SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

सिविल इंजीनियरी / CIVIL ENGINEERING

प्रश्न-पत्र I / Paper I

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

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

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 Booklet must be clearly struck off.

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

खण्ड A

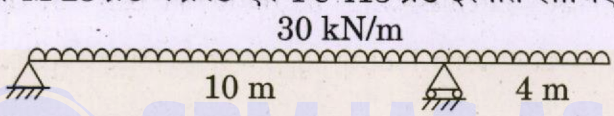
SECTION A

Q1. (a) एक कण मूल से x-y समतल में इस प्रकार चलता है कि किसी समय 't' पर, 'x'-अक्ष एवं 'y'-अक्ष के अनुदिश, उसका त्वरण $a_x = -6$ m/sec^2 एवं $a_y = 6$ m/sec^2 हो जाता है। t = 0 पर, इसका वेग 3 m/sec पूर्णतः x-अक्ष के अनुदिश है। कण के पथ का समीकरण ज्ञात कीजिए। कण का न्यूनतम वेग भी ज्ञात कीजिए।

A particle moves from the origin, in the x-y plane so that at any time 't' its acceleration along the 'x' and 'y' axes are $a_x = -6$ m/sec^2 and $a_y = 6$ m/sec^2. At t = 0, its velocity is 3 m/sec entirely along the x-axis. Find the equation to the path of the particle. Also find the minimum velocity of the particle. 10

(b) 300 mm × 500 mm के आयताकार परिच्छेद वाली एक प्रबलित कंक्रीट धरन, तनन क्षेत्र में 16 mm व्यास की 4 छड़ों द्वारा प्रबलित है जिसका प्रभावी कवर 40 mm है। धरन एक गुणित भार द्वारा भारित है जिसमें उसका स्वयं का भार भी शामिल है, जैसा कि नीचे चित्र में दर्शाया गया है।

अपरूपण के लिए क्रांतिक परिच्छेद पर, धरन हेतु ऊर्ध्वाधर अपरूपण प्रबलन का डिज़ाइन बनाइए। M 25 ग्रेड कंक्रीट एवं Fe 415 ग्रेड इस्पात लीजिए।



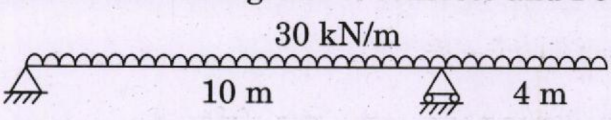
निम्नलिखित आँकड़े इस्तेमाल कीजिए :

M 25 कंक्रीट के लिए, $\tau_{c,max} = 3{\cdot}1$ N/mm^2

$\frac{100 A_s}{bd}$	0·25	0·5	0·75	1·00
τ_c (N/mm^2)	0·36	0·49	0·57	0·70

A reinforced concrete beam of rectangular section 300 mm × 500 mm is reinforced in tensile zone by 4 bars of 16 mm diameter having an effective cover of 40 mm. The beam is loaded with a factored load including its self-weight as shown in the figure below.

Design the vertical shear reinforcement for the beam at critical section for shear. Take M 25 grade of concrete and Fe 415 grade of steel. 10



Use the following data :

For M 25 concrete, $\tau_{c,max} = 3{\cdot}1$ N/mm^2

$\frac{100 A_s}{bd}$	0·25	0·5	0·75	1·00
τ_c (N/mm^2)	0·36	0·49	0·57	0·70

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) ISMB 600 @ 1202·71 N/m, जो 180 kN की आलम्ब प्रतिक्रिया के लिए 230 mm मोटी ईंट-चिनाई की दीवार पर आधारित है, के लिए आलम्ब पर धारण पट्टिका का डिज़ाइन बनाइए । ईंट की दीवार के लिए अनुज्ञेय धारण प्रतिबल 4·0 N/mm^2 एवं आंशिक सुरक्षा गुणंक v_{mo} = 1·1 मान लीजिए । ISMB 600 के परिच्छेदी गुणधर्म इस प्रकार हैं :

इस्पात का ग्रेड f_y	=	250 MPa
फ्लैंज की चौड़ाई b_f	=	210 mm
फ्लैंज की मोटाई t_f	=	20·8 mm
वेब की मोटाई t_w	=	12 mm
जड़ की त्रिज्या R	=	20 mm

Design a bearing plate at the support for ISMB 600 @ 1202·71 N/m resting on a brick masonry wall 230 mm thick for the support reaction of 180 kN. Assume the permissible bearing stress for brick wall be 4·0 N/mm^2 and partial safety factor v_{mo} = 1·1. The sectional properties of ISMB 600 are as follows : *10*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

Grade of steel f_y	=	250 MPa
Width of flange b_f	=	210 mm
Thickness of flange t_f	=	20·8 mm
Thickness of web t_w	=	12 mm
Radius of root R	=	20 mm

(d) एक प्रवाह क्षेत्र में, निम्नलिखित वेग घटक दिए गए हैं :

