आरेखों व चित्राकृतियों को, प्रश्न का उत्तर देने के लिए दिए गए स्थान में ही बनाइए ।

जब तक उल्लिखित न हो, संकेत तथा शब्दावली प्रचलित मानक अर्थों में प्रयुक्त हैं ।

प्रश्नों के उत्तरों की गणना क्रमानुसार की जाएगी । यदि काटा नहीं हो, तो प्रश्न के उत्तर की गणना की जाएगी चाहे वह उत्तर अंशतः दिया गया हो । प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू.सी.ए.) पुस्तिका में खाली छोड़ा हुआ पृष्ठ या उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए ।

Question Paper Specific Instructions

Please read each of the following instructions carefully before attempting questions :

*There are **EIGHT** questions divided in **TWO SECTIONS** and printed both in **HINDI** and in **ENGLISH**.*

*Candidate has to attempt **FIVE** questions in all.*

*Questions no. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, any **THREE** are to be attempted choosing at least **ONE** question from each section.*

The number of marks carried by a question / part is indicated against it.

Answers must be written in the medium authorized in the Admission Certificate which must be stated clearly on the cover of this Question-cum-Answer (QCA) Booklet in the space provided. No marks will be given for answers written in a medium other than the authorized one.

Wherever any assumptions are made for answering a question, they must be clearly indicated.

Diagrams / Figures, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.

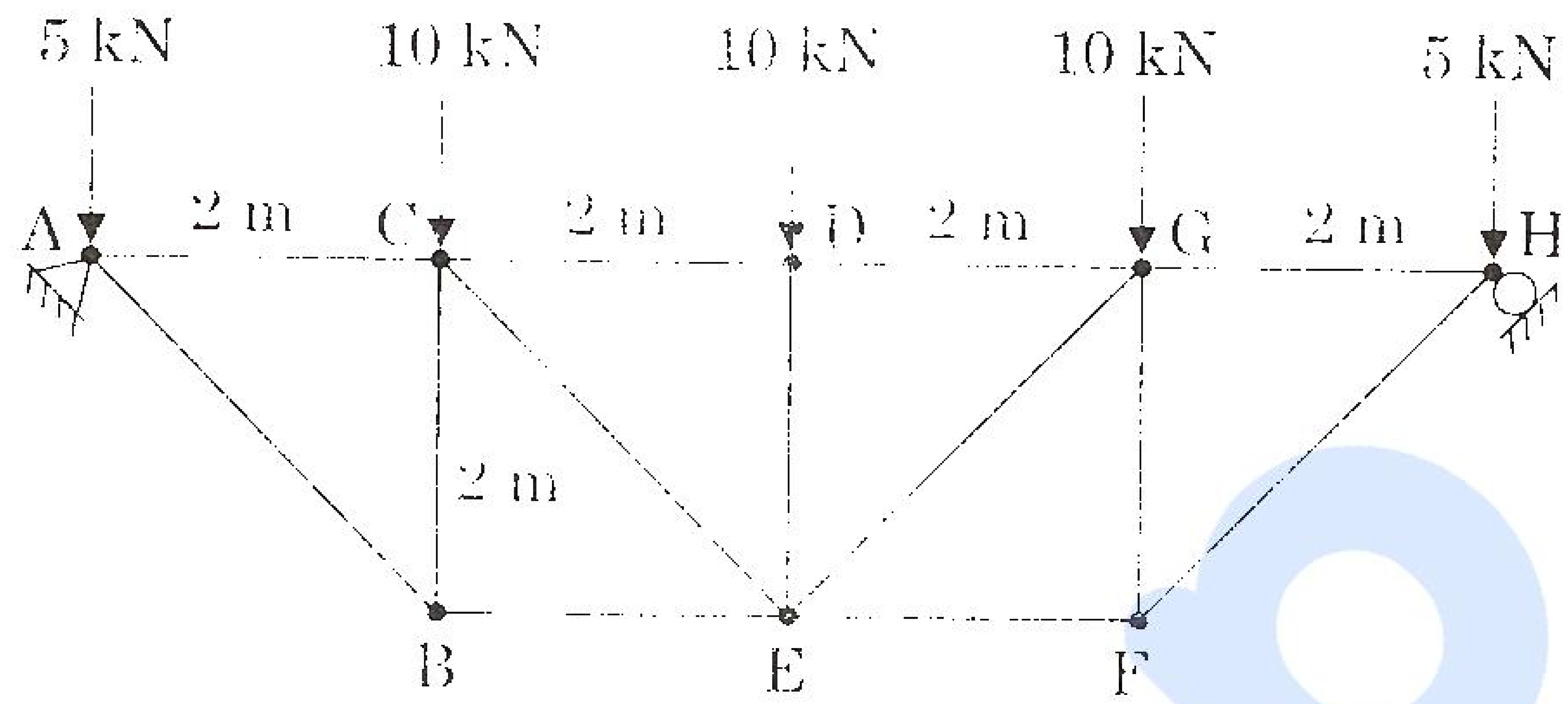
Unless otherwise mentioned, symbols and notations carry their usual standard meanings.

Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer (QCA) Booklet must be clearly struck off.

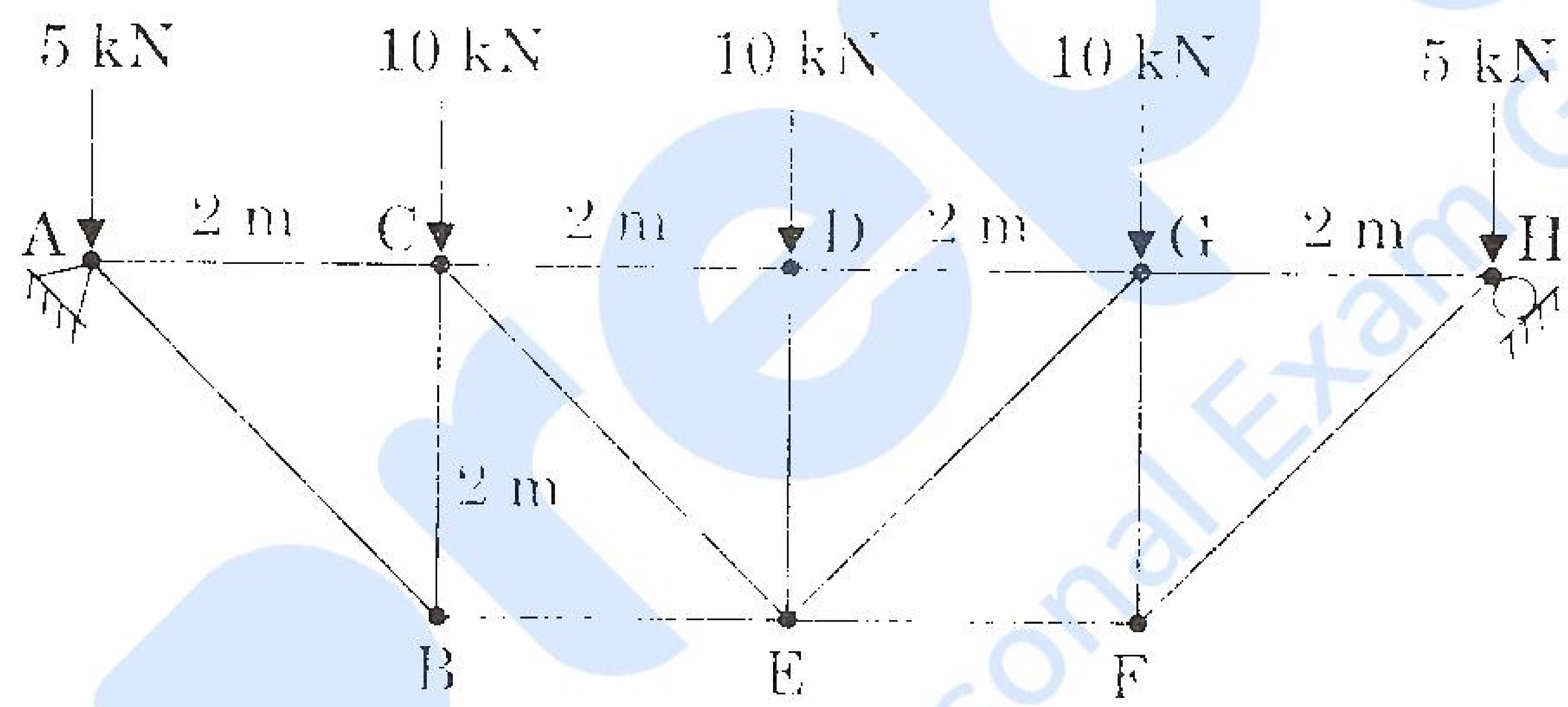
Prepp
Your Personal Exams Guide

खण्ड A
SECTION A

Q1. (a) नीचे चित्र में दर्शाए अनुसार भारित एवं अवलंबित कैंची के AC, DE और GH अवयवों में बलों को निर्धारित कीजिए :



Determine the forces in members AC, DE and GH of the truss loaded and supported as shown in the figure below : *10*



(b) 160 mm चौड़े और 400 mm गहरे परिच्छेद की एक पूर्व-प्रतिबलित कंक्रीट धरन का उपयोग एक 8 m की प्रभावी विस्तृति पर एक 5 kN/m के एकसमान वितरित भार, जिसमें धरन का अपना भार शामिल है, को अवलम्ब प्रदान करने के लिए किया गया है । धरन को, 200 kN के बल को वहन करने वाले और धरन के तल से 100 mm ऊपर स्थित सीधी केबल द्वारा पूर्व-प्रतिबलित किया गया है ।
धरन की विस्तृति के मध्य में परिच्छेद पर शीर्ष एवं तल के तंतुओं पर परिणामी प्रतिबलों को निर्धारित कीजिए ।

A prestressed concrete beam of section 160 mm wide by 400 mm deep is used over an effective span of 8 m to support a uniformly distributed load of 5 kN/m which includes the self-weight of the beam. The beam is prestressed by a straight cable carrying a force of 200 kN and located at 100 mm above the bottom of the beam.
Determine the resultant stresses at the centre of the span sections at top and bottom fibres of the beam. *10*

www.prepp.in
Prepp
Your Personal Exams Guide

(c) एक 12 mm मोटी ब्रैकेट प्लेट को एक स्तम्भ (आई.एस.एम.बी. 400) की फ्लैंज से लम्बवत् जोड़ा गया है । स्तम्भ के फलक से 250 mm पर लगने वाले 200 kN के ऊर्ध्वाधर भार को वहन करने के लिए, फिलेट वेल्ड का उपयोग करके, ब्रैकेट के लिए जोड़ की अभिकल्पना कीजिए । इस्पात का ग्रेड E 250 है । कार्यशाला वेल्डिंग मान लीजिए । वेल्ड पदार्थ का चरम प्रतिबल, f_u = 410 MPa लीजिए ।

A bracket plate of thickness 12 mm is connected perpendicular to the flange of a column (ISMB 400). Design a connection for the bracket using the fillet weld to carry a vertical load of 200 kN acting at 250 mm from the face of the column. The grade of steel is E 250. Assume shop welding. Take ultimate stress of weld material, f_u = 410 MPa. *10*

(d) दो बड़े समतल पृष्ठों के बीच के 25 mm चौड़े स्थान को ग्लिसरीन द्वारा भरा गया है । पृष्ठों के बीच में 0·5 m/s की चाल पर 0·75 m^2 क्षेत्रफल वाली एक बहुत पतली प्लेट को विकर्षित करने के लिए कितने बल की आवश्यकता होगी :

(i) यदि यह प्लेट दोनों पृष्ठों से समान दूरी पर रहती है,

(ii) यदि यह एक पृष्ठ से 10 mm की दूरी पर है ?

ग्लिसरीन की गतिक श्यानता μ = 0·785 N-s/m^2 लीजिए ।

A space 25 mm wide between two large plane surfaces is filled with glycerine. What force is required to drag a very thin plate 0·75 m^2 in area between the surfaces at a speed of 0·5 m/s :

(i) if this plate remains equidistant from the two surfaces,

(ii) if it is at a distance of 10 mm from one of the surfaces ?

