Civil Services (Main)
Examination- 2025

SLPM-P-CVL

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 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.

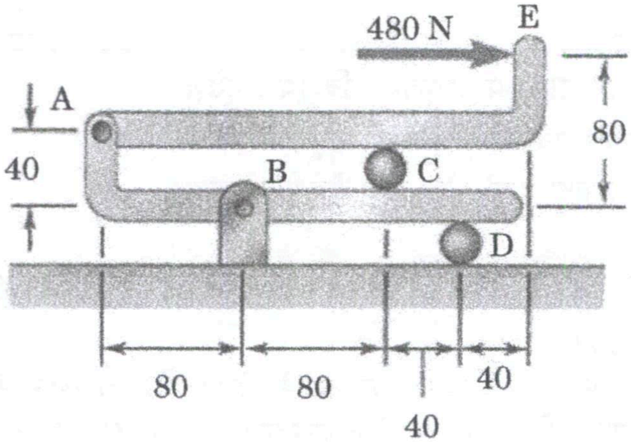
Diagrams / Figures, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.

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

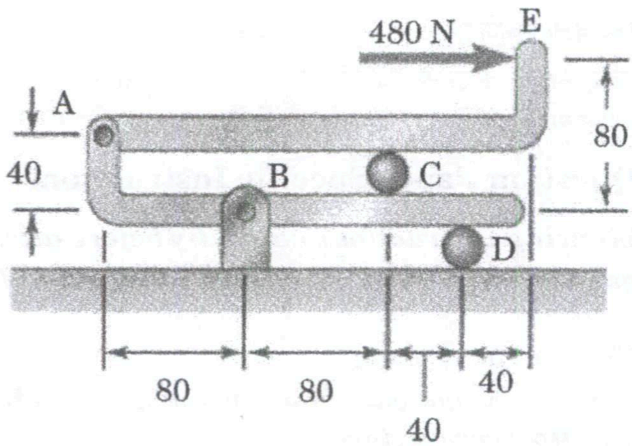
Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer (QCA) Booklet must be clearly struck off.

खण्ड A
SECTION A

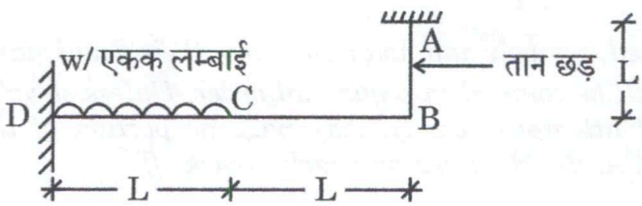
Q1. (a) लिंक ABCD का मुक्त पिंड आरेख बनाइए और चित्र में दर्शाए गए समन्वायोजन के A, B, C और D पर लगने वाले सभी प्रतिक्रिया बलों को निर्धारित कीजिए।
(सभी विमाएँ mm में हैं।)



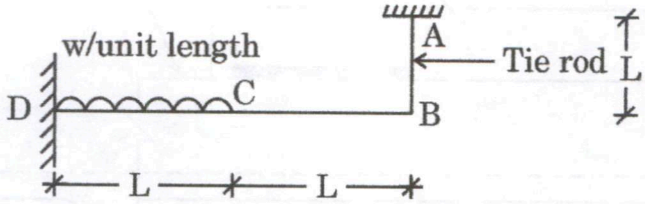
Draw the free body diagram of link ABCD and determine all reaction forces acting at A, B, C and D of the assembly shown in the figure. *10*
(All dimensions are in mm.)



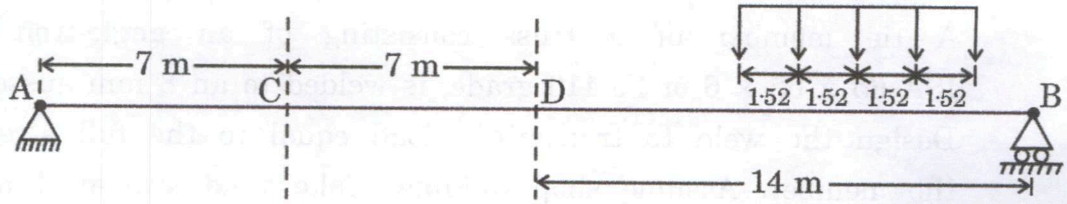
(b) 2L लम्बाई की एक क्षैतिज प्रास धरन का मुक्त सिरा, लम्बाई L और क्षेत्रफल 'A' की ऊर्ध्वाधर तान छड़ जो आरम्भ में तनाव रहित है, से जुड़ा है। यदि प्रास धरन का जड़त्व आघूर्ण I है, तो तान छड़ द्वारा वहन किए जाने वाले भार का निर्धारण कीजिए जब प्रास की आंतरिक अर्द्ध लम्बाई पर 'w' प्रति एकक लम्बाई का एक एकसमान वितरित भार रखा गया है। तान छड़ और प्रास धरन के लिए प्रत्यास्थता गुणांक E है।



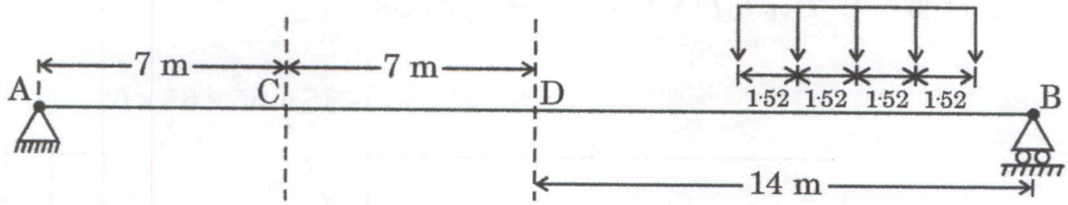
A horizontal cantilever beam of length 2L has its free end attached to a vertical tie rod of length L and area 'A', which is initially unstrained. If the moment of inertia of the cantilever beam is I, determine the load taken by the tie rod when a uniformly distributed load of 'w' per unit run is placed on the inner half length of the cantilever. Modulus of elasticity for the tie rod and cantilever beam is E. *10*



(c) बिन्दु 'C' और 'D' पर अधिकतम बंकन आघूर्ण की गणना कीजिए यदि एक दूसरे से 1·52 m की समान दूरी पर स्थित 160 kN के पाँच भार धरन को दाएँ से बाएँ की ओर पार करते हैं।



Calculate the maximum bending moment at points 'C' and 'D' if the five loads of 160 kN equally spaced at 1·52 m, cross the beam from right to left. *10*

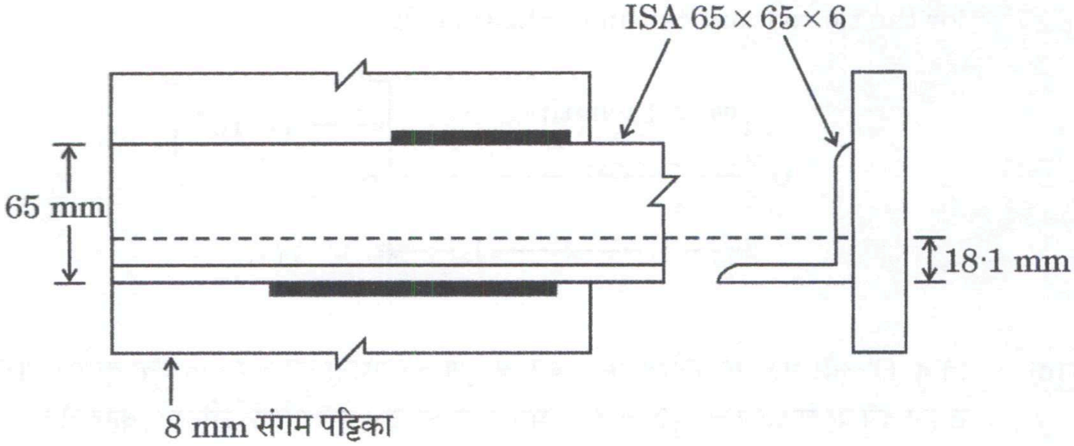


(d) Fe 410 ग्रेड के एक लोह-कोण परिच्छेद ISA 65 × 65 × 6 से बना ट्रस का एक तान अवयव 8 mm की संगम पट्टिका से वेल्डित है। अवयव की पूर्ण सामर्थ्य के बराबर के भार को प्रेषित करने के लिए वेल्ड की अभिकल्पना कीजिए। कार्यशाला वेल्डिंग मान लीजिए। वेल्ड आमाप 4 mm और $f_y = 250$ MPa लीजिए। ISA 65 × 65 × 6 के गुणधर्म हैं :