$u = 2xy$ एवं $v = a^2 + x^2 - y^2$

दर्शाइए कि प्रवाह संभव है । सुसंगत धारा फलन प्राप्त कीजिए ।

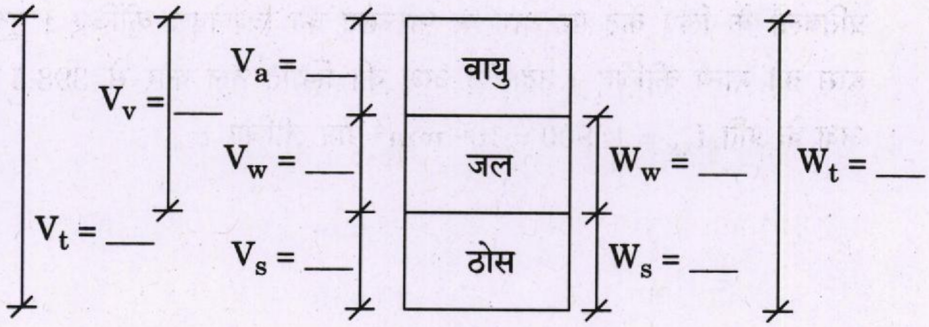
In a flow field, the following velocity components are given :

$u = 2xy$ and $v = a^2 + x^2 - y^2$

Show that the flow is possible. Obtain the relevant stream function. *10*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

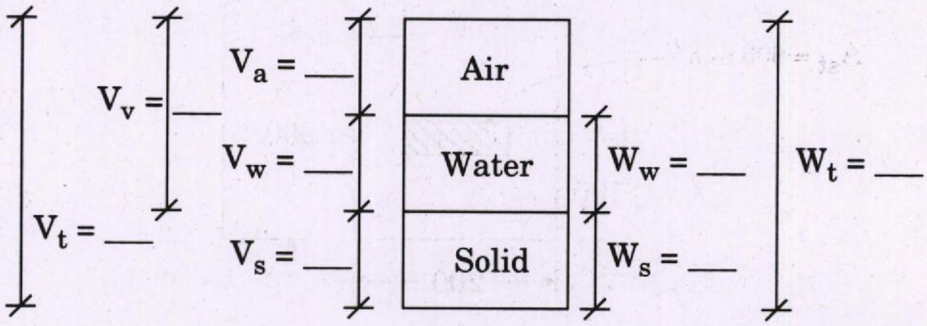
(e) एक 1·0 m^3 के नम मृदा प्रतिदर्श का भार 20·0 kN है । मृदा का जलांश 10% है । ठोसों का विशिष्ट घनत्व, $G_s = 2{\cdot}7$ मान सकते हैं । इस सूचना का प्रयोग करके फेज़ आरेख में सभी अलेखों को भरिए । मृदा प्रतिदर्श का रिक्ति अनुपात एवं संतृप्ति कोटि भी ज्ञात कीजिए । जल का एकक भार, $\gamma_w = 9{\cdot}81$ kN/m^3 मान लीजिए ।



V_t = कुल आयतन, V_v = रिक्ति का आयतन, V_a = वायु का आयतन, V_w = जल का आयतन, V_s = ठोसों का आयतन, W_t = कुल भार, W_w = जल का भार, W_s = ठोसों का भार ।

SPM IAS ACADEMY

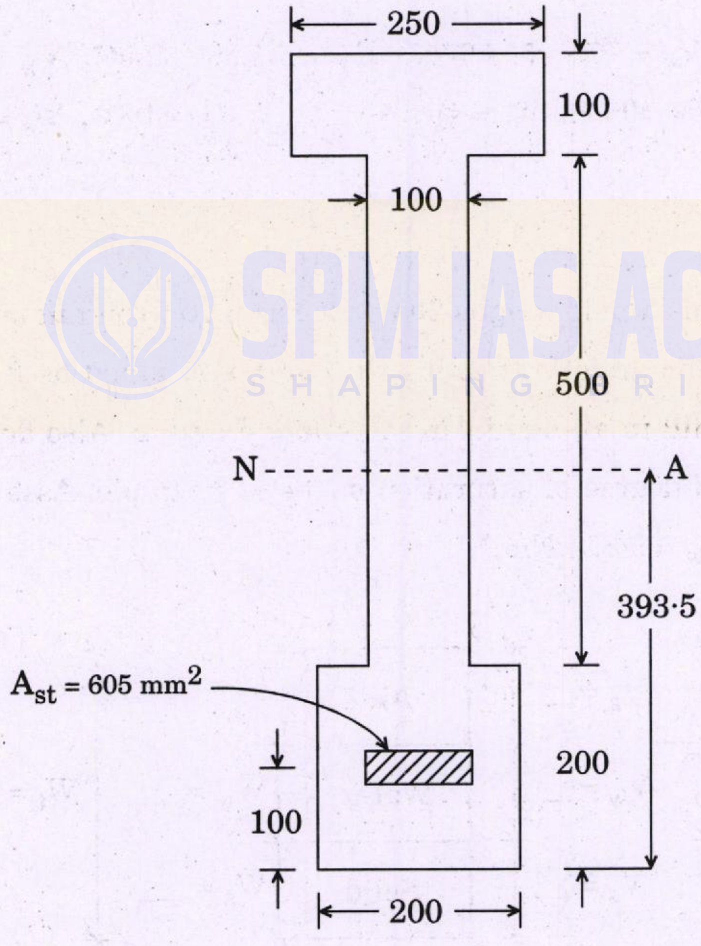
A 1·0 m^3 moist soil sample weighs 20·0 kN. The water content of the soil is 10%. The specific gravity of solids, G_s can be assumed as 2·7. With this information, fill in all blanks in the phase diagram. Also determine the void ratio and degree of saturation of the soil sample. Assume unit weight of water, $\gamma_w = 9{\cdot}81$ kN/m^3.