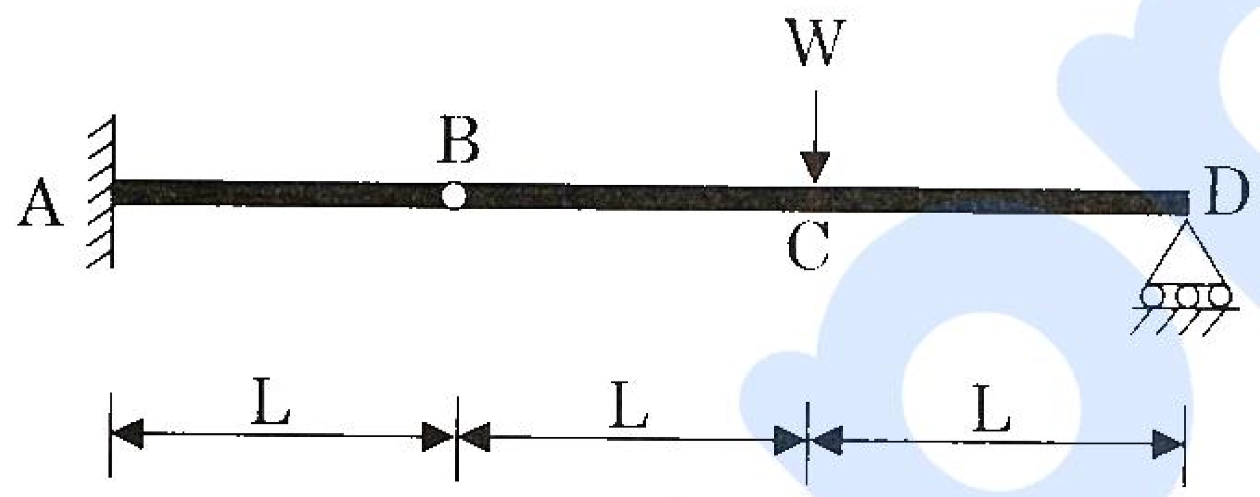
Take dynamic viscosity of glycerine μ = 0·785 N-s/m^2. *10*

(e) एक मृदा का क्षेत्र घनत्व परीक्षण, मृदा में एक लघु छिद्र खोदकर, निकाली गई मृदा को तोलकर और छिद्र के आयतन को मापकर, किया गया । मृदा (नम) का भार 895 g, छिद्र का आयतन 426 cm^3 था । सूखने के बाद प्रतिदर्श का भार 779 g था । शुष्क मृदा में से 400 g एक भाण्ड में अति असंहत अवस्था में डाली गई जिसने 276 cm^3 आयतन घेरा । इसी 400 g को 212 cm^3 के आयतन तक के लिए कंपित किया एवं कूटा गया । क्षेत्र मृदा का आपेक्षिक घनत्व निर्धारित कीजिए ।

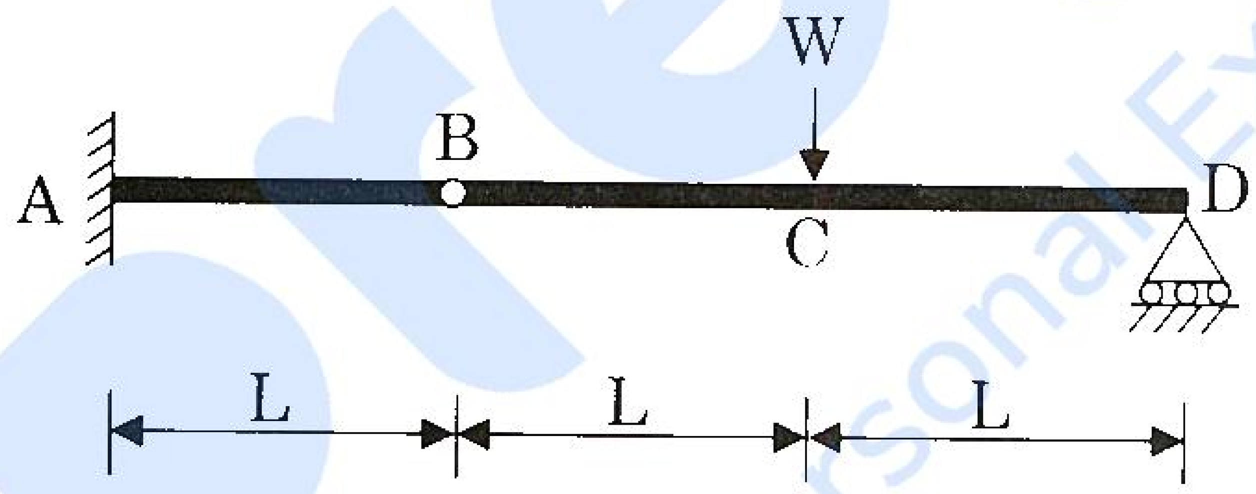
प्रदत्त : ठोसों का विशिष्ट घनत्व, G_s = 2·70 और जल का एकक भार, γ_w = 9·81 kN/m^3.

A field density test of a soil was performed by digging a small hole in the soil, weighing the extracted soil and measuring the volume of the hole. The soil (moist) weighed 895 g, the volume of the hole was 426 cm^3. After drying the sample weighed 779 g. From the dried soil, 400 g was poured into a vessel in a very loose state which occupied a volume of 276 cm^3. The same 400 g was then vibrated and tamped to a volume of 212 cm^3. Determine the relative density of the field soil.
Given : Specific gravity of solids, G_s = 2·70 and unit weight of water, γ_w = 9·81 kN/m^3. *10*

Q2. (a) आघूर्ण क्षेत्रफल विधि का उपयोग करके, नीचे चित्र में दर्शाई गई धरन के लिए 'B' पर प्रवणताएँ और विक्षेप ज्ञात कीजिए । बिन्दु 'B' एक हिन्ज है ।



Using moment area method, find the slopes and deflection at 'B' for the beam shown in the figure below. Point 'B' is a hinge. *15*



(b) 250 mm × 400 mm आमाप के एक आयताकार प्रबलित कंक्रीट स्तम्भ का उपयोग एक 700 kN के चरम अक्षीय भार को आलम्बित करने के लिए किया जाता है । स्तम्भ की अनालम्बित लम्बाई 3·2 m है । स्तम्भ दोनों सिरों पर स्थिति में प्रभावी रूप से आबद्ध है और एक सिरे पर घूर्णन निरोधित है ।
M 25 ग्रेड के कंक्रीट और Fe 415 एच.वाई.एस.डी. छड़ों का उपयोग करके स्तम्भ में उपयुक्त प्रबलनों की अभिकल्पना कीजिए । प्रबलन विस्तरण भी खींचिए । सीमांत अवस्था विधि का उपयोग कीजिए ।

A rectangular reinforced concrete column of size 250 mm × 400 mm is used to support an ultimate axial load of 700 kN. The column has an unsupported length of 3·2 m. The column is effectively held in position at both ends and restrained against rotation at one end.
Design suitable reinforcements in the column using M 25 grade of concrete and Fe 415 HYSD bars. Also draw the reinforcement details. Use limit state method. *15*

Prepp
Your Personal Exams Guide

(c) 100 litres/sec का एक प्रवाह, 0·60 m चौड़ी और समायोज्य तल प्रवणता वाली एक आयताकार प्रयोगशाला अवनालिका (फ्लूम) में प्रवाहित होती है । यदि चेज़ी नियतांक (C) 56 है, तो 0·30 m की प्रवाह की गहराई के एकसमान प्रवाह के लिए तल प्रवणता का निर्धारण कीजिए । वाहकता (कन्वेयन्स) और प्रवाह की दशा भी ज्ञात कीजिए ।

A flow of 100 litres/sec flows down in a rectangular laboratory flume of width 0·60 m and having adjustable bottom slope. If Chezy's constant (C) is 56, determine the bottom slope for uniform flow with a depth of flow 0·30 m. Also find the conveyance and state the flow. *20*

Q3. (a) नीचे का चित्र, द्वि अपवाह अवस्था में, दिए गए दाब परास के लगने पर एक 30 mm मोटी मृत्तिका प्रतिदर्श के लिए समय और संघनन के संबंध को निरूपित करता है ।

निर्धारित कीजिए :

(i) प्रतिदर्श के लिए संघनन गुणांक (C_v) ।

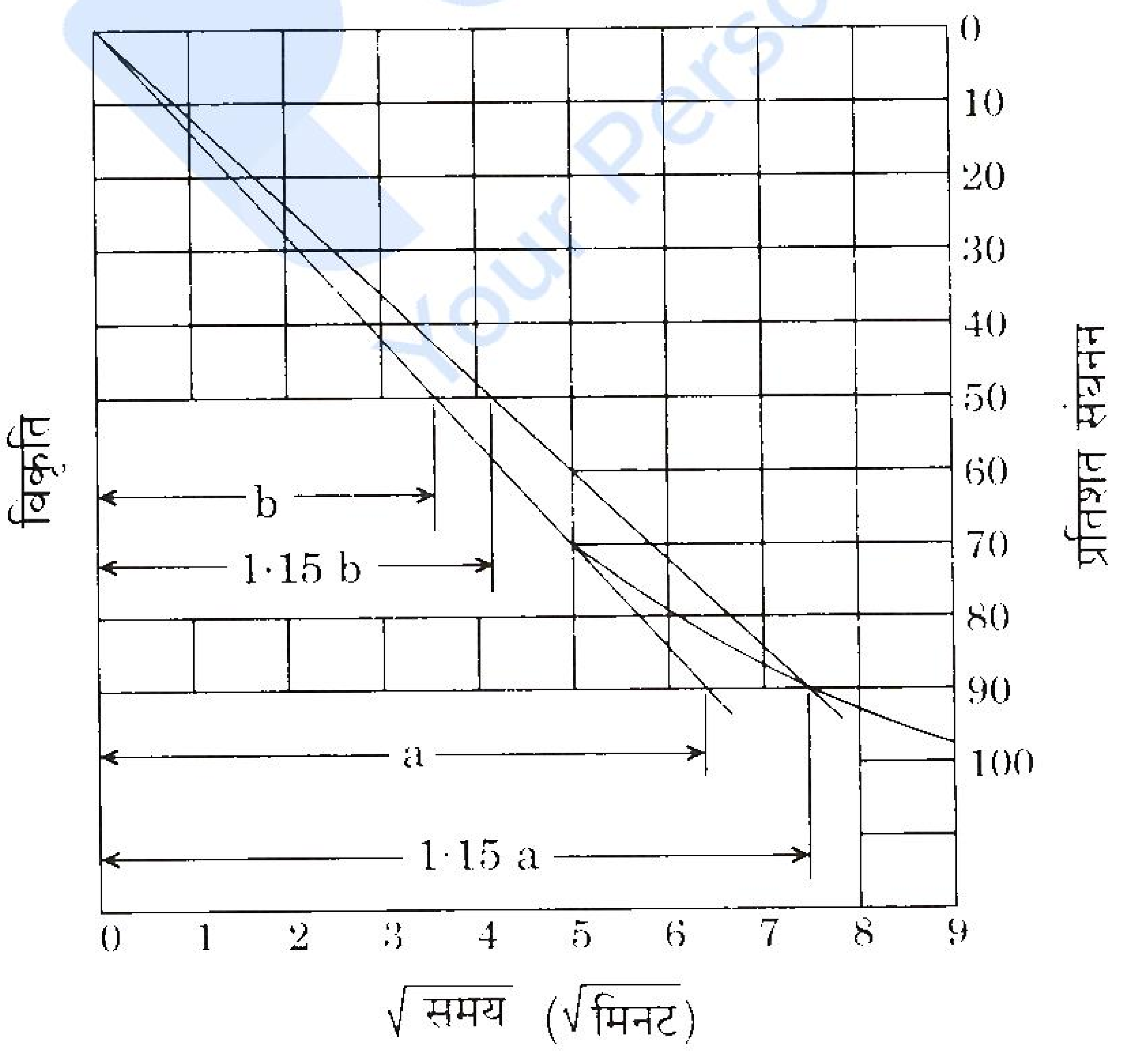
(ii) इसी मृत्तिका मृदा के 75% संघनन के लिए आवश्यक समय, यदि समरूप अपवाह अवस्था में यह 2 m मोटी होती ।

(iii) एकल अपवाह अवस्था में संघनन की इसी मात्रा के लिए आवश्यक समय ।

प्रदत्त :

$$T = \frac{\pi}{4} U^2 \quad U < 60\%$$

$$T = (-)\,0{\cdot}933 \log_{10}(1 - U) - 0{\cdot}085 \quad U > 60\%$$



www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

The figure below represents time and consolidation relationship for a clay sample 30 mm thick subjected to a given pressure range under double drainage condition.

Determine : 15

(i) The coefficient of consolidation (C_v) for the sample.

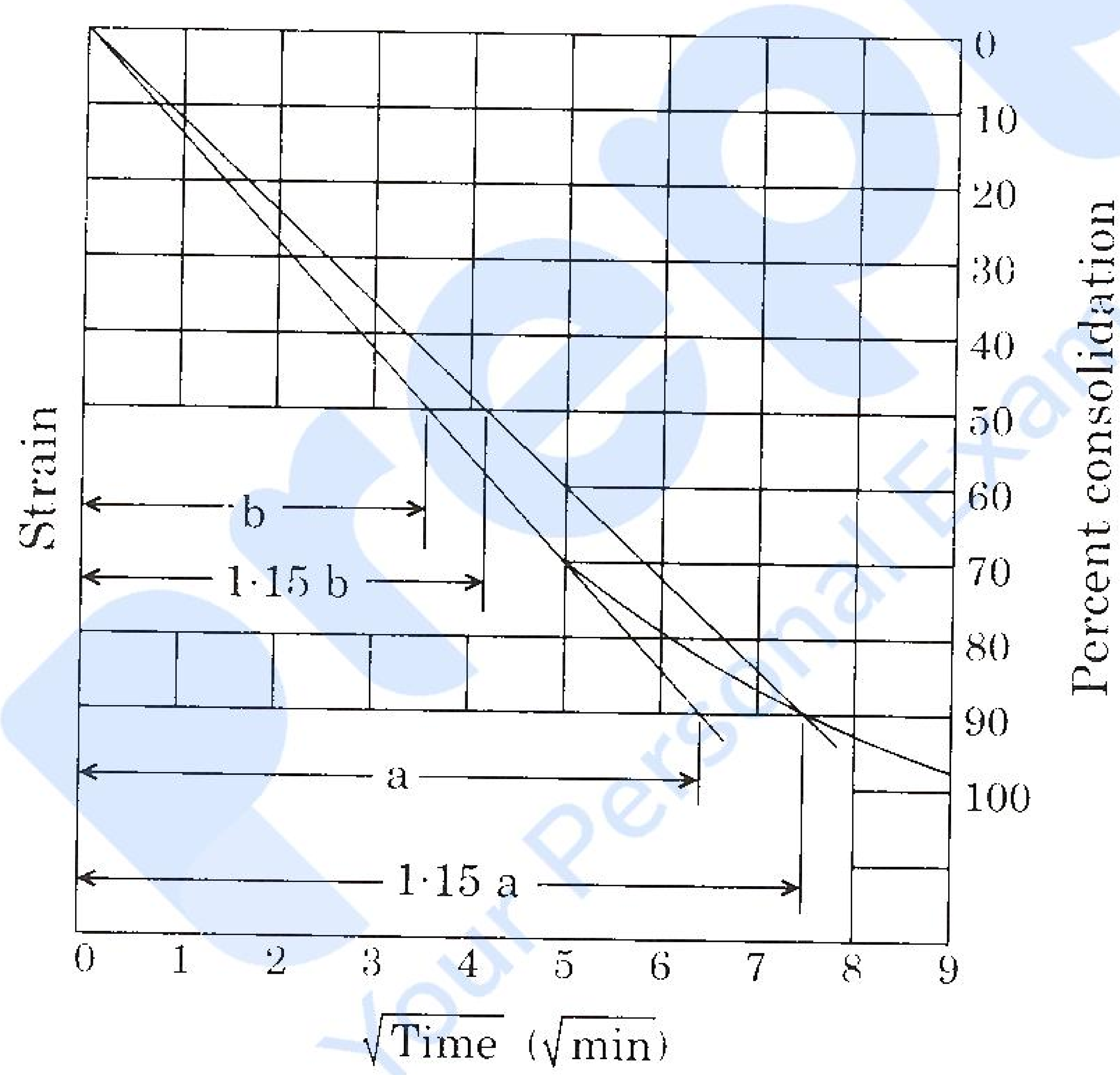
(ii) The time required for 75% consolidation of the same clay soil, if it were 2 m thick with similar drainage condition.