$A = 744\ mm^2$, $C_z = 18{\cdot}1\ mm$, $\gamma_{m0} = 1{\cdot}1$, $\gamma_{m1} = 1{\cdot}25$

$T_{db} = [A_{vg}\ f_y/(\sqrt{3}\,\gamma_{m0}) + 0{\cdot}9\ A_{tn}\ f_u/\gamma_{m1}]$ या

$T_{db} = [0{\cdot}9A_{vn}\ f_u/(\sqrt{3}\,\gamma_{m1}) + A_{tg}\ f_y/\gamma_{m0}]$

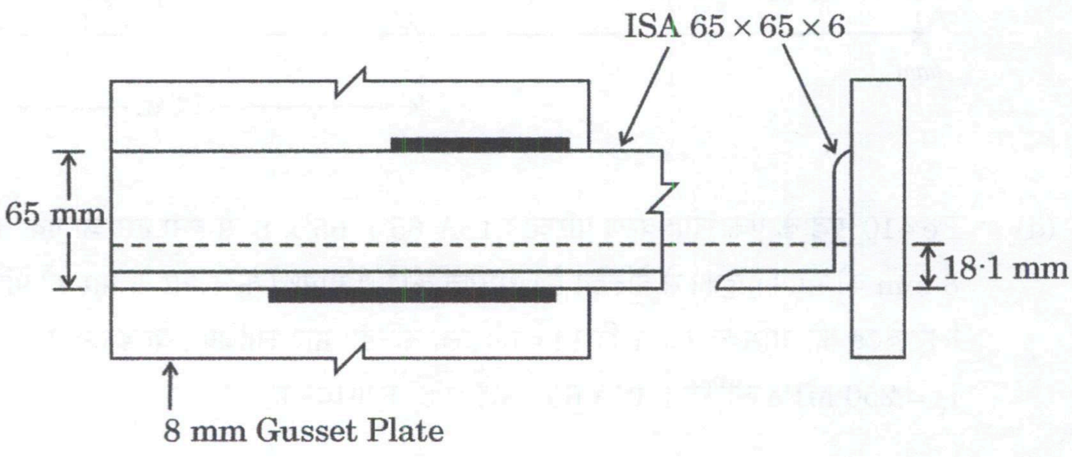


A tie member of a truss consisting of an angle-iron section ISA 65 × 65 × 6 of Fe 410 grade, is welded to an 8 mm gusset plate. Design the weld to transmit a load equal to the full strength of the member. Assume shop welding. Take weld size as 4 mm and $f_y = 250$ MPa, properties of ISA 65 × 65 × 6 are :

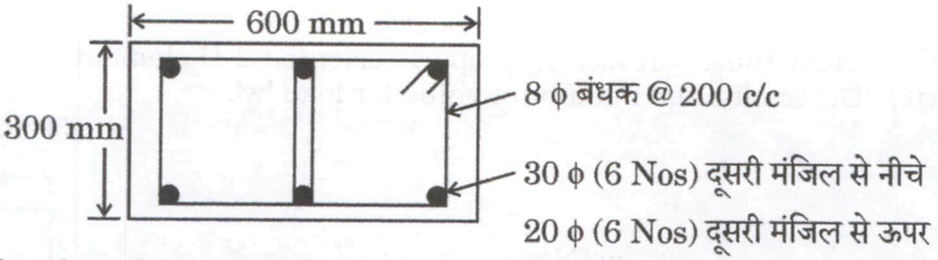
$A = 744\ mm^2$, $C_z = 18{\cdot}1\ mm$, $\gamma_{m0} = 1{\cdot}1$, $\gamma_{m1} = 1{\cdot}25$

$T_{db} = [A_{vg}\ f_y/(\sqrt{3}\,\gamma_{m0}) + 0{\cdot}9\ A_{tn}\ f_u/\gamma_{m1}]$ or

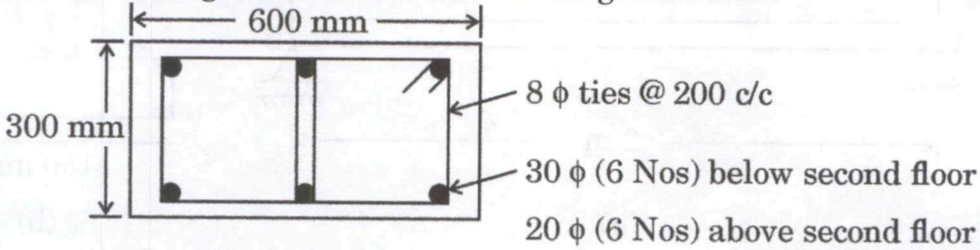
$T_{db} = [0{\cdot}9A_{vn}\ f_u/(\sqrt{3}\,\gamma_{m1}) + A_{tg}\ f_y/\gamma_{m0}]$ *10*



(e) एक भवन में एक भूतल स्तंभ का अनुविक्षेप चित्र में दर्शाया गया है। अनुदैर्ध्य छड़ों के व्यास को, दूसरी मंजिल से ऊपर, 30 mm से घटाकर 20 mm किया जाना वांछित है। एक उपयुक्त चढ़ाव जोड़ पट्टी का अभिकल्पन कीजिए और विवरण दीजिए। M25 ग्रेड कंक्रीट और Fe 500 ग्रेड इस्पात मान लीजिए।



The plan of a ground floor column in a building is shown in the figure. It is desired to reduce the longitudinal bar diameter from 30 mm to 20 mm above the second floor level. Design and detail a suitable lap splice. Assume M25 grade concrete and Fe 500 grade steel. *10*



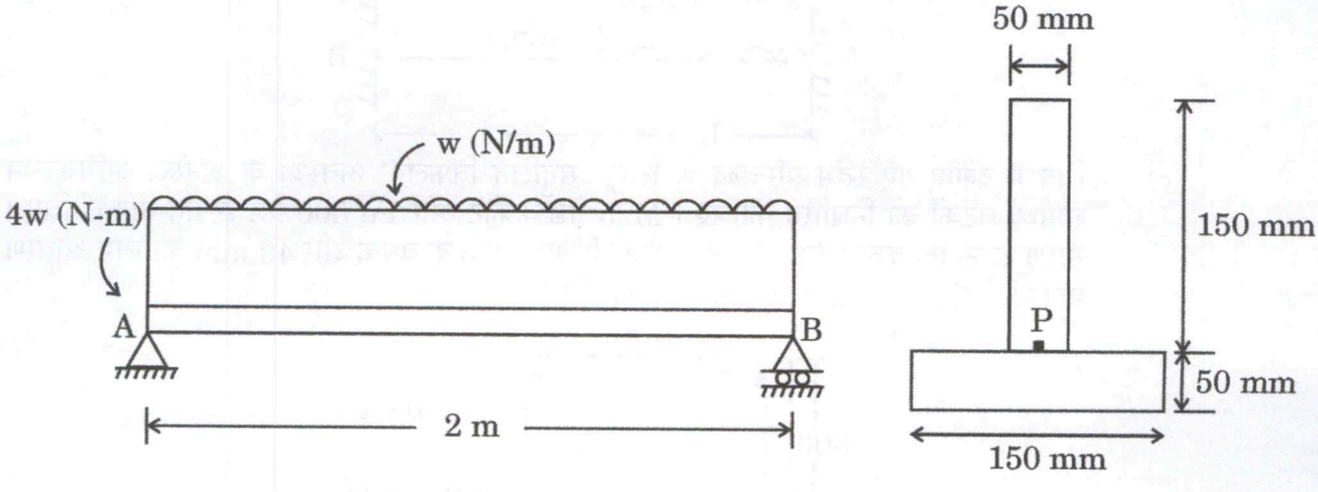
Q2. (a) एक T-परिच्छेद धरन का निर्माण, चित्र में दर्शाए अनुसार, लकड़ी के दो टुकड़ों को चिपकाकर किया गया है। गोंद जोड़ में अधिकतम प्रतिबल, तनन में 2 MPa तक सीमित किया जाना है और अधिकतम अपरूपण प्रतिबल 1·7 MPa तक सीमित किया जाना है।