V_t = total volume, V_v = volume of void, V_a = volume of air, V_w = volume of water, V_s = volume of solids, W_t = total weight, W_w = weight of water, W_s = weight of solids. *10*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

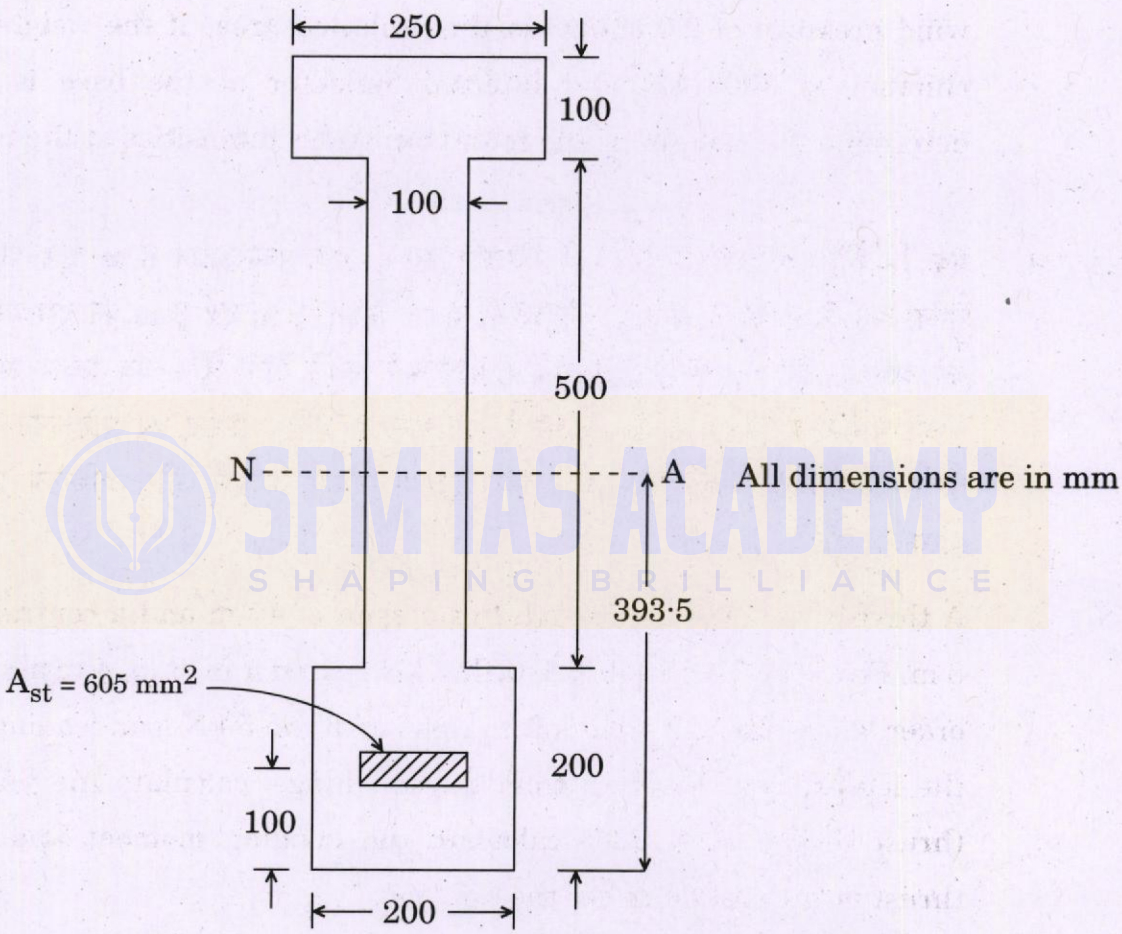
Q2. (a) एक 12 m विस्तृति वाली पूर्वप्रतिबलित कंक्रीट धरन का अनुप्रस्थ-परिच्छेद चित्र में दर्शाए अनुसार है । धरन को 20 kN/m का अध्यारोपित भार वहन करना है । पूर्वप्रतिबलन बल, 605 mm^2 क्षेत्र वाली कंदराओं द्वारा प्रेषित किया जाता है, जिन पर 1100 N/mm^2 का आरंभिक पूर्वप्रतिबल लगा है । अध्यारोपित भार के लगने से पूर्व एवं लगने के पश्चात् उत्पन्न प्रतिबलों के लिए केंद्र पर धरन के परिच्छेद का विश्लेषण कीजिए । पूर्वप्रतिबल में 15% ह्रास को मान्य कीजिए । उदासीन अक्ष की स्थिति तल कोर से 393·5 mm एवं उदासीन अक्ष के प्रति $I_{xx} = 13900 \times 10^6 \ mm^4$ मान लीजिए ।