(iii) The time required for same degree of consolidation with single drainage condition.

Given :

$T = \frac{\pi}{4} U^2 \quad U < 60\%$

$T = (-)\ 0{\cdot}933 \log_{10}(1 - U) - 0{\cdot}085 \quad U > 60\%$



(b) एक एकल कोण लोह स्ट्रट ISA 80 × 80 × 10 का उपयोग 80 kN के सेवा भार को वहन करने के लिए किया जाता है । सिरा संबंधनों की अन्तर्मध्य दूरी 2 m है । सिरा संबंधन को दो बोल्टों द्वारा बनाया गया है । इस भार को वहन करने के लिए परिच्छेद की पर्याप्तता की जाँच कीजिए ।

इस्पात का ग्रेड E 250 है । सीमांत अवस्था विधि का उपयोग कीजिए ।
IS 800 : 2007 कोड के अनुसार 'अचल' आबद्धता के लिए $K_1 = 0{\cdot}2$, $K_2 = 0{\cdot}35$ और $K_3 = 20$ लीजिए ।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

ISA $80 \times 80 \times 10$ के गुण

$A = 1500 \text{ mm}^2$
$r_y = 24 \cdot 1$ mm
$r_z = 24 \cdot 1$ mm
$r_{uu} = 30 \cdot 4$ mm
$r_{vv} = 15 \cdot 5$ mm

A single angle strut ISA $80 \times 80 \times 10$ is used to carry a service load of 80 kN. The centre to centre distance between the end connections is 2 m. The end connection is done by two bolts. Check the adequacy of the section to carry this load. 15

The grade of steel is E 250. Use limit state method.

Take $K_1 = 0 \cdot 2$, $K_2 = 0 \cdot 35$ and $K_3 = 20$ for 'fixed' fixity as per code IS 800 : 2007.

Properties of ISA $80 \times 80 \times 10$

$A = 1500 \text{ mm}^2$
$r_y = 24 \cdot 1$ mm
$r_z = 24 \cdot 1$ mm
$r_{uu} = 30 \cdot 4$ mm
$r_{vv} = 15 \cdot 5$ mm

(c) 1 m और 1·5 m के अंतर्गम और निर्गम व्यास वाला एक शंक्वाकार प्रवात नल निर्गम पर 2·5 m/s के वेग से जल का निम्सरण करता है । प्रवात नल की कुल लम्बाई 6 m है और प्रवात नल की 1·2 m लम्बाई जल में डूबी है । यदि वायुमंडलीय दाबोच्चता जल का 10·3 m है और प्रवात नल में घर्षण के कारण दाबोच्चता हानि, नल के निर्गम पर वेग दाबोच्चता के 0·20 गुना के बराबर है, तो ज्ञात कीजिए :

(i) अंतर्गम पर दाबोच्चता

(ii) प्रवात नल की दक्षता

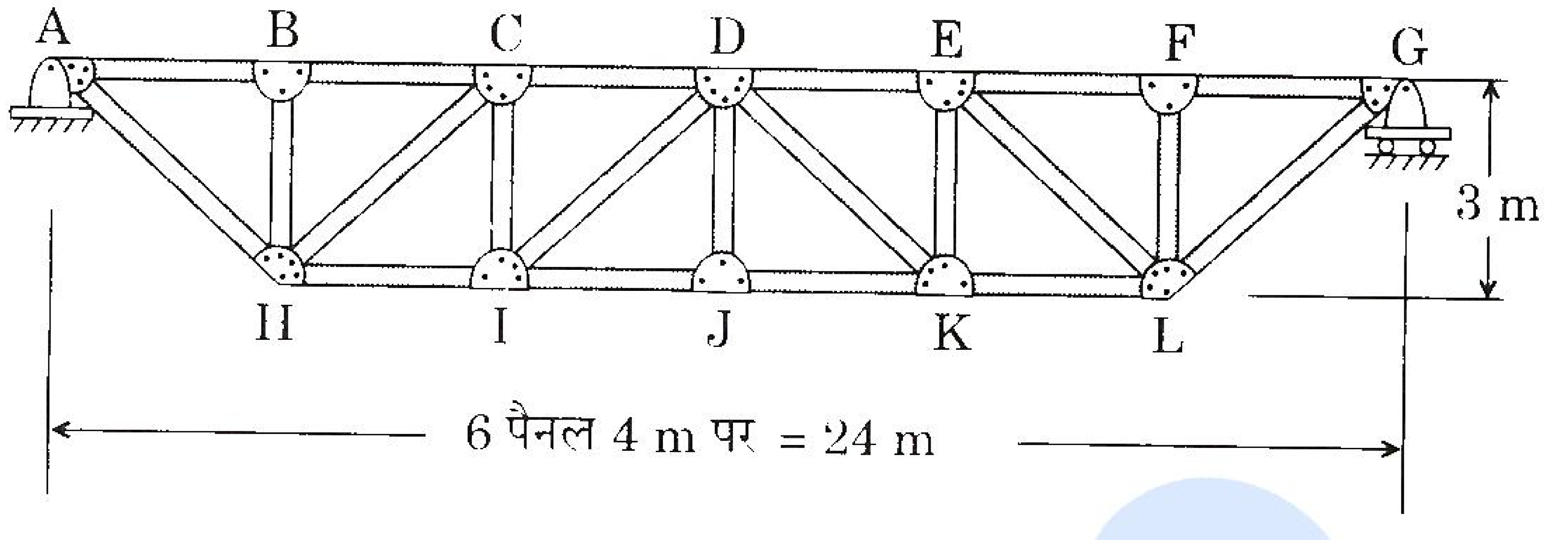
A conical draft tube having inlet and outlet diameters 1 m and 1·5 m discharges water at outlet with a velocity of 2·5 m/s. The total length of the draft tube is 6 m and 1·2 m of the length of draft tube is immersed in water. If the atmospheric pressure head is 10·3 m of water and loss of head due to friction in the draft tube is equal to 0·20 times the velocity head at outlet of the tube, find : 20

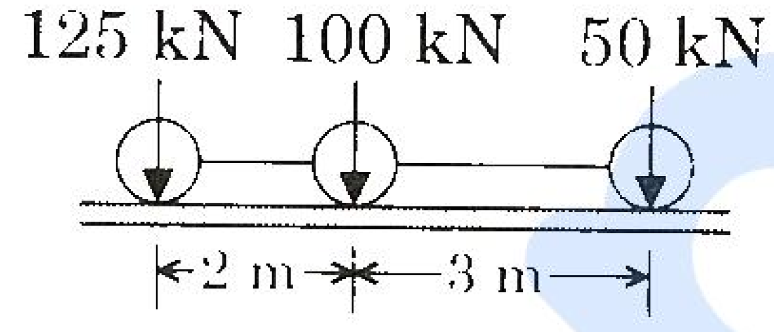
(i) Pressure head at inlet

(ii) Efficiency of draft tube

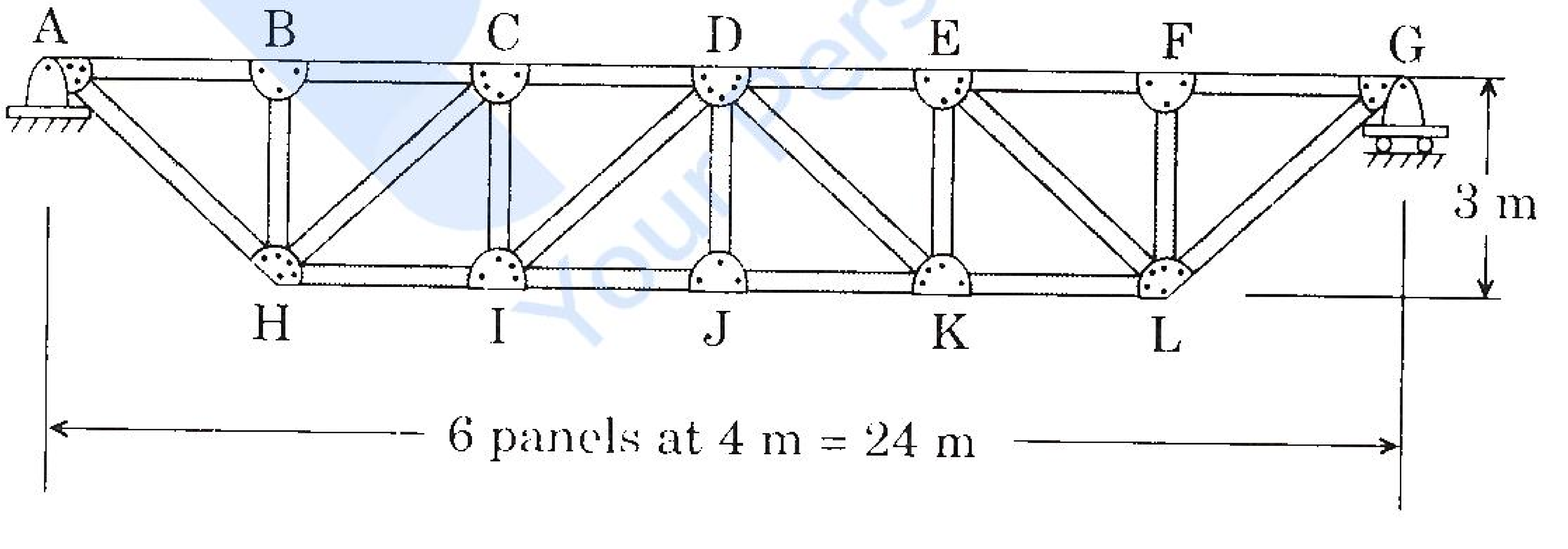
Prepp
Your Personal Exams Guide

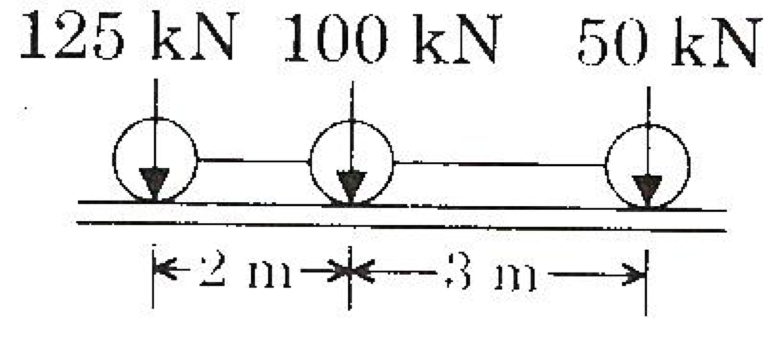
Q4. (a) चित्र में दर्शाए गए तीन चलित भारों की शृंखला के कारण, नीचे दर्शाई कैंची के अवयव DI में अधिकतम तनन बल को निर्धारित कीजिए ।
आलम्ब : 'A' पर हिन्ज और 'G' पर रोलर । भार G से A की ओर चलते हैं ।





Determine the maximum tensile force in member DI of the truss shown below due to the series of three moving loads shown in the figure.
Support : Hinge at 'A' and Roller at 'G'. Loads move from G to A. *15*