(i) अवयव के बिन्दु 'P' पर प्रतिबल घटकों को निर्धारित कीजिए। बिन्दु 'P' चिपकाए हुए जोड़ पर स्थित है।

(ii) बिन्दु 'P' पर मुख्य प्रतिबल निर्धारित कीजिए।

(iii) इन प्रतिबलों को उचित रूप से उन्मुख द्वि-आयामी अवयवों पर दर्शाइए।

(iv) भार 'w' के अधिकतम मान को निर्धारित कीजिए।



(a) (b)

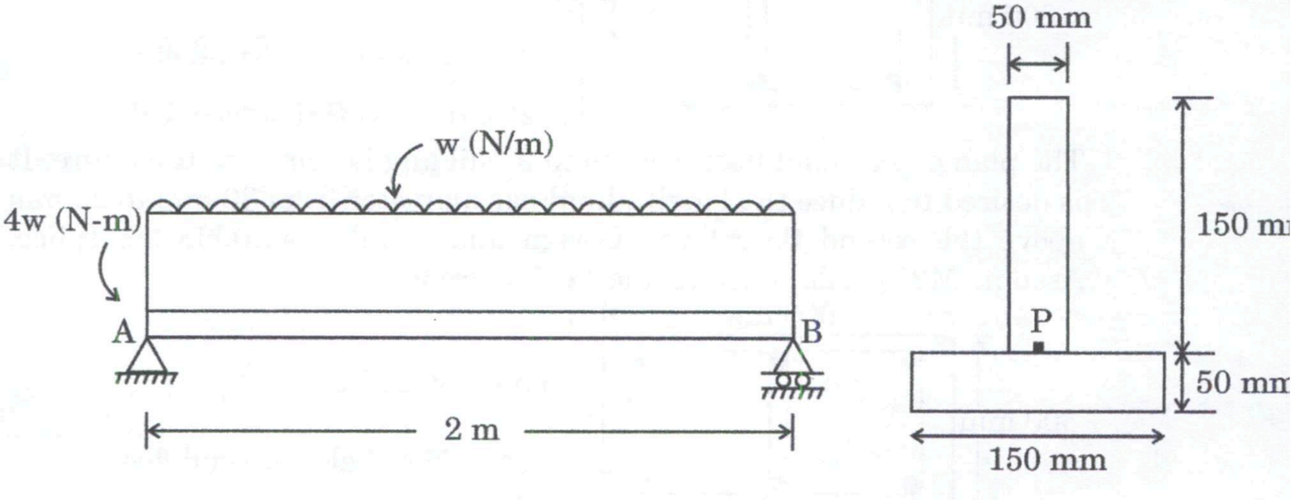
A T-section beam is constructed by gluing two pieces of wood together as shown in the figure. The maximum stress in the glue joints is to be limited to 2 MPa in tension and maximum shear stress is to be limited to 1·7 MPa.

(i) Determine the stress components on element at point 'P'. Point 'P' is located at glued joint.

(ii) Determine principal stresses at point 'P'.

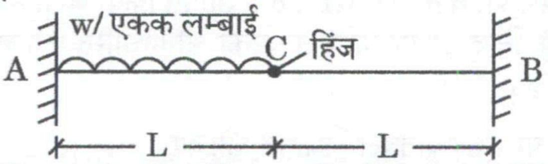
(iii) Show these stresses on properly oriented 2-D elements.

(iv) Determine the maximum value for load 'w'. *20*

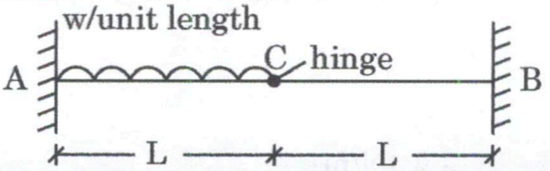


(a) (b)

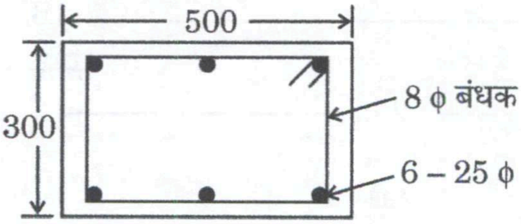
(b) चित्र में दर्शाई गई धरन के लिए, C पर प्रतिक्रिया ज्ञात कीजिए और धरन के लिए बंकन आघूर्ण आरेख बनाइए।
EI = नियत लीजिए।



For the beam shown in the figure, find the reaction at C and draw the bending moment diagram for the beam. *10*
Take EI = Constant.



(c) चित्र में दर्शाए गए स्तंभ परिच्छेद के लिए, 'संतुलित विफलन' अवस्था के अनुरूप अभिकल्पन सामर्थ्य घटकों को निर्धारित कीजिए। M25 ग्रेड कंक्रीट और Fe 500 ग्रेड इस्पात मान लीजिए। भारण उत्केन्द्रता केवल दीर्घ अक्ष के सापेक्ष लीजिए। 8 ϕ के बंधक और 40 mm का स्पष्ट आवरण मान लीजिए। $E_s = 2 \times 10^5$ N/mm^2 लीजिए।



Fe 500 इस्पात के लिए $\varepsilon_y = \frac{0{\cdot}87\, f_y}{E_s} + 0{\cdot}002$

C_c = कंक्रीट में परिणामी बल

$$C_s = \sum_{i=1}^{n} (f_{si} - f_{ci})\, A_{si}$$

$$M_c = C_c \left(\frac{D}{2} - \overline{X}\right)$$

$$M_s = \sum_{i=1}^{n} (f_{si} - f_{ci})\, A_{si} \times y_i$$

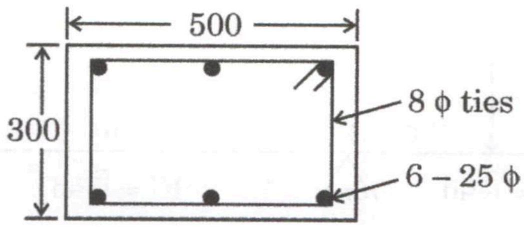
$A_{si} \rightarrow$ iवीं पंक्ति में इस्पात का क्षेत्रफल

$y_i \rightarrow$ इस्पात की iवीं पंक्ति की केन्द्रक अक्ष से दूरी

Fe 500 के लिए निर्दिष्ट विकृतियों पर अभिकल्पन प्रतिबल :

विकृति	प्रतिबल (MPa)
0·000	0·0
0·00174	347·8
0·00195	369·6
0·00226	391·3
0·00277	413·0
0·00312	423·9
0·00417	434·8