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

The cross-section of a prestressed concrete beam of span 12 m is as shown in the figure. The beam has to carry a superimposed load of 20 kN/m. The prestressing force is transmitted by tendons having 605 mm^2 area, subjected to an initial prestress of 1100 N/mm^2. Analyse the beam section at centre for the stresses induced before and after the application of the superimposed load. Allow 15% loss of prestress. Assume location of N.A. as 393·5 mm from bottom edge and I_{xx} about N.A. is 13900×10^6 mm^4. *20*



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) एक पंप द्वारा उत्पन्न की गई दाब गिरावट ΔP, इम्पेलर व्यास D, घूर्णात्मक चाल N, तरल निस्सरण Q, तरल घनत्व ρ एवं श्यानता μ पर निर्भर करती है । बकिंघम के π-प्रमेय का इस्तेमाल करके, क्रियात्मक सम्बन्ध का अविमीय प्ररूप प्राप्त कीजिए ।

The pressure drop ΔP generated by a pump depends on impeller diameter D, the rotational speed N, fluid discharge Q, the fluid density ρ and viscosity μ. Using Buckingham π-theorem, obtain dimensionless form of the functional relationship. *15*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) खोखले वृत्ताकार परिच्छेद की एक शुंडाकार चिमनी 40 m ऊँची है । आधार पर इसका बाह्य व्यास 3·0 m एवं शीर्ष पर इसका बाह्य व्यास 2·0 m है । इसके प्रक्षिप्त क्षेत्र पर 2·0 kN/m^2 का वायु दाब लगा है । यदि चिमनी का भार 5000 kN एवं आधार पर इसका आंतरिक व्यास 1·2 m है, तो आधार पर अधिकतम एवं न्यूनतम प्रतिबल तीव्रताएँ निर्धारित कीजिए ।

A tapering chimney of hollow circular section is 40 m high. Its external diameter at the base is 3·0 m and at the top it is 2·0 m. It is subjected to wind pressure of 2·0 kN/m^2 of the projected area. If the weight of the chimney is 5000 kN and internal diameter at the base is 1·2 m, determine the maximum and minimum stress intensities at the base. *15*

Q3. (a) एक त्रि-कीली परवलयिक डाट की विस्तृति 40 m एवं मध्य-उठान 8 m है । पाँच पहियों वाला भार 5, 6, 6, 4, 4 kN, जो परस्पर 4 m, 3 m, 4 m एवं 3 m की दूरी पर हैं, डाट को बाएँ से दाएँ पार करते हैं जिसमें 5 kN भार सबसे आगे है । जब सबसे आगे चलने वाला भार बायीं कील से 30 m पर है, तो डाट में क्षैतिज प्रणोद का परिकलन कीजिए । इसके साथ पिछले भार के अधीन परिच्छेद पर बंकन आघूर्ण और अभिलंब प्रणोद का परिकलन कीजिए ।

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

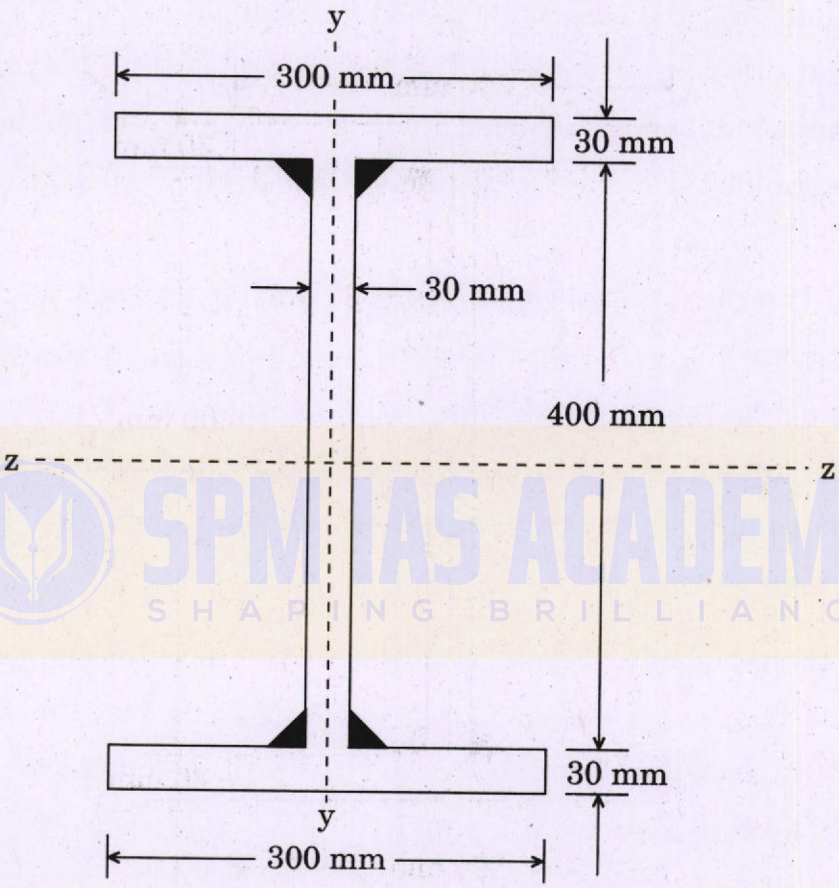
A three-hinged parabolic arch has a span of 40 m and a central rise of 8 m. Five wheel loads of 5, 6, 6, 4, 4 kN spaced 4 m, 3 m, 4 m and 3 m in order, cross the arch from left to right with the 5 kN load leading. When the leading load is 30 m from the left hinge, calculate the horizontal thrust in the arch. Also calculate the bending moment and normal thrust at the section under the tail load. *20*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) चित्र में एक निर्मित इस्पात स्तम्भ परिच्छेद दर्शाया गया है । नीचे दिए गए आँकड़ों के लिए संपीडन में अक्षीय भार क्षमता का निर्धारण कीजिए :