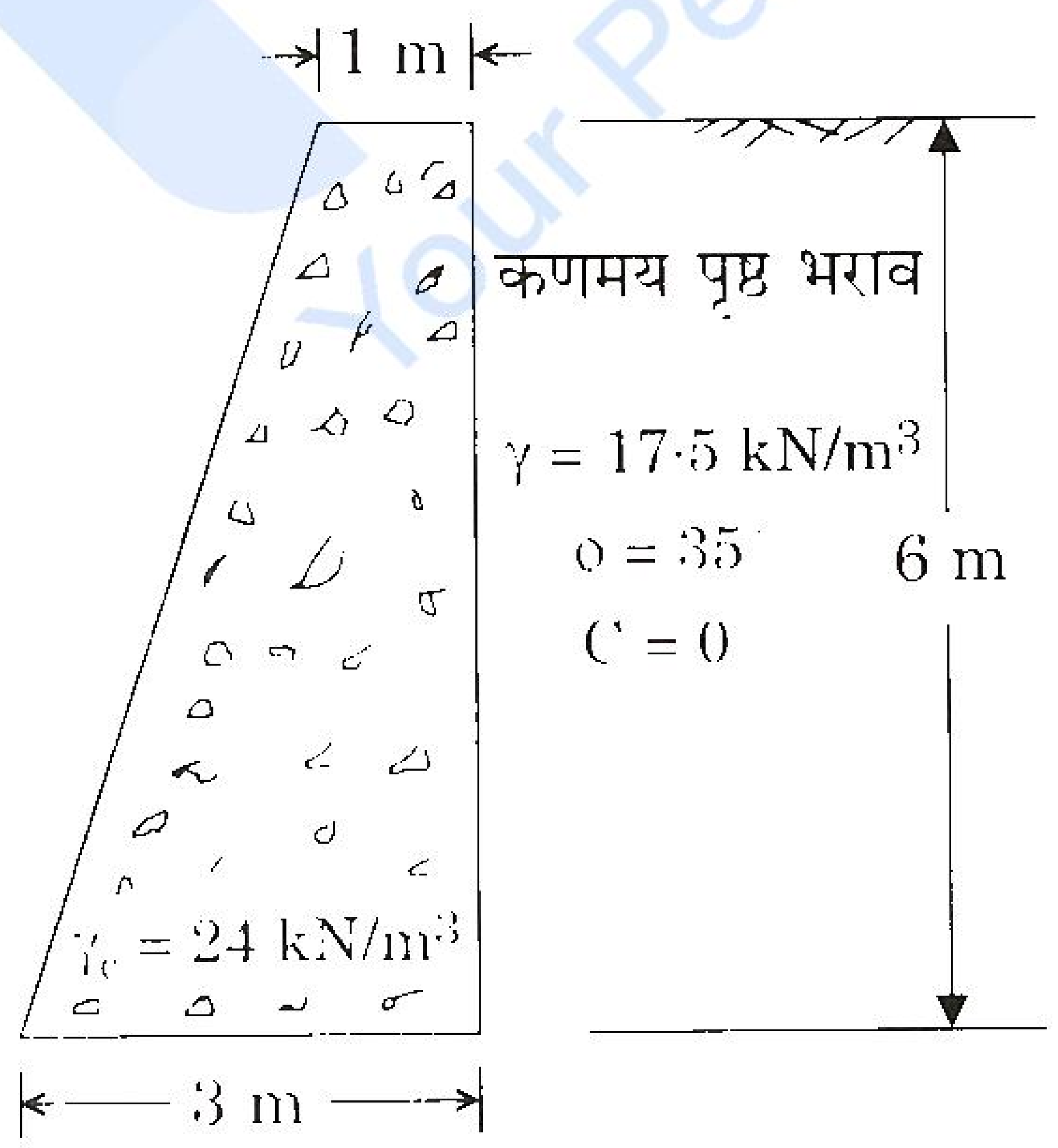


(b) परस्पर 0·10 m दूर रखी दो समानान्तर प्लेटों के बीच 1·5 m/s के अधिकतम वेग से तेल का स्तरीय प्रवाह होता है ।
निस्सरण प्रति मीटर चौड़ाई, प्लेटों पर अपरूपण प्रतिबल, परस्पर 20 m दूर दो बिन्दुओं पर दाब में अन्तर, प्लेटों पर वेग प्रवणताएँ और प्लेट से 0·02 m पर वेग का परिकलन कीजिए । तेल की श्यानता 2·453 N-s/m^2 लीजिए ।

Two parallel plates kept 0·10 m apart have laminar flow of oil between them with a maximum velocity of 1·5 m/s.
Calculate the discharge per metre width, the shear stress at the plates, the difference in pressure between two points 20 m apart, the velocity gradients at the plates and velocity at 0·02 m from the plate.
Take viscosity of oil to be 2·453 N-s/m^2. *15*

(c) चित्र में दर्शाई गई प्रतिधारक भित्ति के स्थायित्व की जाँच उलट जाने, सर्पण प्रतिरोध और आधार मृदा दाब के विरुद्ध कीजिए । प्रतिधारक भित्ति को एकक भार, γ = 17·5 kN/m^3 और आंतरिक घर्षण कोण, ϕ = 35° वाली कणमय मृदा के एक निक्षेप को आलम्बित करना है । आधार घर्षण गुणांक 0·5 है । आधार मृदा के लिए अनुज्ञेय मृदा दाब 150 kPa है । भित्ति पर सक्रिय मृदा दाब के परिकलन के लिए रैन्किन सिद्धान्त का उपयोग कीजिए और पदाग्र की ओर से प्रतिघाती दाब की उपेक्षा कीजिए ।

प्रदत्त : कंक्रीट का एकक भार, γ_c = 24 kN/m^3.

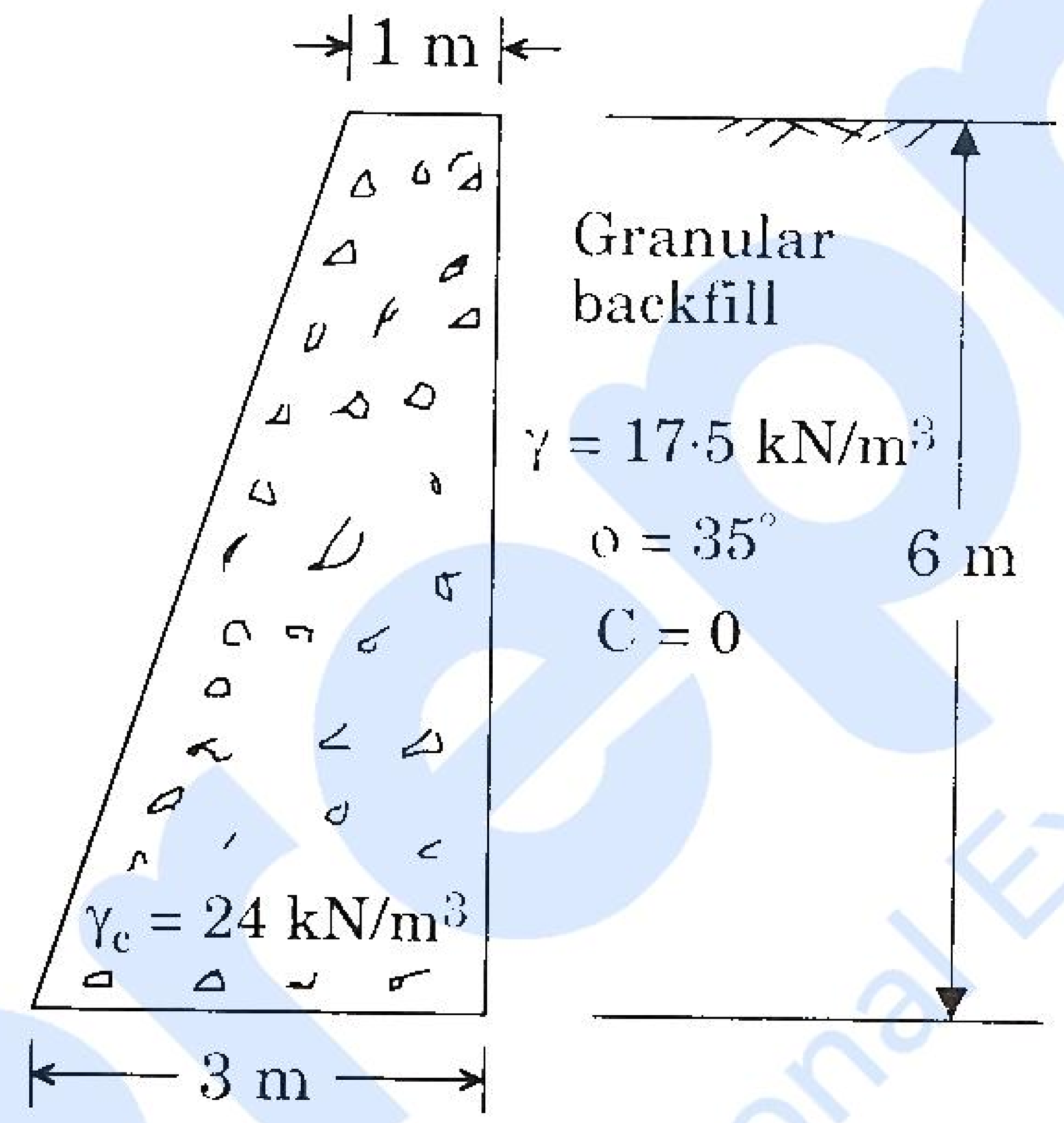


www.prepp.in

Your Personal Exams Guide

Investigate the stability against overturning, sliding resistance and foundation soil pressure of the retaining wall shown in the figure. The retaining wall is to support a deposit of granular soil which has unit weight, γ = 17·5 kN/m^3 and angle of internal friction, ϕ = 35°. The coefficient of base friction is 0·5. Allowable soil pressure for the foundation soil is 150 kPa. Use Rankine's theory to calculate the active earth pressure on the wall and neglect passive pressure from the toe side. *20*

Given : Unit weight of concrete, γ_c = 24 kN/m^3.



www.prepp.in

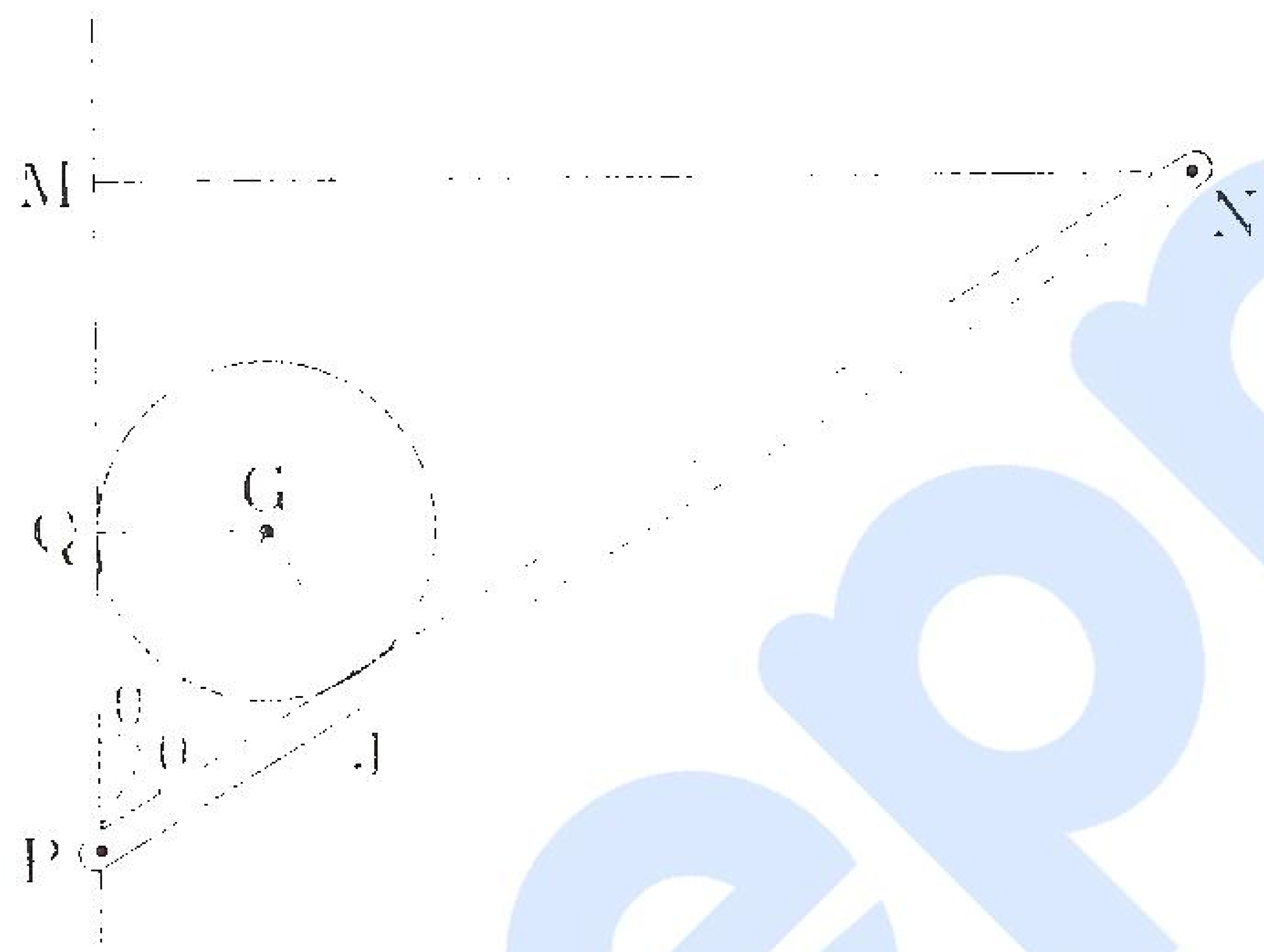
Prepp
Your Personal Exams Guide

खण्ड B

SECTION B

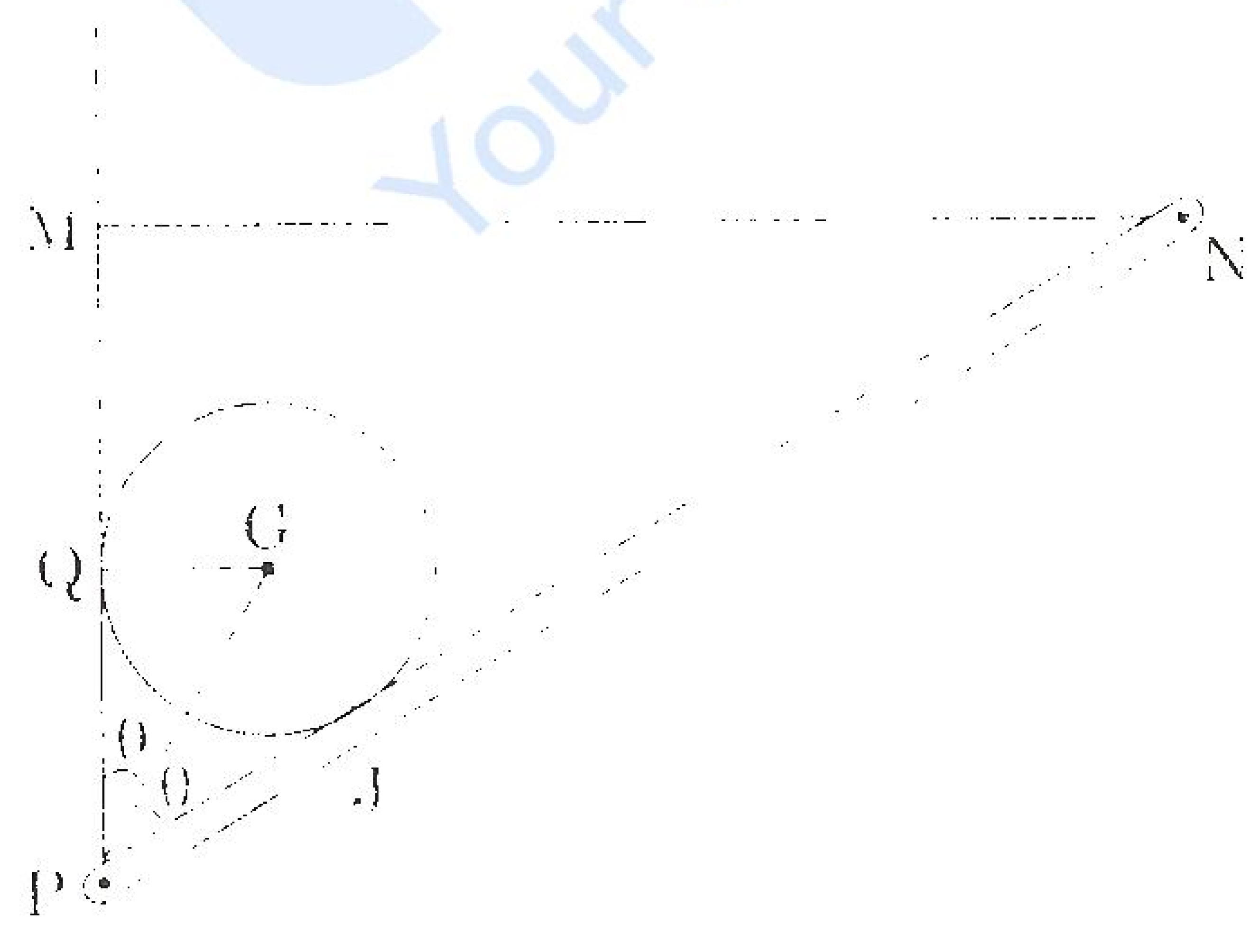
Q5. (a) 1000 N भार और 18 cm त्रिज्या वाला एक वृत्ताकार लट्ठा, ब्रैकेट के एक जोड़े द्वारा आलम्बित है जिनमें से एक नीचे चित्र में दर्शाया गया है। छड़ PN, 'P' पर हिन्ज है और 67 cm लंबी डोरी MN द्वारा बंधा है। MN में न्यूनतम तनाव उत्पन्न करने के लिए, दर्शाई गई साम्यावस्था के लिए, 2θ के मान को निर्धारित कीजिए।