For the column section shown in the figure, determine the design strength components corresponding to the condition of 'balanced failure'. Assume M25 grade concrete and Fe 500 grade steel. Consider loading eccentricity with respect to the major axis alone. Assume 8 ϕ ties and 40 mm clear cover. Take $E_s = 2 \times 10^5$ N/mm^2. 20



For Fe 500 steel $\varepsilon_y = \frac{0 \cdot 87 f_y}{E_s} + 0 \cdot 002$

C_c = resultant force in concrete

$$C_s = \sum_{i=1}^{n} (f_{si} - f_{ci})\ A_{si}$$

$$M_c = C_c \left(\frac{D}{2} - \overline{X} \right)$$

$$M_s = \sum_{i=1}^{n} (f_{si} - f_{ci})\ A_{si} \times y_i$$

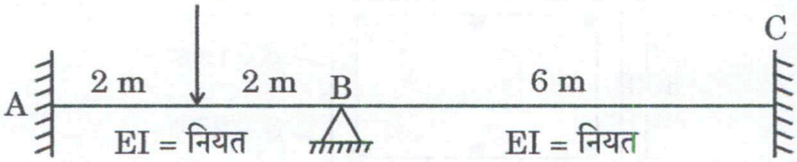
$A_{si} \rightarrow$ Area of steel in i^{th} row

$y_i \rightarrow$ Distance of i^{th} row of steel from the centroidal axis

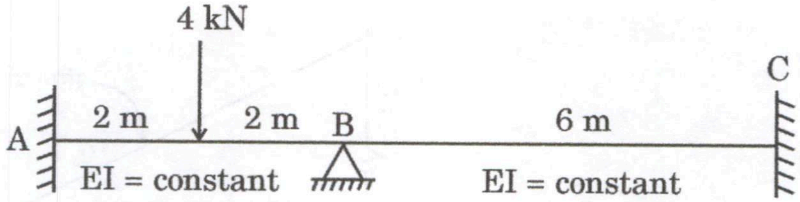
Design stress at specified strains for Fe 500 :

Strain	Stress (MPa)
0·000	0·0
0·00174	347·8
0·00195	369·6
0·00226	391·3
0·00277	413·0
0·00312	423·9
0·00417	434·8

Q3. (a) चित्र में दर्शाई गई सतत धरन का विश्लेषण प्रवणता-विक्षेप विधि द्वारा कीजिए। अपरूपण बल आरेख (एस.एफ.डी.) और बंकन आघूर्ण आरेख (बी.एम.डी.) बनाइए । बंकन आघूर्ण आरेख में नति-परिवर्तन बिन्दु की भी गणना कीजिए।



Analyse the continuous beam shown in the figure by slope-deflection method. Draw the Shear Force Diagram (SFD) and Bending Moment Diagram (BMD). Also calculate point of contraflexure in BMD. *20*



(b) 300 × 500 mm (प्रभावी) आमाप की एक शुद्धालम्बित प्रबलित कंक्रीट धरन को Fe 500 ग्रेड इस्पात की 16 mm ϕ की 4 छड़ों द्वारा प्रबलित किया गया है। शुद्धालम्बित सिरे पर छड़ों की स्थिरण लम्बाई निर्धारित कीजिए यदि यह 300 mm चौड़े चिनाई आलम्ब के मध्य पर 350 kN के गुणित अपरूपण बल को वहन करता है। M25 ग्रेड का कंक्रीट मिश्रण उपयोग किया जाना है।

M25 के लिए सादी छड़ों के लिए बंधन प्रतिबल $(\tau_{bd}) = 1{\cdot}4$ MPa

$E_s = 2 \times 10^5$ N/mm^2

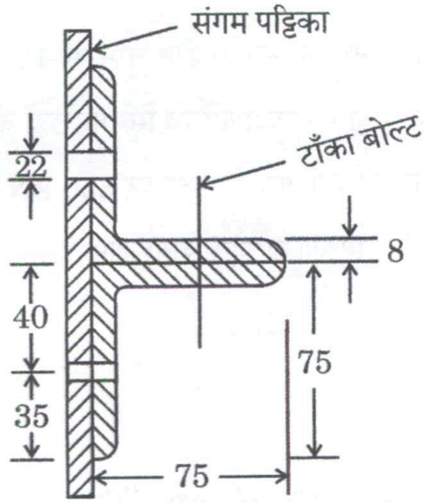
A simply supported reinforced concrete beam of size 300 × 500 mm (effective) is reinforced with 4 bars of 16 mm ϕ of Fe 500 grade steel. Determine the anchorage length of the bars at simply supported end if it is subjected to a factored shear force of 350 kN at the centre of 300 mm wide masonry support. The concrete mix of grade M25 is to be used.

Bond stress (τ_{bd}) for plain bar for M25 = 1·4 MPa

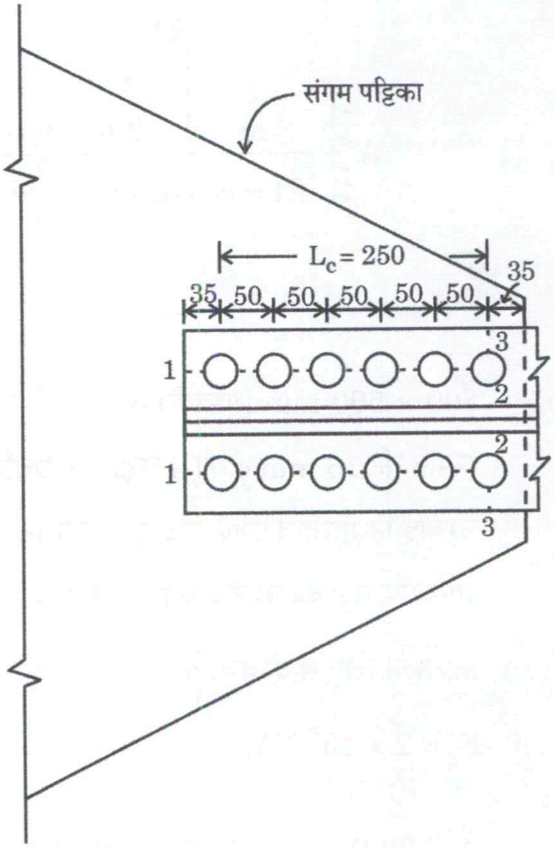
$E_s = 2 \times 10^5$ N/mm^2 *10*

(c) एक तनन अवयव ISA 75 × 75 × 8 आमाप के दो सहपृष्ठ लोह-कोणों से बना है और चित्र में दर्शाए अनुसार 20 mm व्यास के 6 बोल्टों की एकल पंक्ति द्वारा संगम पट्टिका के एक ही ओर जुड़ा है। भार वहन क्षमता की गणना कीजिए जब दो लोह-कोण टाँका-बोल्टित हैं।

इस्पात का पराभव प्रतिबल (f_y) = 250 MPa और चरम तनन प्रतिबल (f_u) = 410 MPa.