$$f_y = 250 \text{ MPa}, \ L = 5{\cdot}0 \text{ m}, \ t_w = t_f = 30 \text{ mm}, \ \gamma_{mf} = 1{\cdot}5$$

वेब एवं फ्लैंज के जोड़ वेल्डित जोड़ हैं । स्तम्भ के दोनों सिरे दिशा एवं स्थिति में बाधित हैं । zz-अक्ष के अनुदिश आकुंचन वक्र 'b' एवं yy-अक्ष के अनुदिश आकुंचन वक्र 'c' प्रयोग किया जाना है ।



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

वक्र 'b' एवं 'c' हेतु तनुता अनुपात के लिए अभिकल्पन संपीडन प्रतिबल नीचे दिए गए हैं ।

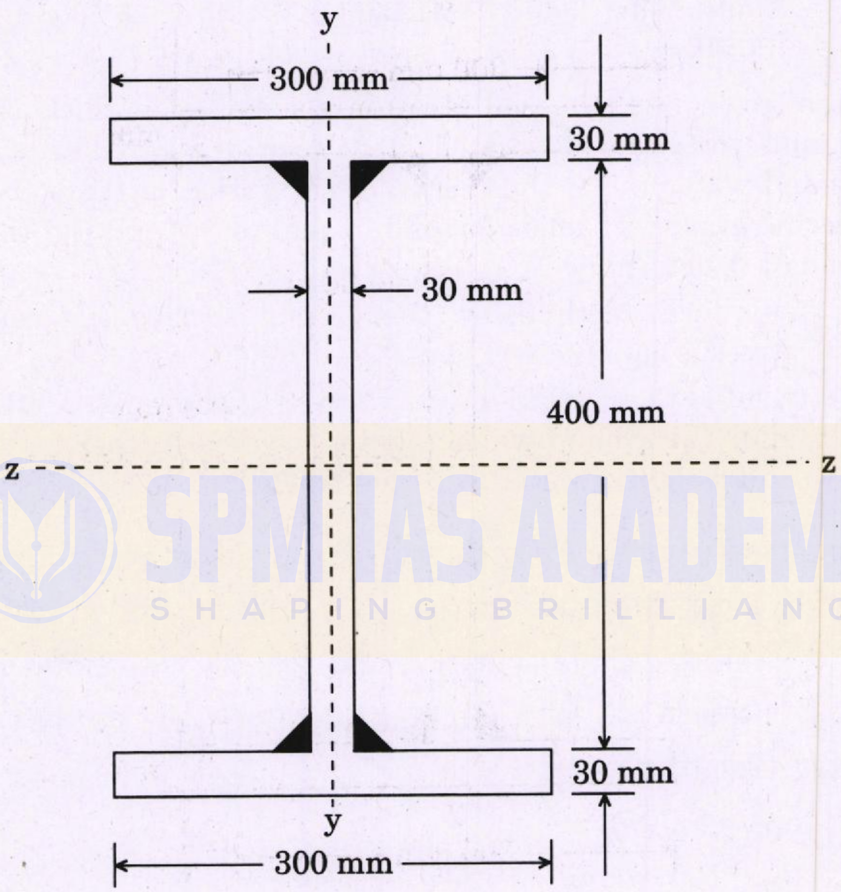
तनुता अनुपात $\frac{KL}{r}$		40	50	60	70	80	90
अभिकल्पन संपीडन प्रतिबल, f_{cd} N/mm^2 में	वक्र 'b' के लिए	206	194	181	166	150	134
	वक्र 'c' के लिए	198	183	168	152	136	121

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

A built-up steel column section is as shown in the figure. Determine the axial load capacity in compression for the data given below :

$$f_y = 250 \text{ MPa}, \; L = 5{\cdot}0 \text{ m}, \; t_w = t_f = 30 \text{ mm}, \; \gamma_{mf} = 1{\cdot}5$$

The connection between web and flanges are welded connection. Both the column ends are restrained in direction and position. The buckling curve to be used along zz-axis is 'b' and that along yy-axis is 'c'.