सभी संपर्क सतहों को चिकना मान लीजिए। न्यूनतम तनाव का मान भी ज्ञात कीजिए।



A circular log of weight 1000 N and radius 18 cm is supported by a pair of brackets, one of which is shown in the figure below. Bar PN is hinged at 'P' and held by a string MN 67 cm long. To induce minimum tension at MN, determine the value of 2θ, as shown for equilibrium.

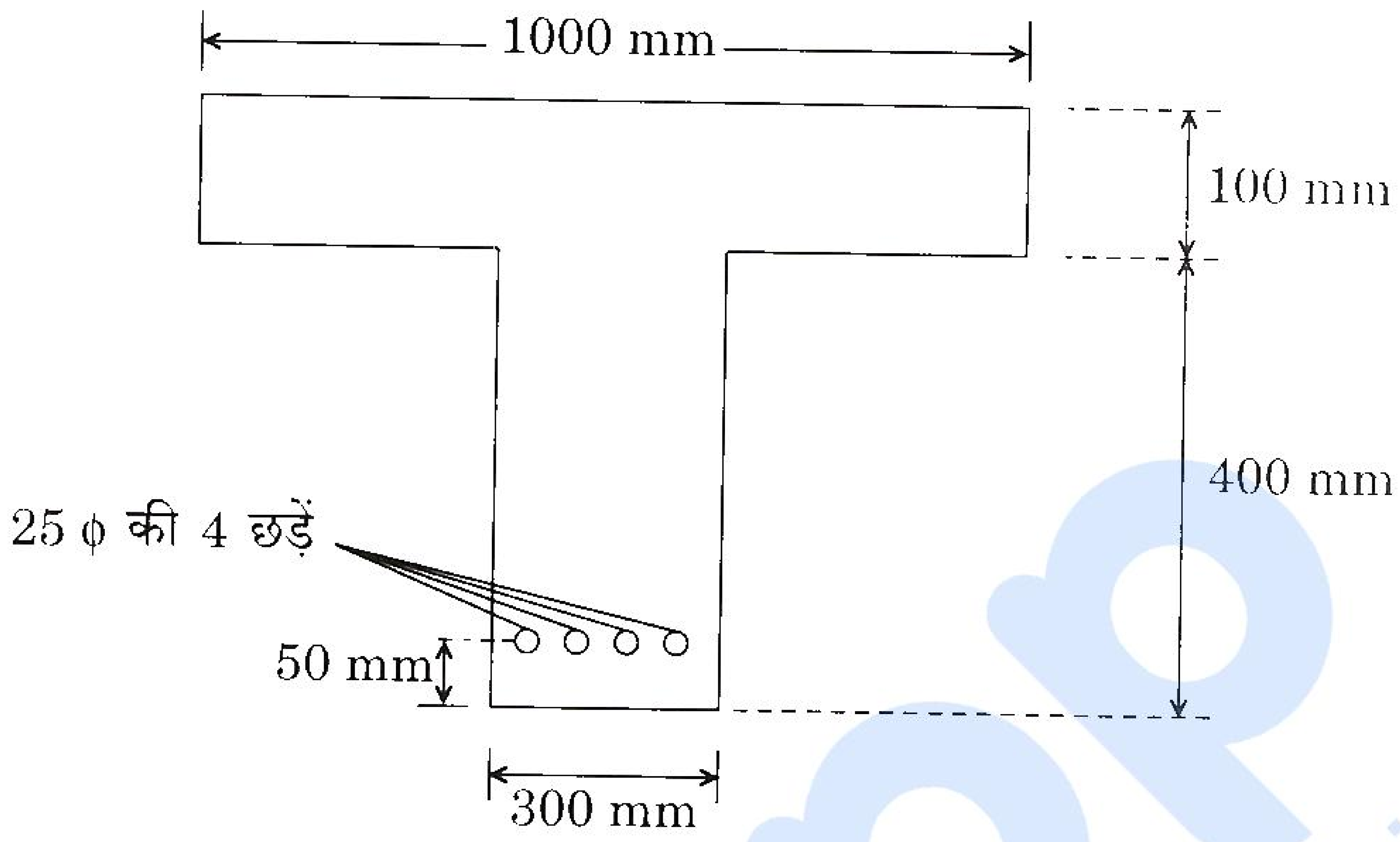
Consider all contact surfaces smooth. Also find the value of minimum tension. *10*



www.prepp.in

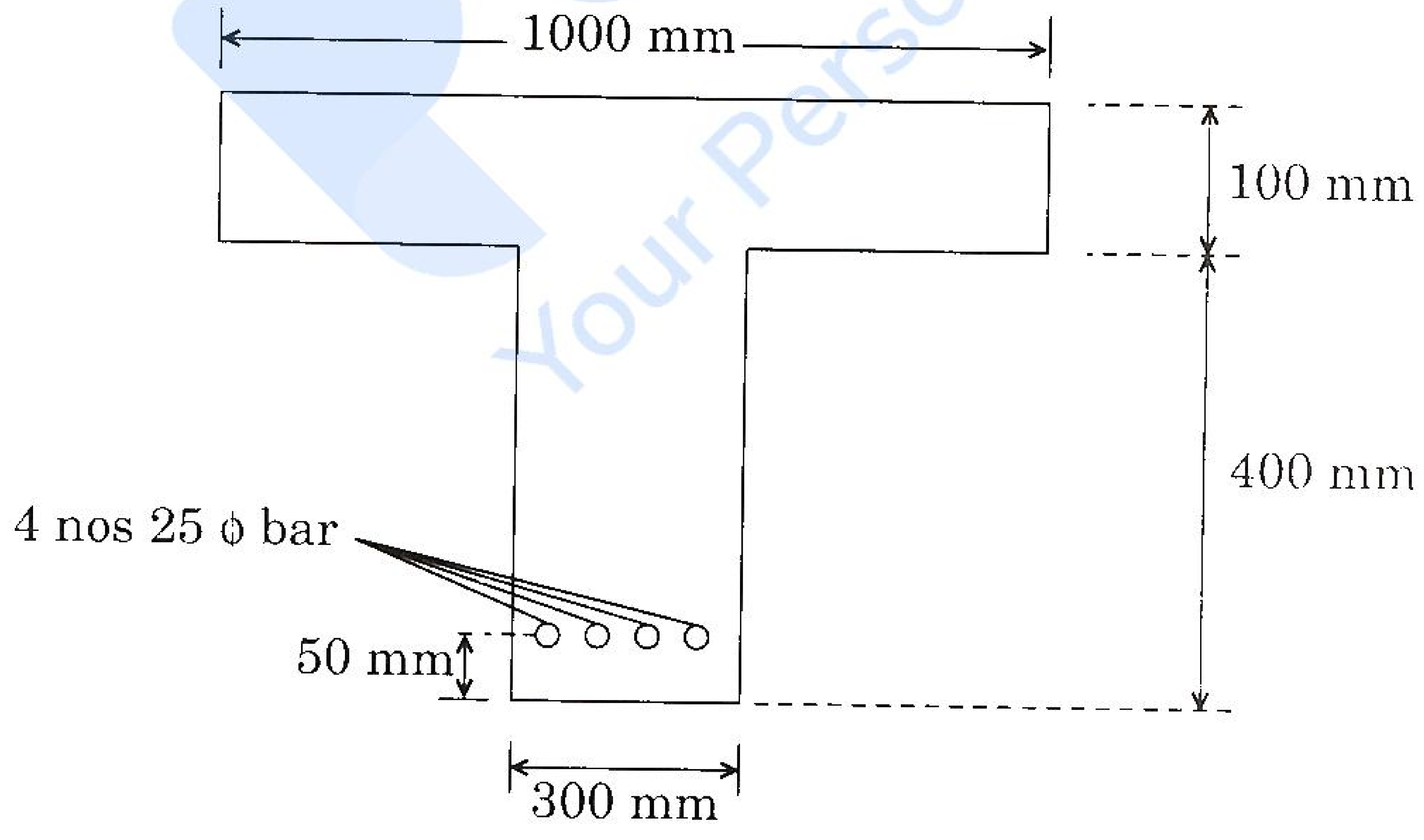
Prepp
Your Personal Exams Guide

(b) चित्र में दर्शाई गई T-धरन के आघूर्ण प्रतिरोध का निर्धारण कीजिए । सीमांत अवस्था विधि का उपयोग कीजिए ।



M 20 ग्रेड की कंक्रीट और Fe 415 एच.वाई.एस.डी. छड़ें लीजिए ।

Determine the moment of resistance of the T-beam as shown in the figure. Use limit state method. *10*

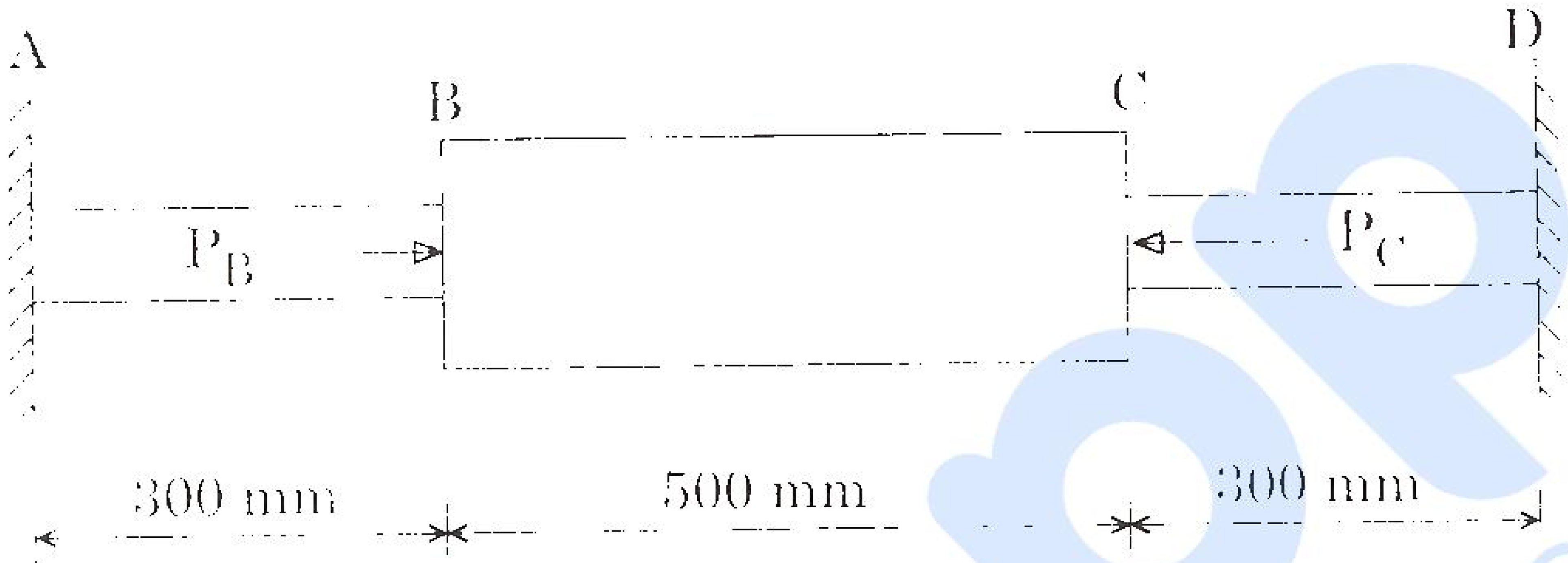


Take M 20 grade of concrete and Fe 415 HYSD bars.