चित्र (a)



चित्र (b)

प्रदत्त :

$$\beta = 1{\cdot}4 - 0{\cdot}076\left(\frac{w}{t}\right)\left(\frac{f_y}{f_u}\right)\left(\frac{b_s}{L_c}\right) \le \left(\frac{f_u\,\gamma_{m0}}{f_y\,\gamma_{m1}}\right)$$

$$\ge 0{\cdot}7$$

जहाँ, w = प्रक्षिप्त भुजा की चौड़ाई

b_s = अपरूपण पश्चता चौड़ाई

L_c = सिरा जोड़ की लम्बाई

$\alpha = 0{\cdot}6$ एक या दो बोल्टों के लिए

$\alpha = 0{\cdot}7$ तीन बोल्टों के लिए

$\alpha = 0{\cdot}8$ चार या अधिक बोल्टों के लिए

A tension member consists of two angle-irons, back to back, of size ISA 75 × 75 × 8 and is connected to the same side of a gusset plate by a single row of six 20 mm diameter bolts as shown in the figure. Calculate the load carrying capacity when the two angles are tack-bolted.
Yield stress of steel (f_y) = 250 MPa and
Ultimate tensile stress (f_u) = 410 MPa. *20*

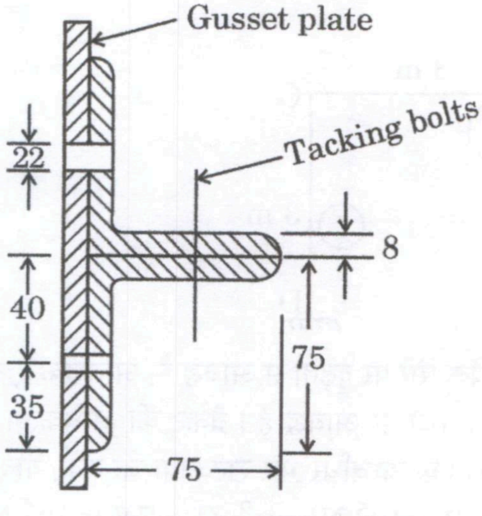


Figure (a)

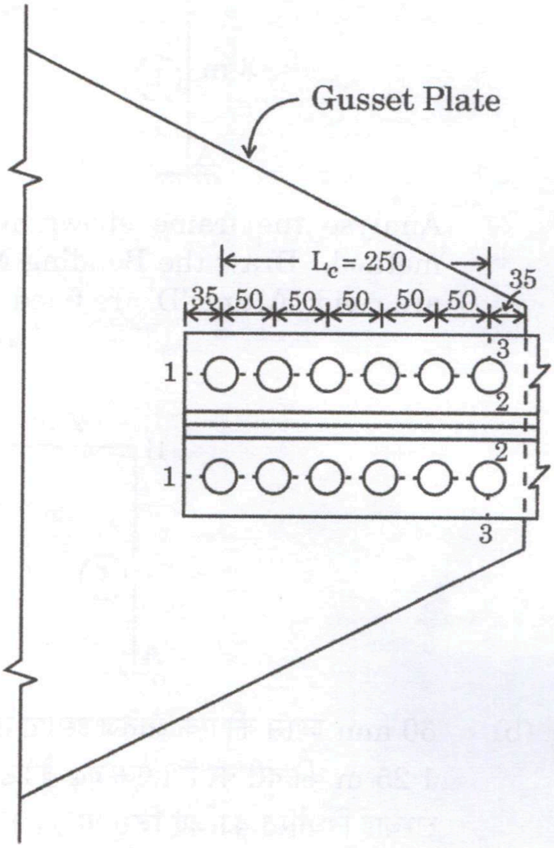


Figure (b)

Given :

$$\beta = 1{\cdot}4 - 0{\cdot}076\left(\frac{w}{t}\right)\left(\frac{f_y}{f_u}\right)\left(\frac{b_s}{L_c}\right) \le \left(\frac{f_u\,\gamma_{m0}}{f_y\,\gamma_{m1}}\right)$$
$$\ge 0{\cdot}7$$

where, w = outstand leg width

b_s = shear lag width

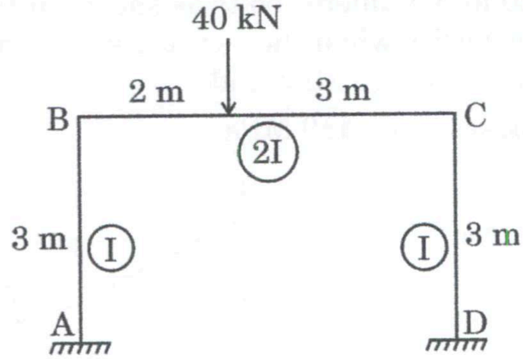
L_c = length of the end connection

$\alpha = 0{\cdot}6$ for one or two bolts

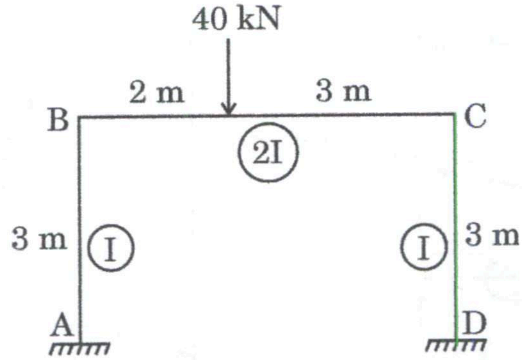
$\alpha = 0{\cdot}7$ for three bolts

$\alpha = 0{\cdot}8$ for four or more bolts

Q4. (a) चित्र में दर्शाए गए फ्रेम का विश्लेषण आघूर्ण वितरण विधि द्वारा कीजिए । बंकन आघूर्ण आरेख (बी.एम.डी.) बनाइए। जोड़ 'B' और 'C' दृढ़ हैं; 'A' और 'D' आबद्ध हैं।



Analyse the frame shown in the figure by the moment distribution method. Draw the Bending Moment Diagram (BMD). Joints 'B' and 'C' are rigid; 'A' and 'D' are fixed. *20*



(b) 60 mm व्यास की एक क्षैतिज इस्पात छड़ प्रत्येक सिरे पर दृढ़ता से आबद्ध है, आबद्धक एक दूसरे से 1·25 m की दूरी पर हैं । एक दृढ़ ब्रैकेट छड़ के मध्य पर आबद्ध है । ब्रैकेट की अधिकतम त्रिज्यीय लम्बाई निर्धारित कीजिए जिस पर 1400 N का एक ऊर्ध्वाधर भार लटकाया जा सके, यदि भार का विक्षेप 0·5 mm से अधिक नहीं हो पाए। $E = 2 \times 10^5$ N/mm^2; $G = 7{\cdot}6 \times 10^4$ N/mm^2 लीजिए।

A horizontal steel bar of 60 mm diameter is rigidly tied at each end, the ties being 1·25 m apart. A rigid bracket is fixed to the middle of the bar. Determine the maximum radial length of the bracket at which a vertical load of 1400 N can be suspended, if the deflection of the load is not to exceed 0·5 mm. Take $E = 2 \times 10^5$ N/mm^2; $G = 7{\cdot}6 \times 10^4$ N/mm^2. *10*

(c) (i) निम्नलिखित के लिए, एक सतत धरन ABCDEFG के लिए चल भार के भारण के स्वरूप को दर्शाइए :

(A) आलम्ब C पर अधिकतम ऋणात्मक बंकन आघूर्ण

(B) विस्तृति CD में अधिकतम धनात्मक बंकन आघूर्ण

(C) विस्तृति CD में अधिकतम ऋणात्मक बंकन आघूर्ण

(D) आलम्ब C पर अधिकतम धनात्मक बंकन आघूर्ण

For a continuous beam ABCDEFG, show the pattern of loading for the live load for the following : 6

(A) max –ve bending moment at support C

(B) max +ve bending moment in span CD

(C) max –ve bending moment in span CD

(D) max +ve bending moment at support C

(ii) एक कार्यालय भवन की प्रतिवर्ती सीढ़ी (ट्रेड और राइज़र) की अभिकल्पना कीजिए, निम्नलिखित आँकड़े प्रदत्त हैं :