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

The design compressive stresses for slenderness ratio for curve 'b' and 'c' are given below. 15

Slenderness Ratio $\frac{KL}{r}$		40	50	60	70	80	90
Design compressive stress, f_{cd} in N/mm^2	for curve 'b'	206	194	181	166	150	134
	for curve 'c'	198	183	168	152	136	121

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) एक दिए गए स्थल पर, मृदा परत मोटी मृत्तिका की परत से बनी है । भौमजल स्तर धरातल से 2·0 m नीचे स्थित है । भौमजल स्तर से ऊपर, मृदा की संतृप्ति मात्रा 90% है । यदि मृदा के ठोसों का विशिष्ट घनत्व 2·7 के बराबर हो एवं मृदा का रिक्ति अनुपात 1·0 हो, तो निर्धारित कीजिए

(i) धरातल के नीचे कितनी गहराई पर ऊर्ध्वाधर प्रभावी प्रतिबल 100 kPa के बराबर होगा ।

(ii) इस गहराई पर, भौमजल स्तर 2·0 m और नीचा करने के तुरंत पश्चात्, ऊर्ध्वाधर प्रभावी प्रतिबल कितना होगा । जल का एकक भार, $\gamma_w = 9{\cdot}81$ kN/m^3 मान लीजिए ।

At a given site, the soil stratum consists of a thick clay layer. The ground water table is located 2·0 m below the ground surface. Above the ground water table, the degree of saturation of the soil is 90%. If the specific gravity of solids of soil is equal to 2·7 and the void ratio of the soil is 1·0, determine

(i) at which depth below the ground surface the vertical effective stress is equal to 100 kPa.

(ii) what is the vertical effective stress at the same depth, immediately after the ground water table is lowered further by 2·0 m. Assume unit weight of water, $\gamma_w = 9{\cdot}81$ kN/m^3. 15

SPM IAS ACADEMY

Q4. (a) एक आयताकार प्रबलित कंक्रीट की जल टंकी, जो ऊपर से खुली है, 100 m^3 जल संचित करती है । टंकी की आंतरिक विमाएँ 6 m × 5 m ली जा सकती हैं । टंकी धरातल पर रखी हुई है । सन्निकट अभिकल्पन विधि के द्वारा टंकी की पार्श्व दीवारों का डिज़ाइन तैयार कीजिए । मुक्तांतर (फ्री बोर्ड) 150 mm है । M 20 कंक्रीट एवं ग्रेड-I इस्पात का प्रयोग कीजिए । अनुज्ञेय प्रतिबल हैं

$\sigma_{cbc} = 7{\cdot}0$ N/mm^2

$\sigma_{st} = 100$ N/mm^2 (जल वाली सतह के निकट)

$\sigma_{st} = 125$ N/mm^2 (जल वाली सतह से दूर)

दोनों दीवारों के लिए संधि पर वितरण गुणक 0·5 मान लीजिए ।

A rectangular R.C. water tank with an open top is required to store 100 m^3 of water. The inside dimensions of tank may be taken as 6 m × 5 m. The tank rests on the ground. Design the side walls of the tank using approximate design method. The free board is 150 mm. Use M 20 concrete and Grade-I steel. The permissible stresses are

$\sigma_{cbc} = 7{\cdot}0$ N/mm^2

$\sigma_{st} = 100$ N/mm^2 (near water face)

$\sigma_{st} = 125$ N/mm^2 (away from water face)

Assume distribution factor as 0·5 at junction for both walls. 20

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) एक 2·5 m चौड़ी पट्टी पाद का निर्माण एक मोटी एकसमान संसंजनहीन मृदा निक्षेप पर किया जाना है । मृदा के संतृप्त एवं शुष्क एकक भार क्रमश: 20·0 kN/m^3 एवं 18·0 kN/m^3 हैं । मृदा का आंतरिक घर्षण कोण 35° है एवं पाद की गहराई D_f, 1·5 m है । साथ ही ϕ = 35° के लिए N_c = 57·8, N_q = 41·4 एवं N_r = 42·4 दिए गए हैं ।

(i) जल स्तर को अधिक गहराई पर मानते हुए, जिसकी वजह से धारण क्षमता पर जल स्तर के प्रभाव को नगण्य माना जा सकता है, टरज़ागी के धारण क्षमता सिद्धांत के अनुसार, सुरक्षा गुणक 3·0 के साथ पाद की अनुज्ञेय धारण क्षमता निर्धारित कीजिए ।

(ii) इसी सुरक्षा गुणक के साथ, इसी पाद की अनुज्ञेय धारण क्षमता निर्धारित कीजिए, जब जल स्तर पाद के आधार तक ऊपर आ गया हो ।

(iii) इसी सुरक्षा गुणक के साथ, इसी पाद की अनुज्ञेय धारण क्षमता भी निर्धारित कीजिए, यदि यह पाद धरातल पर रखा हो एवं जल स्तर भी धरातल पर हो । जल का एकक भार, γ_w = 9·81 kN/m^3 मान लीजिए ।

A strip footing of width 2·5 m is to be constructed on a thick deposit of uniform cohesionless soil. The saturated and dry unit weight of soil are 20·0 kN/m^3 and 18·0 kN/m^3, respectively. The angle of internal friction of the soil is 35° and the depth of the footing, D_f is 1·5 m. Also for ϕ = 35° given N_c = 57·8, N_q = 41·4 and N_r = 42·4.