(e) चित्र में दर्शाए अनुसार आबद्ध-सिरा छड़ ABCD तीन समपार्श्वीय खण्डों से बनी है । अन्त खण्डों AB और CD का अनुप्रस्थ-परिच्छेद क्षेत्रफल 800 mm^2 और लम्बाई 300 mm है । मध्य खण्ड का अनुप्रस्थ-परिच्छेद क्षेत्रफल 1200 mm^2 और लम्बाई 500 mm है । दो अक्षीय भार $P_B = 28{\cdot}5$ kN और $P_C = 20$ kN चित्र में दर्शाए अनुसार छड़ में लगे हैं । यंग मापांक E सभी तीन खण्डों के लिए समान है ।

(i) आबद्ध आलम्बों पर प्रतिक्रिया बलों का निर्धारण कीजिए ।

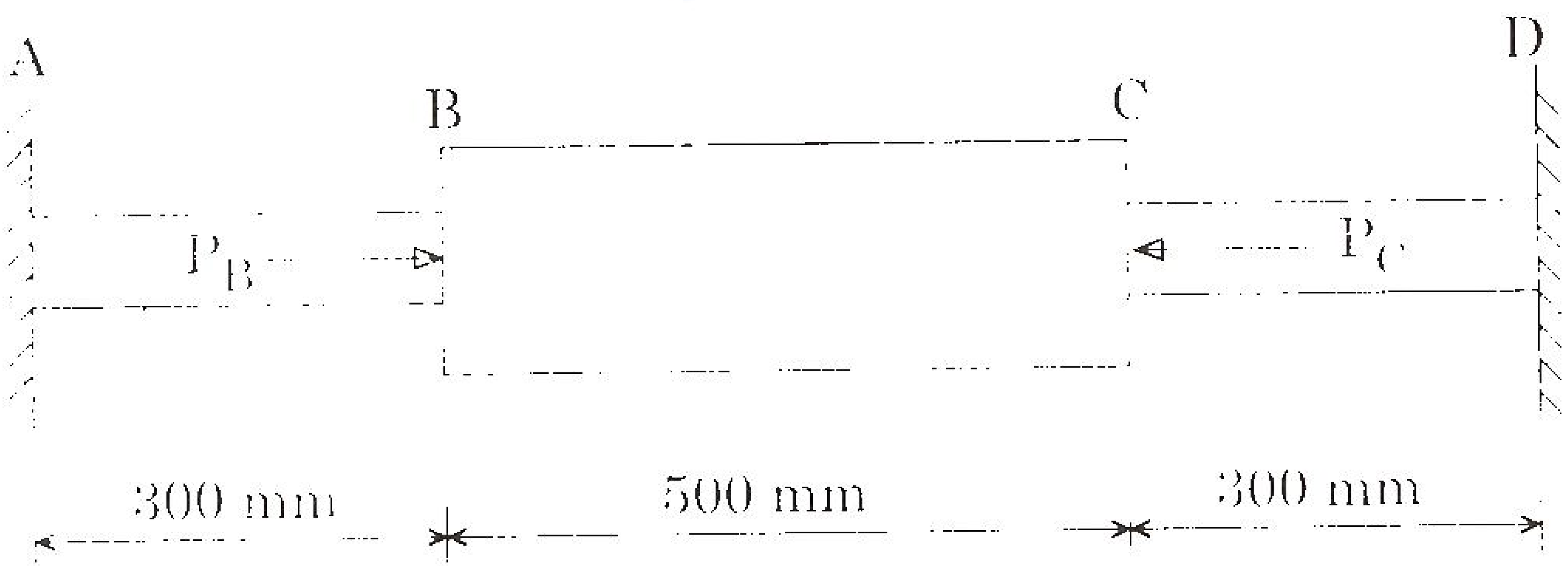
(ii) मध्य खण्ड में संपीडन अक्षीय बल का निर्धारण कीजिए ।



The fixed-end bar ABCD consists of three prismatic segments as shown in the figure. The end segments AB and CD have cross-sectional area 800 mm^2 and length 300 mm. The middle segment has cross-sectional area 1200 mm^2 and length 500 mm. Two axial loads $P_B = 28{\cdot}5$ kN and $P_C = 20$ kN are acting in the bar as shown in the figure. Young modulus E is same for all three segments.

(i) Determine the reaction forces at fixed supports.

(ii) Determine the compressive axial force in the middle segment. *10*



Prepp
Your Personal Exams Guide

(d) एक प्रवाह मापी, एक प्रयोगशाला में परीक्षण करने पर, एक 150 mm व्यास की पाइप में एक 0·10 m^3/s के निस्सरण के लिए 100 kN/m^2 का दाब पात देता है । तरल की समान अवस्था पर यदि एक ज्यामितीयत: समरूप निदर्श का परीक्षण 600 mm व्यास की पाइप में किया जाता है, तो निदर्श में संगत निस्सरण और दाब पात का निर्धारण कीजिए ।

A flow meter when tested in a laboratory gives a pressure drop of 100 kN/m^2 for a discharge of 0·10 m^3/s in a 150 mm diameter pipe. If a geometrically similar model is tested in 600 mm diameter pipe at identical conditions of fluid, determine the corresponding discharge and pressure drop in the model. *10*

(e) एक शुष्क संसंजनहीन मृदा, जिसका आंतरिक घर्षण कोण 35° है, के प्रतिदर्श पर एक त्रिअक्षीय परीक्षण किया जाता है । विचलक प्रतिबल ($\Delta\sigma$) और उच्च मुख्य प्रतिबल (σ_1) के किन मानों पर परीक्षण प्रतिदर्श भंग होगा, यदि निम्न मुख्य प्रतिबल (σ_3) 105 kPa है ?

A sample of dry cohesionless soil whose angle of internal friction is 35°, is subjected to a triaxial test. If the minor principal stress (σ_3) is 105 kPa, at what values of deviator stress ($\Delta\sigma$) and major principal stress (σ_1) will the test specimen fail ? *10*

Q6. (a) एक पनडुब्बी को गोलाकार मुख के साथ बेलनाकार आकृति का माना जा सकता है । इसकी लम्बाई 55 m और व्यास 6·0 m मानते हुए सीमांत घर्षण को पार करने के लिए आवश्यक संपूर्ण शक्ति का निर्धारण कीजिए, यदि यह 20 °C के समुद्री जल में 8·0 m/s के वेग पर नोदन करता है । 20 °C पर समुद्री जल का द्रव्यमान घनत्व 1030 kg/m^3 और 20 °C पर समुद्री जल की शुद्धगतिक श्यानता 1×10^{-6} m^2/s लीजिए ।

A submarine can be assumed to have cylindrical shape with rounded nose. Assuming its length to be 55 m and diameter 6·0 m, determine the total power required to overcome boundary friction if it propels at the velocity of 8·0 m/s in sea water at 20 °C. Take mass density of sea water at 20 °C as 1030 kg/m^3 and kinematic viscosity of sea water at 20 °C as 1×10^{-6} m^2/s. *15*

(b) नीचे चित्र में दर्शाई गई धरन के लिए,

(i) आलम्ब प्रतिक्रियाओं की गणना कीजिए ।

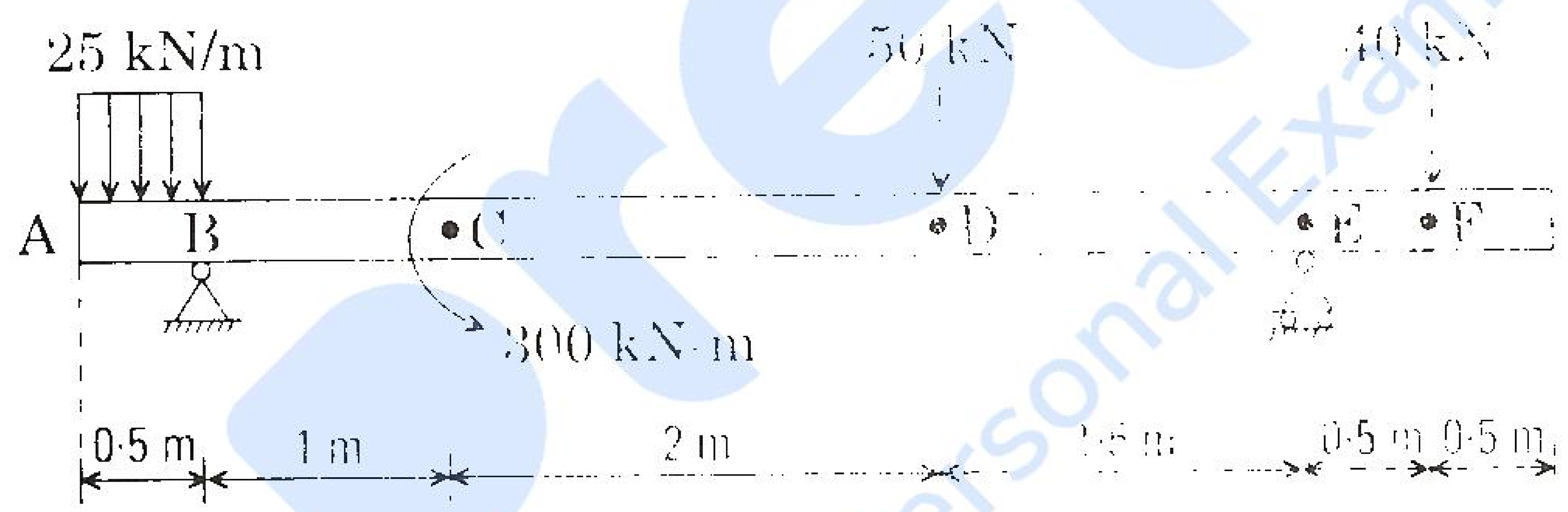
(ii) सारणी में निर्दिष्ट प्रमुख बिन्दुओं पर अपरूपण बल (V) और बंकन आघूर्ण (M) के मानों को लिखिए ।

x	A	B	C	D	E	F
V						
M						

(iii) ग्राफ की प्रवृत्ति इंगित करते हुए अपरूपण बल आरेख (एस.एफ.डी.) बनाइए ।

(iv) ग्राफ की प्रवृत्ति इंगित करते हुए बंकन आघूर्ण आरेख (बी.एम.डी.) बनाइए ।

एस.एफ.डी. और बी.एम.डी. के लिए चिह्न रूढ़ियाँ निम्न प्रकार हैं :



For the beam shown in the figure below

(i) Compute the support reactions.

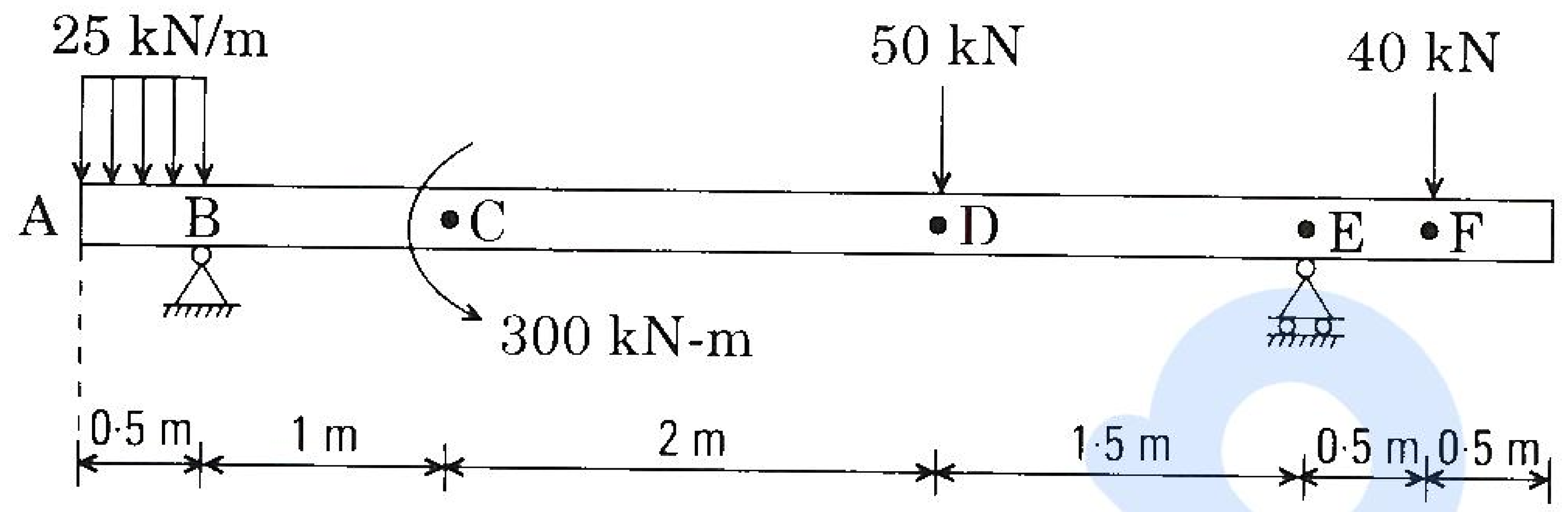
(ii) Write the shear force (V) and bending moment (M) value(s) at salient points as indicated in the table