मंजिलों के बीच ऊँचाई = 3·2 m

राइज़र = 160 mm

ट्रेड = 270 mm

फ्लाइट की चौड़ाई = लैंडिंग चौड़ाई = 1·25 m

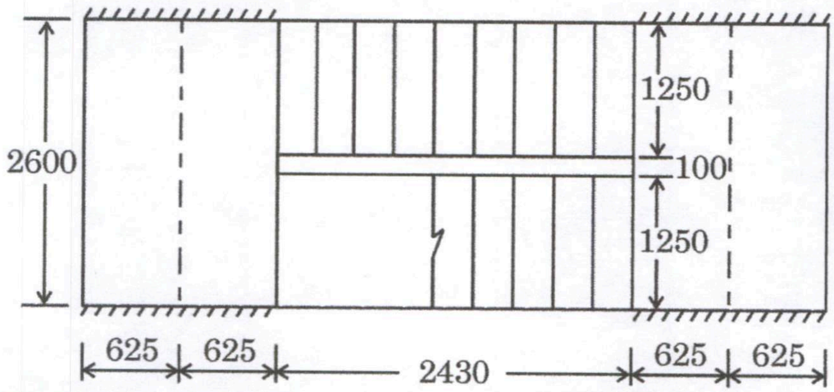
चल भार = 5 kN/m^2

परिष्कृतियों का भार = 0·6 kN/m^2

लैंडिंग को राइज़र के लम्बवत केवल दो सिरों पर आलम्बित मान लीजिए।

कंक्रीट का घनत्व = 25 kN/m^3 लीजिए।

$\frac{P_t}{100} = \frac{A_{st}}{bd} = \frac{f_{ck}}{2f_y}\left[1-\sqrt{1-4{\cdot}598\,R/f_{ck}}\right]$ जहाँ $R = M_u/bd^2$ है।



Design a (tread and riser) dog-legged staircase of an office building, given the following data :

Height between floors = 3·2 m

Riser = 160 mm

Tread = 270 mm

Width of flight = Landing width = 1·25 m

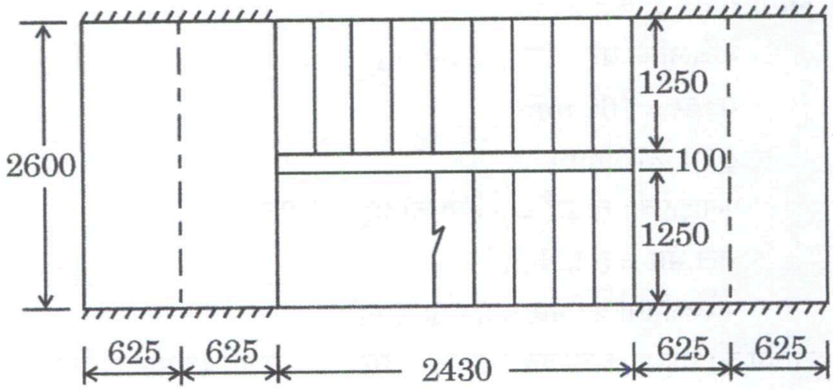
Live load = 5 kN/m^2

Finishes load = 0·6 kN/m^2

Consider the landing to be supported only on two edges perpendicular to the risers.

Take density of concrete = 25 kN/m^3.

$$\frac{P_t}{100} = \frac{A_{st}}{bd} = \frac{f_{ck}}{2f_y}\left[1-\sqrt{1-4 \cdot 598\, R/f_{ck}}\right] \text{ where } R = M_u/bd^2.$$ *14*



खण्ड B
SECTION B

Q5. (a) 0·6 m चौड़ी, 0·9 m ऊँची और 1·2 m लम्बी विमाओं वाले एक दृढ़ पिंड को पानी में डुबोए जाने पर भार 10 kN है।

वायु में इसका भार और घनत्व क्या होगा ?

(जल का विशिष्ट भार 9790 N/m^3 मान लीजिए।)

A rigid body having dimensions of 0·6 m wide, 0·9 m high and 1·2 m long weighs 10 kN when submerged in water.
What will be its weight and density in air ?
(Assume specific weight of water as 9790 N/m^3.) 10

(b) स्वच्छ रेखाचित्रों के साथ द्रवगतिक मसृण सतह, द्रवगतिक रूक्ष सतह और सीमांत परत पृथक्करण की व्याख्या कीजिए।

तरल प्रवाह समस्या में पृथक्करण के क्या प्रभाव हैं ?

With neat sketches explain Hydrodynamically smooth surface, Hydrodynamically rough surface and Boundary layer separation.

What are the effects of separation in a fluid flow problem ? 10

(c) एक कैप्लन टरबाइन 40 m की दाबोच्चता पर 20,000 kW ऊर्जा उत्पन्न करता है।
बॉस का व्यास, रनर के व्यास का 0·4 गुना है।
गणना कीजिए :
(i) रनर का व्यास
(ii) टरबाइन की घूर्णन गति
(iii) टरबाइन की विशिष्ट गति
(गति अनुपात 2·5, प्रवाह अनुपात 0·80 और समग्र दक्षता 80% मान लीजिए।)

A Kaplan turbine develops 20,000 kW power at a head of 40 m.

The diameter of the boss is 0·4 times the diameter of the runner.
Calculate :
(i) Diameter of the runner
(ii) Rotational speed of the turbine
(iii) Specific speed of the turbine

(Assume a speed ratio of 2·5, flow ratio of 0·80 and an overall efficiency of 80%.) 10

(d) प्रयोगशाला में, कासाग्रान्डे के उपकरण द्वारा द्रव सीमा परीक्षण किया गया और निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए :

परीक्षण क्रमांक	1	2	3	4
जलांश (%)	68	58	50	45
वारों की संख्या	4	9	28	46

मृदा की सुघट्यता सीमा 27% है। प्रवाह वक्र बनाइए और प्रवाह सूचकांक ज्ञात कीजिए। मृदा को वर्गीकृत भी कीजिए।

In a laboratory, the liquid limit test by Casagrande's apparatus is performed and following results are obtained :

Test No.	1	2	3	4
Moisture Content (%)	68	58	50	45
No. of blows	4	9	28	46

The plastic limit of the soil is 27%. Draw the flow curve and find flow index. Also classify the soil. 10

(e) एक संतृप्त मृत्तिका का अपरिरुद्ध संपीडन सामर्थ्य 90 kN/m^2 है। संतृप्त मृत्तिका की सतह पर आधारित 0·75 m की भुजा वाले वर्गाकार पाद की निवल चरम धारक क्षमता का निर्धारण कीजिए। यदि सुरक्षा गुणक 2·5 है, तो सुरक्षित धारक क्षमता क्या होगी ?

The unconfined compressive strength of a saturated clay is 90 kN/m^2. Determine the net ultimate bearing capacity of a square footing of side 0·75 m, resting on the surface of the saturated clay. What will be the safe bearing capacity if factor of safety is 2·5 ? 10

Q6. (a) एक छोटे आयताकार वियर के ऊपर निस्सरण Q, वियर के ऊपर दाबोच्चता H, वियर की ऊँचाई P, गुरुत्व g, वियर की चौड़ाई L और तरल के गुणधर्मों : घनत्व ρ, गतिक श्यानता μ पर निर्भर करता है।

बकिंघम विधि का उपयोग करते हुए चरों के बीच सम्बन्ध को विमारहित प्ररूप में व्यक्त कीजिए।

The discharge Q over a small rectangular weir depends on head H over the weir, the weir height P, gravity g, width of the weir L and fluid properties : density ρ, dynamic viscosity μ.