(i) Assuming the water table at a great depth for which the effect of water table on the bearing capacity can be neglected, determine the allowable bearing capacity of the footing as per Terzaghi's bearing capacity theory with a factor of safety of 3·0.

(ii) Determine the allowable bearing capacity for the same footing with same F.S., when the water table rises to the base of the footing.

(iii) Also determine the allowable bearing capacity of the same footing with same F.S., if it is placed on the ground surface and water table is also on the ground surface. Assume unit weight of water, γ_w = 9·81 kN/m^3. 15

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) एक 0·6 m चौड़ी एवं 0·45 m गहरी आयताकार वाहिका में निस्सरण को मापने हेतु 0·4 m चौड़े शिखर वाली एक आयताकार वियर का इस्तेमाल किया जाता है ।

यदि वाहिका में जल स्तर शिखर से 0·225 m ऊपर हो, तो वाहिका में निस्सरण ज्ञात कीजिए । उपगमन के वेग को लेना है । $C_d = 0{\cdot}63$ मान लीजिए ।

A rectangular weir of crest width 0·4 m is used to measure the discharge in a rectangular channel 0·6 m wide and 0·45 m deep.

If the water level in the channel is 0·225 m above the crest, find the discharge in the channel. Velocity of approach to be considered. Assume $C_d = 0{\cdot}63$. *15*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

खण्ड B

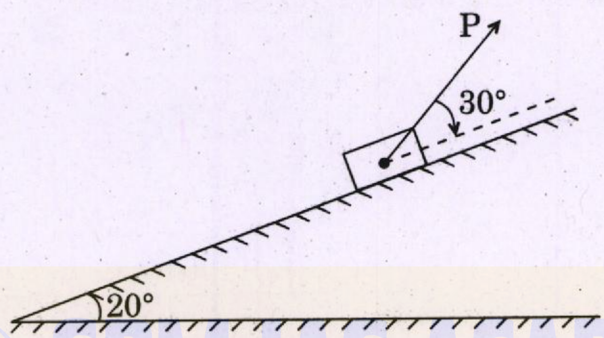
SECTION B

Q5. (a) नीचे चित्र में दर्शाए गए 200 kg ब्लॉक एवं आनत तल के बीच स्थैतिक एवं गतिक घर्षण गुणांक क्रमशः 0·3 एवं 0·2 हैं । निर्धारण कीजिए

(i) ब्लॉक पर लगने वाला घर्षण बल 'F' जब 400 N परिमाण का 'P' ब्लॉक की स्थिर अवस्था में लगाया जाए ।

(ii) स्थिर अवस्था से ब्लॉक को आनत तल पर गतिमान करने हेतु आवश्यक बल, 'P' ।

(iii) ब्लॉक पर लगने वाला घर्षण बल 'F' यदि P = 1600 N हो ।

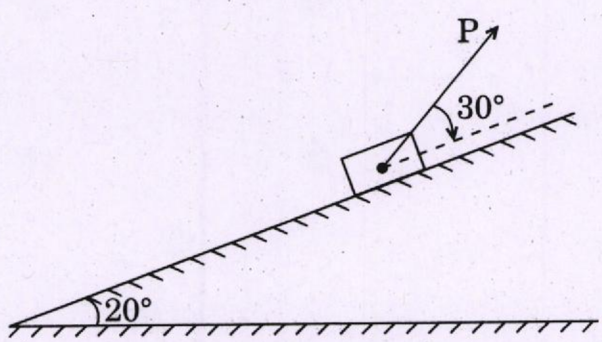


The coefficient of static and kinetic friction between the 200 kg block and inclined plane shown in the figure below are 0·3 and 0·2 respectively. Determine

(i) the friction force 'F' acting on the block when 'P' is applied with a magnitude of 400 N to the block at rest.