x	A	B	C	D	E	F
V						
M						

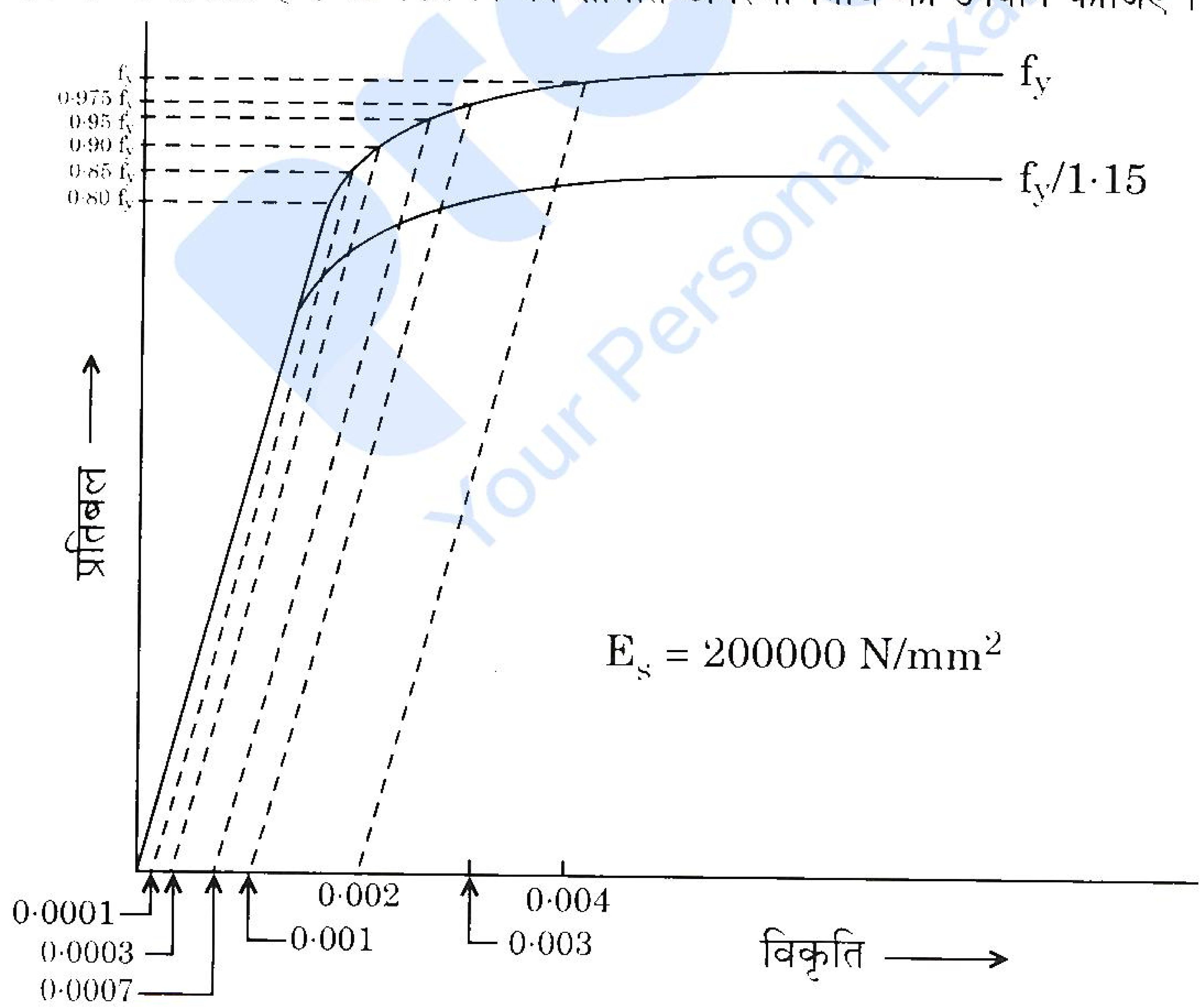
(iii) Draw the shear force diagram (SFD) indicating the nature of graph.

(iv) Draw the bending moment diagram (BMD) indicating the nature of graph.

Sign conventions for SFD and BMD are as follows : 15

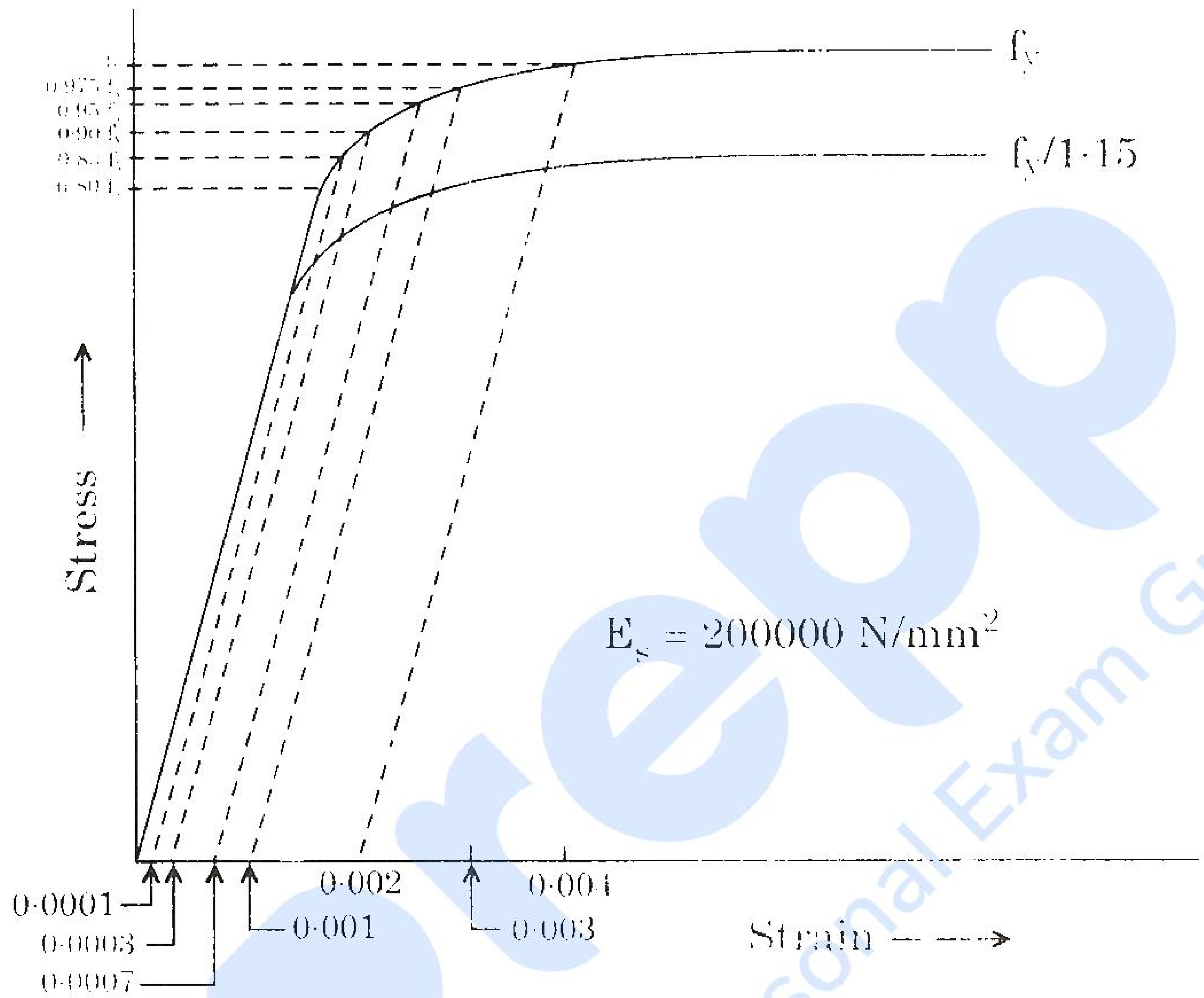


(c) एक आयताकार शुद्धालम्बित धरन का आमाप 300 mm × 500 mm (समग्र) तक सीमित है । धरन की प्रभावी विस्तृति 5 m है । धरन पर 64 kN/m का एक रोपित भार लगा है । M 20 ग्रेड कंक्रीट और Fe 415 ग्रेड इस्पात का उपयोग करते हुए धरन का अभिकल्पन कीजिए । प्रभावी आवरण 40 mm और आलम्ब प्रदान करने वाली भित्ति की चौड़ाई 250 mm लीजिए । प्रबलन में प्रतिबल को नीचे दिए गए प्रतिबल-विकृति वक्र से व्युत्पन्न किया जा सकता है । अभिकल्पन की सीमांत अवस्था विधि का उपयोग कीजिए ।



अतप्त अभिक्रियित विरूपित छड़ के लिए प्रतिबल-विकृति वक्र

Size of a rectangular simply supported beam is restricted to 300 mm × 500 mm (overall). The effective span of the beam is 5 m. The beam is subjected to an imposed load of 64 kN/m. Design the beam using M 20 grade of concrete and Fe 415 grade of steel. Take effective cover as 40 mm and width of supporting wall as 250 mm. The stress in the reinforcement can be derived from the stress-strain curve given below. Use limit state method of design. *20*



Stress-Strain Curve for Cold Worked Deformed Bar

Q7. (a) एक स्थल पर अवमृदा घनी बालू की समांगी 12·0 m मोटी परत से बनी है जिसका शुष्क एकक भार, $\gamma_d = 17 \cdot 2\ kN/m^3$, $G_s = 2 \cdot 7$ और $\phi = 35^\circ$ है । प्राकृतिक भौम जल स्तर धरातल से 2·5 m नीचे है । मान लीजिए कि भौम जल तल से ऊपर मृदा शुष्क है और जल का एकक भार, $\gamma_w = 9 \cdot 81\ kN/m^3$ है । बालू की परत के मध्य में क्षैतिज तल पर मृदा के अपरूपण सामर्थ्य का निर्धारण कीजिए ।

The subsoil at a site consists of a 12·0 m thick homogeneous layer of dense sand having dry unit weight, $\gamma_d = 17 \cdot 2\ kN/m^3$, $G_s = 2 \cdot 7$ and $\phi = 35^\circ$. The natural ground water level lies at 2·5 m below the ground surface. Assume that the soil is dry above the water table and unit weight of water, $\gamma_w = 9 \cdot 81\ kN/m^3$. Determine the shear strength of the soil along a horizontal plane through the middle of the sand layer. *15*

(b) एक 2 m × 2 m की वर्गाकार पाद को धरातल से 1·8 m नीचे रखा गया है । भौम जल स्तर भूमि तल पर है । अवमृदा नरम, असंहत मृदा के एक एकसमान निक्षेप से बनी है । मृदा के प्रयोगशाला परीक्षण परिणाम निम्न प्रकार हैं :

आंतरिक घर्षण कोण, $\phi = 21°$

संसंजन, $C = 15$ kPa

मृदा का एकक भार, $\gamma = 16{\cdot}5$ kN/m^3

अनुज्ञेय भार का निर्धारण कीजिए जिसे सुरक्षा गुणक 3 के साथ वर्गाकार पाद पर रोपित किया जा सके ।

प्रदत्त :

ϕ	N_c	N_q	N_γ
10	8·34	2·47	0·37
12	9·28	2·97	0·60
14	10·37	3·59	0·92
16	11·63	4·34	1·37
18	13·10	5·26	2·00
20	14·83	6·40	2·87
22	16·88	7·82	4·07
24	19·32	9·60	5·72

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

A 2 m × 2 m square footing is placed at 1·8 m below the ground surface. The ground water table is at the ground level. The subsoil consists of a uniform deposit of soft, loose soil. The laboratory test results of the soil are as follows :

Angle of internal friction, $\phi = 21$

Cohesion, C = 15 kPa

Unit weight of soil, $\gamma = 16{\cdot}5$ kN/m^3

Determine the allowable load that can be imposed on this square footing with a factor of safety of 3. *15*

Given :

ϕ	N_c	N_q	N_γ
10	8·34	2·47	0·37
12	9·28	2·97	0·60
14	10·37	3·59	0·92
16	11·63	4·34	1·37
18	13·10	5·26	2·00
20	14·83	6·40	2·87
22	16·88	7·82	4·07
24	19·32	9·60	5·72

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(c) 4 m विस्तृति की एक शुद्धालम्बित इस्पात धरन अपनी विस्तृति के मध्य में 450 kN का गुणित बिन्दु भार वहन करती है । धरन पार्श्वतः आलम्बित है । इस भार को वहन करने के लिए ISMB 400 परिच्छेद की उपयुक्तता की जाँच कीजिए । यदि यह असुरक्षित होता है, तो इसे सुरक्षित बनाने के लिए अतिरिक्त आवरण प्लेट प्रदान करके इसका पुनः अभिकल्पन कीजिए । परिच्छेद को सुघट्य मान लीजिए । इस्पात का ग्रेड E 250 है । सीमांत अवस्था विधि का उपयोग कीजिए ।

ISMB 400 के परिच्छेद के गुणधर्म :

$A = 7840 \text{ mm}^2$

$b_f = 140 \text{ mm}$

$t_f = 16 \text{ mm}$

$t_w = 8{\cdot}9 \text{ mm}$

$Z_{pz} = 1176{\cdot}18 \times 10^3 \text{ mm}^3$

$Z_{ez} = 1020 \times 10^3 \text{ mm}^3$

A simply supported steel beam of span 4 m carries a factored point load of 450 kN at its mid span. The beam is laterally supported. Check the adequacy of ISMB 400 section to carry this load. If it becomes unsafe, re-design it by providing extra cover plate to make it safe. Assume the section is plastic. Grade of steel is E 250. Use limit state method. *20*

Section properties of ISMB 400 :