Express the relationship between the variables in dimensionless form using Buckingham method. 15

(b) एक आयताकार वाहिका 4·0 m चौड़ी है और 1·0 m की गहराई पर 5·0 m^3/s का निस्सरण वहन करती है। एक परिच्छेद पर वाहिका की चौड़ाई का मसृण संकुचन प्रस्तावित है। न्यूनतम संकुचित चौड़ाई ज्ञात कीजिए जिससे प्रतिप्रवाह प्रवाह अवस्थाएँ प्रभावित नहीं हों। संक्रमण में ऊर्जा ह्रास की उपेक्षा कीजिए।

A rectangular channel is 4·0 m wide and carries a discharge of 5·0 m^3/s at a depth of 1·0 m. A smooth contraction of the channel width is proposed at a section. Find the smallest contracted width that will not affect the upstream flow conditions. Neglect the energy losses in the transition. *15*

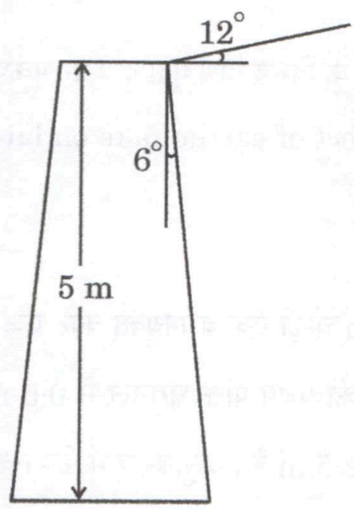
(c) (i) दिए गए आरेख में, 6° के आनत कोण वाली प्रतिधारक भित्ति की ऊँचाई 5 m है। प्रतिधारक भित्ति का पश्च पृष्ठ रेतीली मृदा को आलम्ब प्रदान कर रहा है जिसकी सतह क्षैतिज से 12° के कोण पर आनत है। प्रतिधारक भित्ति की प्रति एकक लम्बाई पर सक्रिय बल को निर्धारित कीजिए। परिणामी बल की स्थिति और दिशा भी ज्ञात कीजिए। पश्च भराव मृदा के गुणधर्म इस प्रकार हैं :

अपरूपण प्रतिरोध का कोण = 32°

संसंजन = 0

भित्ति के घर्षण कोण को अपरूपण प्रतिरोध के कोण का 50% मान लीजिए।

स्थूल घनत्व = 15·5 kN/m^3



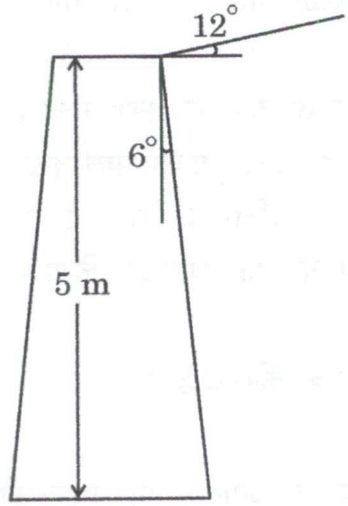
In the given diagram, the height of a retaining wall is 5 m with a batter angle 6°. The back face of the retaining wall is supporting a sandy soil, the surface of which is sloping at an angle 12° with the horizontal. Determine the active force per unit length of the retaining wall. Also find the direction and location of the resultant force. The properties of backfill soil are as below :

Angle of shearing resistance = 32°

Cohesion = 0

Assume angle of wall friction as 50% of angle of shearing resistance.

Bulk density = 15·5 kN/m^3 *15*



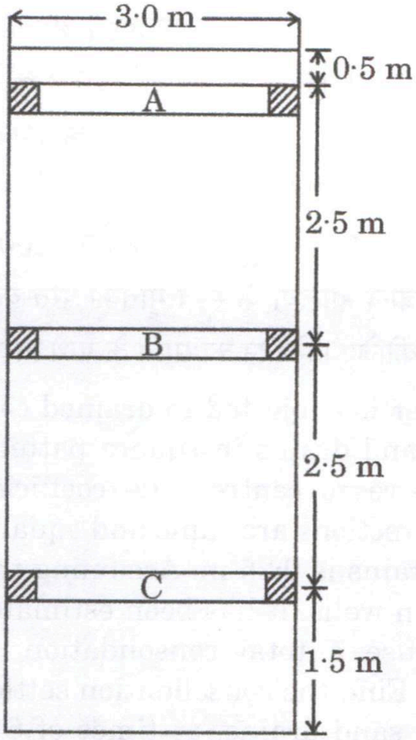
(ii) एक प्रतिधारक भित्ति के विरुद्ध पार्श्व मृदा दाब पर भूकंप का क्या प्रभाव होता है ?

What is the effect of earthquake on lateral earth pressure against a retaining wall ? *5*

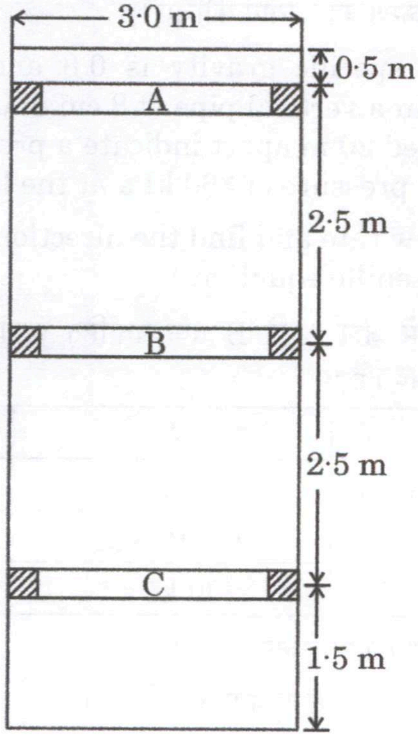
Q7. (a) 7·0 m गहरी और 3·0 m चौड़ी एक बंधनयुक्त काट एक संसंजन रहित बालू निक्षेप में प्रस्तावित है। मान लीजिए कि टेकों की प्रथम पंक्ति धरातल से 0·5 m नीचे लगानी है और आरेख में दर्शाए अनुसार टेकों का अंतराल 2·5 m है। अनुविक्षेप में, टेकों को केन्द्र से केन्द्र के 2 m के अंतराल पर रखा गया है। दाब आरेख के लिए पैक के आनुभविक संबंध का उपयोग करते हुए, टेकों में अभिकल्पन भारों को निर्धारित कीजिए। बालू के गुणधर्म इस प्रकार हैं :

अपरूपण प्रतिरोध का कोण = 30°

स्थूल घनत्व = 16·5 kN/m^3



A braced cut 7·0 m deep and 3·0 m wide is proposed in a cohesionless sand deposit. Assume that the first row of struts to be located at 0·5 m below ground level and the spacing of strut as 2·5 m as shown in the diagram. In the plan, the struts are placed at spacing of 2 m centre to centre. Using Peck's empirical relation for pressure diagram, determine the design loads in the struts. The properties of sand are as follows :
Angle of shearing resistance = 30°
Bulk density = 16·5 kN/m^3 *15*



(b) एक 5 m मोटी मृत्तिका परत शीर्ष और तली पर अपवाहित अवस्था में है। इसमें कुछ बालू नालियाँ वर्गाकार प्रारूप में हैं। बालू नालियों की केन्द्र से केन्द्र की दूरी 3 m है। संघनन गुणांक ऊर्ध्वाधर और त्रिज्यीय दिशाओं में समान हैं और 5×10^{-3} m^2/दिन के बराबर हैं। बालू नालियों की त्रिज्या 0·25 m है। यह मानते हुए कि नाली कुओं की परिधि पर कोई स्मीयर नहीं है, यह आकलन किया गया कि एक प्रदत्त एकसमान अधिभार बालू नालियों के बिना 200 mm का सकल संघनन निषदन करेगा। इसी अधिभार और बालू नालियों के साथ मृत्तिका परत का संघनन निषदन 6 माह, 9 माह और 1 वर्ष के समय पर ज्ञात कीजिए। निषदन का समय के साथ विचरण दर्शाइए।