$A = 7840 \text{ mm}^2$

$b_f = 140 \text{ mm}$

$t_f = 16 \text{ mm}$

$t_w = 8{\cdot}9 \text{ mm}$

$Z_{pz} = 1176{\cdot}18 \times 10^3 \text{ mm}^3$

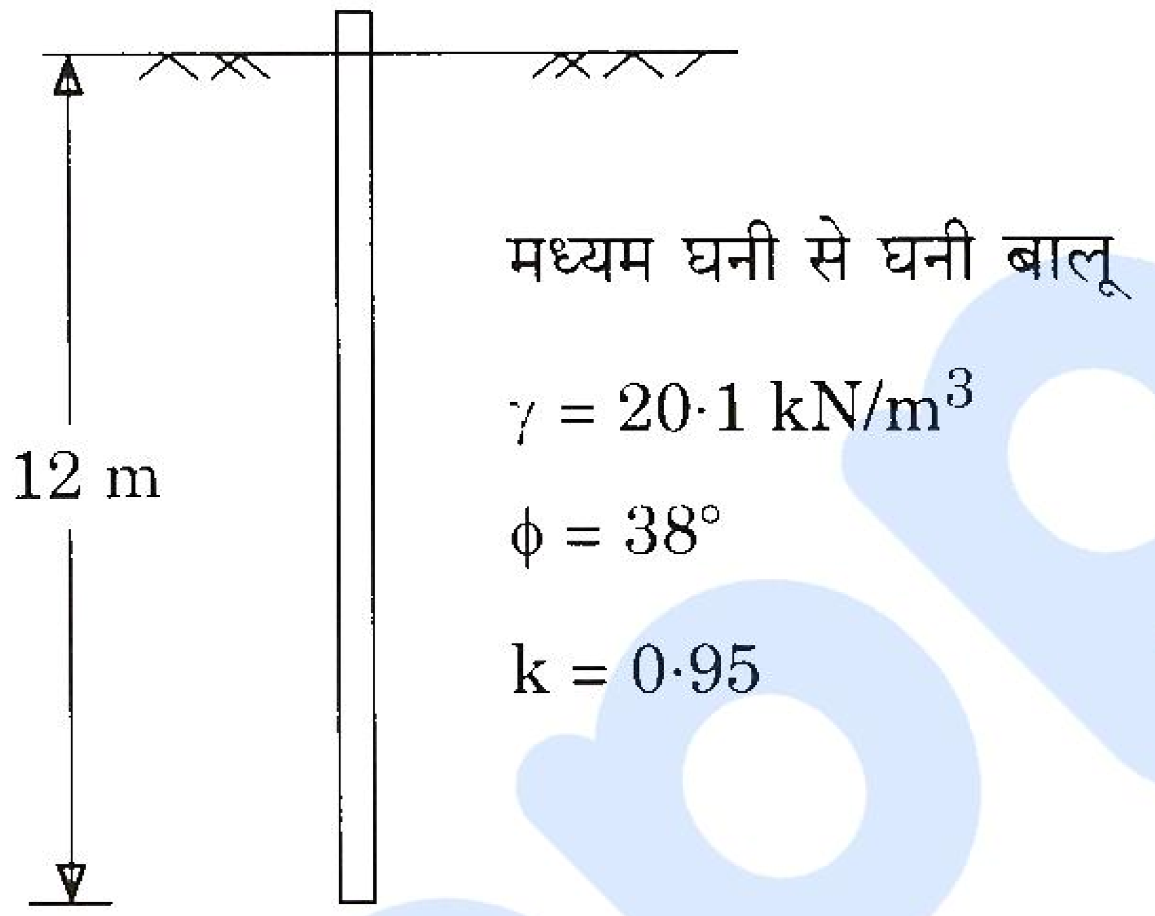
$Z_{ez} = 1020 \times 10^3 \text{ mm}^3$

Prepp
Your Personal Exams Guide

Q8. (a) एक 300 mm व्यास की कंक्रीट स्थूणा को 12 m की अंत:स्थापित लम्बाई के साथ मध्यम घनी से घनी बालू में गाड़ा जाना है । मृदा अवस्थाएँ चित्र में दर्शाई गई हैं । कोई भौम जल नहीं मिला और संरचना के जीवन काल में भौम जल तल का बढ़ना अपेक्षित नहीं है ।

प्रदत्त : पार्श्व मृदा दाब का गुणांक (k) = 0·95, tan δ = 0·45 और $\phi = 38^\circ$ के लिए धारण क्षमता गुणक, $N_q = 80$.

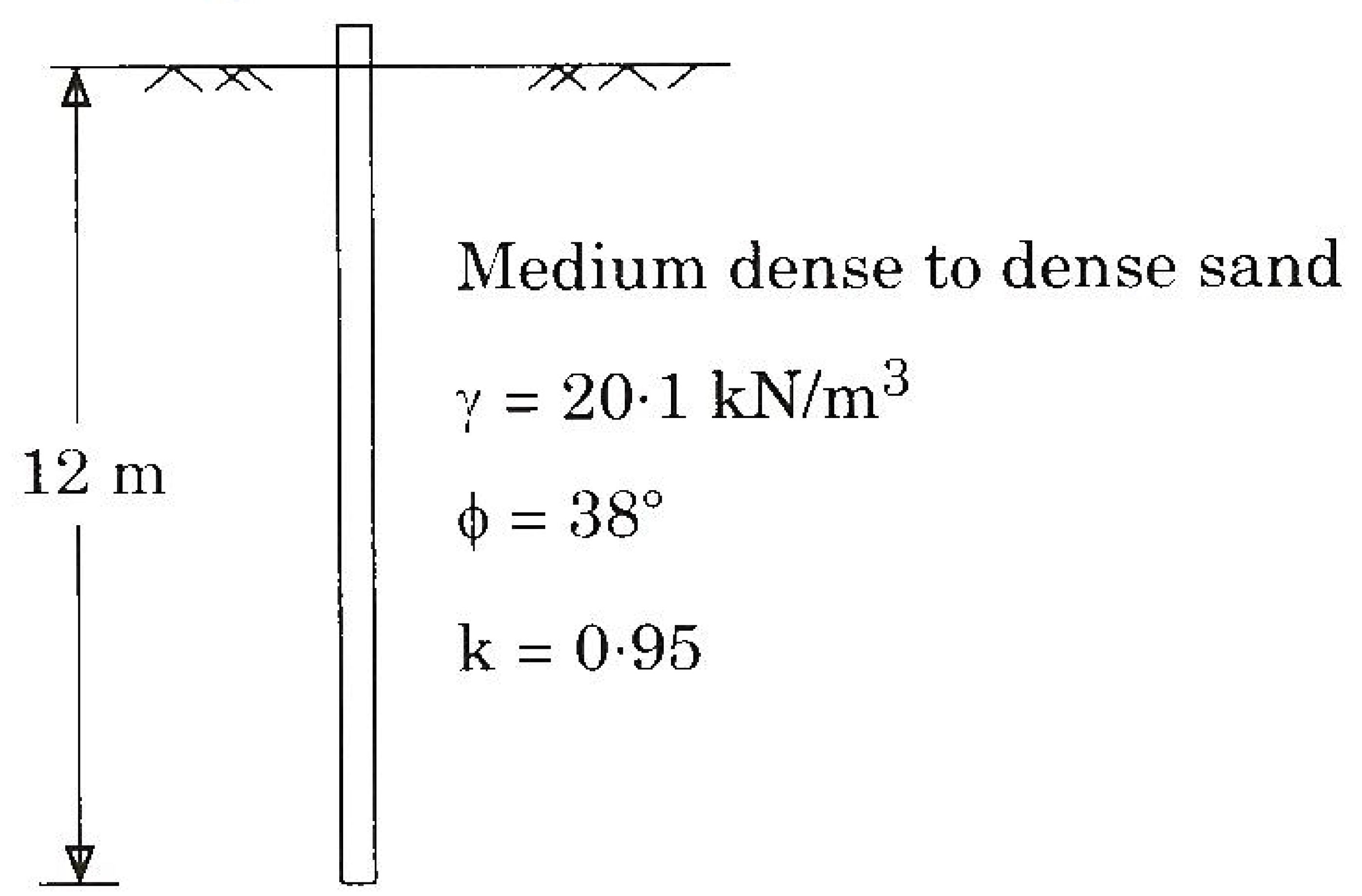
सुरक्षा गुणक 2 के साथ स्थूणा की अक्षीय क्षमता का निर्धारण कीजिए । स्थूणा की क्रांतिक गहराई को स्थूणा के व्यास का 20 गुना के बराबर मान लीजिए ।



A 300 mm diameter concrete pile is to be driven into a medium dense to dense sand with an embedded length of 12 m. The soil conditions are shown in the figure. No ground water was encountered and the ground water table is not expected to rise during the life of the structure.

Given : The coefficient lateral earth pressure (k) = 0·95, tan δ = 0·45 and for $\phi = 38^\circ$ bearing capacity factor, $N_q = 80$.

Determine the pile's axial capacity with a factor of safety of 2. Assume critical depth of the pile is equal to 20 times the diameter of the pile. *15*

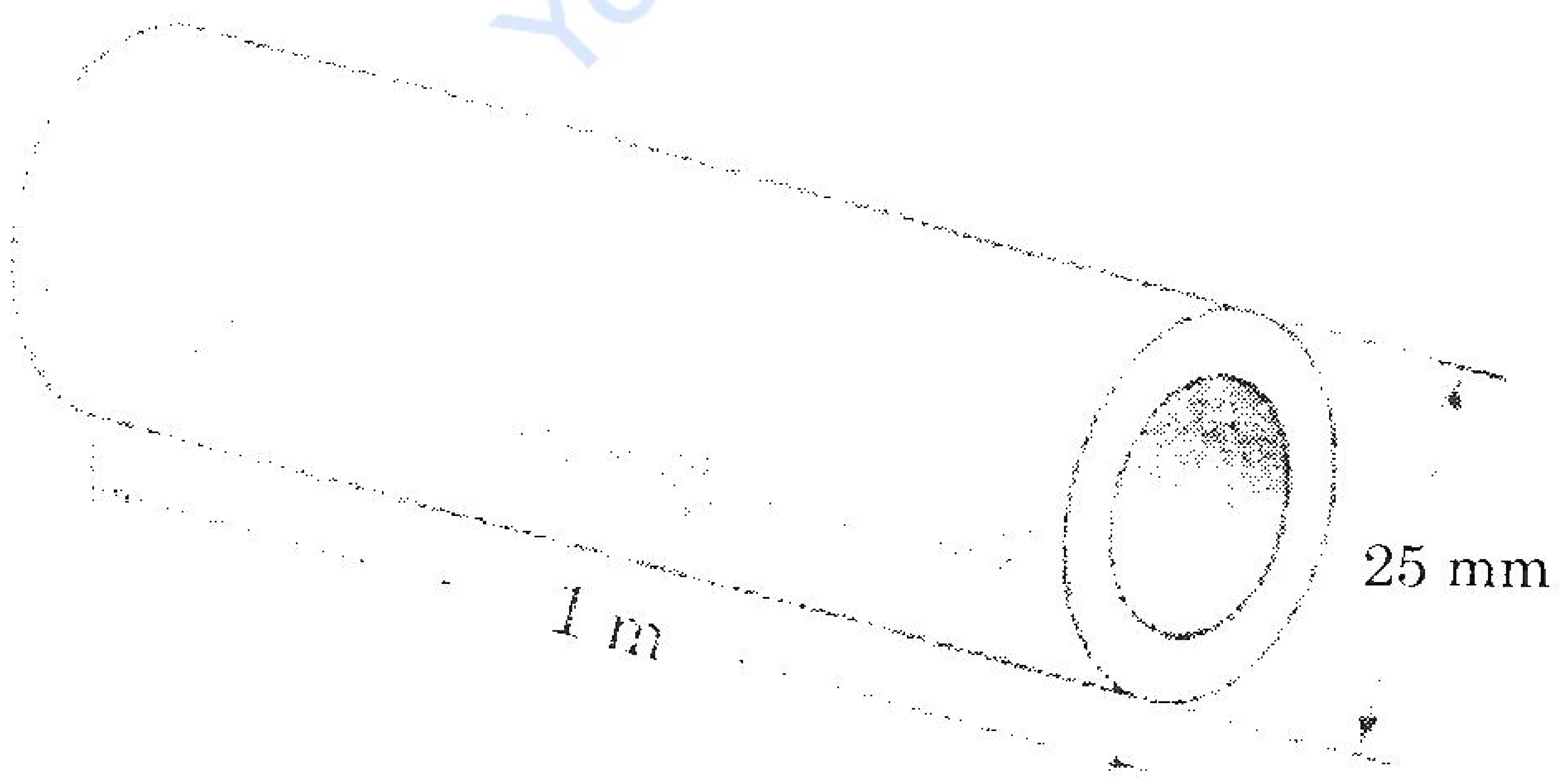


(b) 200 आर.पी.एम. की चाल से घूर्णन करने पर एक पेल्टन चक्र 240 m की दाबोच्चता पर, 80% समग्र दक्षता पर, 5520 kW शक्ति उत्पन्न करता है । एकक निस्सरण, एकक शक्ति और एकक चाल ज्ञात कीजिए । परिधीय गुणांक को 0·46 मान लीजिए । ग्रीष्म ऋतु में इसी टरबाइन पर दाबोच्चता यदि 150 m तक गिर जाती है, तो इस दाबोच्चता पर निस्सरण, शक्ति और चाल ज्ञात कीजिए ।

A Pelton wheel develops 5520 kW power under a head of 240 m at an overall efficiency of 80% when revolving at a speed of 200 rpm. Find the unit discharge, unit power and unit speed. Assume peripheral coefficient as 0·46. If the head on the same turbine falls during summer season to 150 m, find the discharge, power and speed at this head. *15*

(c) एक 1 m लम्बी खोखली शैफ्ट को 400 N-m के एक बल-आघूर्ण का संचारण करना है । मौजूदा अनुलग्नकों को फिट करने के लिए शैफ्ट का बाह्य व्यास 25 mm होना चाहिए । शैफ्ट के दो सिरों का सापेक्ष घूर्णन 0·375 रेडियन तक सीमित है । शैफ्ट या तो टाइटेनियम मिश्रधातु या ऐलुमिनियम की बनाई जा सकती है । नीचे सारणी में दिए गए आँकड़ों का उपयोग करके ज़्यादा से ज़्यादा हल्की शैफ्ट के अधिकतम आंतरिक त्रिज्या का निर्धारण मिमी के निकटतम तक कीजिए, जिसे बल-आघूर्ण के संचारण के लिए उपयोग किया जा सके ।

पदार्थ	अपरूपण मापांक G (GPa)	अधिकतम अपरूपण प्रतिबल $\tau_{अनुज्ञेय}$ (MPa)	γ (घनत्व) (Mg/m^3)
टाइटेनियम मिश्रधातु	36	450	4·4
ऐलुमिनियम	28	150	2·8



Prepp
Your Personal Exams Guide

A 1 m long hollow shaft is to transmit a torque of 400 N-m. The outer diameter of the shaft must be 25 mm to fit existing attachments. The relative rotation of the two ends of the shaft is limited to 0·375 rad. The shaft can be made of either titanium alloy or aluminium. Using the data given in the table below, determine the maximum inner radius to the nearest millimeter of the lightest shaft that can be used for transmitting the torque. 20

Material	Shear Modulus G (GPa)	Maximum Shear Stress τ_{allow} (MPa)	γ (density) (Mg/m^3)
Titanium alloy	36	450	4·4
Aluminium	28	150	2·8