A 5 m thick clay layer is subjected to drained condition both at top and bottom. It has few sand drains in square pattern. The spacing of sand drains are 3 m centre to centre. The coefficient of consolidation in vertical and radial directions are same and equal to 5×10^{-3} m^2/day. The radius of the sand drains is 0·25 m. Assuming that there is no smear at the periphery of drain wells, it has been estimated that a given uniform surcharge would cause a total consolidation settlement of 200 mm without sand drains. Find the consolidation settlement of clay layer with same surcharge and sand drains, at times of 6 months, 9 months and one year. Draw the variation of settlement with time. *15*

(c) (i) एक द्रव, जिसका विशिष्ट घनत्व 0·8 और गतिक श्यानता 1·8 पॉइज़ है, 8 cm व्यास के एक ऊर्ध्वाधर पाइप में प्रवाहित होता है। पाइप में एक दूसरे से 20 m की दूरी पर लगे दाबमापी ऊपरी सिरे पर दाब 180 kPa और निचले सिरे पर दाब 360 kPa दर्शाते हैं।

पाइप में प्रवाह दर की गणना कीजिए और प्रवाह की दिशा ज्ञात कीजिए।

(हेगन-पोइस्यूइल समीकरण का उपयोग कीजिए।)

A liquid whose specific gravity is 0·8 and dynamic viscosity is 1·8 poise, flows in a vertical pipe of 8 cm diameter. Pressure gauges in the pipe located 20 m apart indicate a pressure of 180 kPa at the upper end and a pressure of 360 kPa at the lower end.

Calculate the flow rate and find the direction of the flow in the pipe. (Use Hagen-Poiseuille equation.) *10*

(ii) एक शुंडाकार पाइप में जल A से B तक प्रवाहित होता है। परिच्छेद A और B पर निम्नलिखित आँकड़े प्रदत्त हैं :

परिच्छेद	A	B
पाइप का व्यास	12 cm	10 cm
ऊँचाई	100.000 m	101.000 m
गेज दाब	30 kPa	20 kPa

पाइप लाइन में निस्सरण का आकलन कीजिए।

(दो परिच्छेदों के बीच ऊर्जा ह्रास शून्य मान लीजिए।)

Water flows from A to B through a tapering pipe. The following data is given at section A and B :

Section	A	B
Diameter of pipe	12 cm	10 cm
Elevation	100.000 m	101.000 m
Gauge pressure	30 kPa	20 kPa

Estimate the discharge in the pipe line.

(Assume zero loss of energy between two sections.) *10*

Q8. (a) किसी स्थल से प्राप्त चार अति-संघनित मृत्तिका नमूनों पर संघनित अनपवाहित (सी.यू.) परीक्षण किए गए। पूर्व-संघनन दाब 650 kN/m^2 था। संघनित अनपवाहित अवस्था में त्रिअक्षीय परीक्षण के परिणाम निम्नलिखित प्रकार के हैं :

परीक्षण नमूना	कोष्ठिका दाब kN/m^2	विचलक प्रतिबल kN/m^2	रंध्र दाब kN/m^2	टिप्पणी
1	100	290	– 40	सभी परीक्षण संघनित अनपवाहित अवस्था में किए गए। विचलक प्रतिबल और रंध्र दाब विफलन पर थे।
2	200	430	– 20	
3	400	600	50	
4	600	840	110	

प्रभावी अपरूपण सामर्थ्य प्राचलों का निर्धारण कीजिए। अति-संघनन अनुपात के साथ रंध्र दाब प्राचल 'A' (विफलन पर) के विचरण को बनाइए।

The consolidated undrained (CU) tests were performed on the four over-consolidated clay samples obtained from a site. The pre-consolidation pressure was 650 kN/m^2. The results of triaxial test in CU condition are as follows :

Test sample	Cell pressure kN/m^2	Deviator stress kN/m^2	Pore pressure kN/m^2	Remark
1	100	290	– 40	All the tests were performed in CU condition. The deviator stress and pore pressure were at failure.
2	200	430	– 20	
3	400	600	50	
4	600	840	110	

Determine the effective shear strength parameters. Draw the variation of pore pressure parameter 'A' (at failure) with over-consolidation ratio. *15*

(b) एक 250 mm व्यास की 8 m लम्बी कंक्रीट स्थूणा को उभय-क्रिय हथौड़े द्वारा गाड़ा गया। गाड़ने की क्रिया एक छोटी डॉली और कुशन के द्वारा की गई। अंतिम पाँच प्रहारों में औसत छेदन 3·0 mm प्रति प्रहार अभिलेखित किया गया। सुरक्षित स्थूणा भार को निर्धारित कीजिए। आई.एस. 2911 (भाग I) – 1979 के अनुसार, आर.सी.सी. स्थूणा के गाड़ने और इस्पात आधरण पर उभय-क्रिय हथौड़े के प्रहार के लिए आघात के अधीन पदार्थों का प्रत्यवस्थान गुणांक 0·5 है। हथौड़े की निर्धारित ऊर्जा 16·5 kJ है और हथौड़े का द्रव्यमान 22 kN है। मान लीजिए कि निर्धारित ऊर्जा के केवल 90% का उपभोग होता है। आर.सी.सी. स्थूणा का घनत्व 25 kN/m^3 लिया जा सकता है। सुरक्षा गुणक 2·5 मान लीजिए।

A 250 mm diameter concrete pile 8 m long was driven by a double-acting hammer. The driving was carried out by a short dolly and cushion. The average penetration recorded in the last five blows was 3·0 mm per blow. Determine the safe pile load. As per IS 2911 (Part I) – 1979, the coefficient of restitution of the materials under impact for double-acting hammer striking on steel anvil and driving RCC pile is 0·5. The rated energy of hammer is 16·5 kJ and mass of hammer is 22 kN. Assume that only 90% of the rated energy is consumed. The density of RCC pile may be considered as 25 kN/m^3. Assume the factor of safety as 2·5. *15*

(c) (i) एक क्षैतिज आयताकार वाहिका में स्लूइस गेट खोला गया। स्लूइस गेट के अनुप्रवाह पर एक जलोच्छाल बना।
जलोच्छाल के पहले जल की गहराई 0·8 m और जलोच्छाल के पहले विशिष्ट ऊर्जा 12·0 m है।
जलोच्छाल की अनुक्रम गहराई और जलोच्छाल में ऊर्जा ह्रास ज्ञात कीजिए।
आरंभिक फ्राउड अंक क्या है ? प्रश्न में प्राप्त परिणामों के आधार पर जलोच्छाल को वर्गीकृत कीजिए।

In a horizontal, rectangular channel, the sluice gate is opened. A hydraulic jump is formed downstream of the sluice gate.
The depth of water before jump is 0·8 m and specific energy before jump is 12·0 m.
Find the sequent depth of the jump and energy lost in the jump. What is the initial Froude number ? Classify the jump based on the results obtained in the problem. *10*

(ii) जल-विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए एक अपवाह नदी संयंत्र प्रस्तावित है। उपलब्ध निवल दाबोच्चता 30 m है। शुष्क मौसम में नदी का धारणीय प्रवाह 30 m^3/s है। अधिकतम उत्पादन क्षमता का निर्धारण कीजिए। दैनिक विद्युत भार स्वरूप बताता है : 20 घंटे का औसत भार और 4 घंटे का चरम भार। दैनिक माँग के प्रदाय के लिए प्रदान किए जाने वाले भंडारण (जल संचय) के आयतन का आकलन कीजिए।

भार गुणक = 85% , दक्षता = 80% मान लीजिए।

A runoff river plant is proposed to generate hydroelectric power. The net head available is 30 m. The river carries a sustainable flow of 30 m^3/s in dry weather. Determine the maximum generating capacity. Daily load pattern indicates 20 hrs of average load and 4 hrs of peak load. Estimate the volume of pondage to be provided to supply the daily demand. *10*

Assume load factor = 85%, Efficiency = 80%.