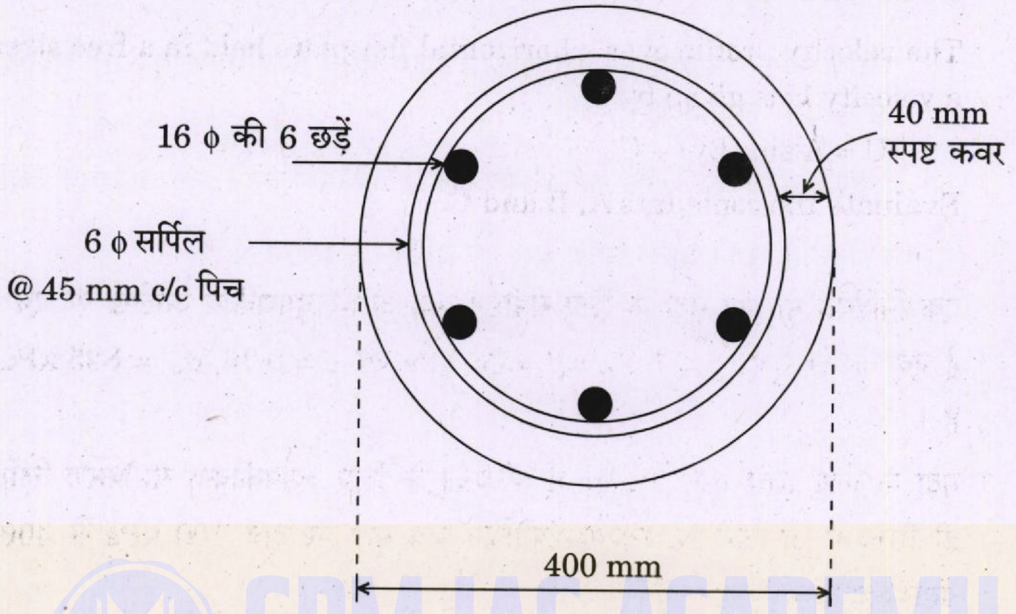
(ii) the force 'P' required to initiate motion up the incline from rest.

(iii) the friction force 'F' acting on the block if P = 1600 N. *10*

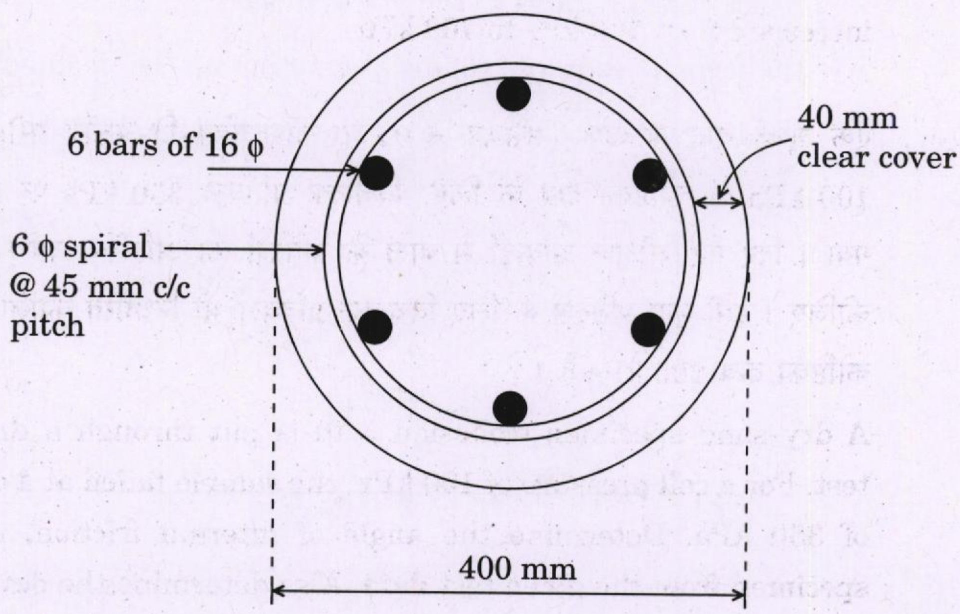


SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) एक स्तम्भ की अन-आलम्बित लम्बाई 3·4 m है एवं यह दोनों सिरों पर स्थिति में बने रहने के लिए प्रभावी रूप से बद्ध है, परन्तु घूर्णन के विरुद्ध बाधित नहीं है । स्तम्भ के अनुप्रस्थ परिच्छेद एवं प्रबलन विवरण को नीचे चित्र में दर्शाया गया है । स्तम्भ द्वारा वहन किया जा सकने वाला सुरक्षित अक्षीय भार निर्धारित कीजिए । M 25 ग्रेड कंक्रीट एवं Fe 415 ग्रेड इस्पात का उपयोग कीजिए ।



A column has an unsupported length of 3·4 m and is effectively held in position at its both ends, but not restrained against rotation. The cross-section of the column and reinforcement details are shown in the figure below. Determine the safe axial load that the column can carry. Use M 25 grade of concrete and Fe 415 grade of steel. *10*



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) एक U वेग वाली मुक्त धारा में रखी हुई एक क्षैतिज चपटी प्लेट पर वेग परिच्छेदिका निम्नानुसार प्रदत्त है :

$$U = A \sin (By) + C$$

नियतांक A, B एवं C का मूल्यांकन कीजिए ।

The velocity profile over a horizontal flat plate held in a free stream with a velocity U is given by

$$U = A \sin (By) + C$$

Evaluate the constants A, B and C. 10

(d) एक निश्चित मृत्तिका मृदा के लिए संपीडन वक्र अर्ध-लघुगणकीय आलेख पर एक सीधी रेखा है एवं यह बिन्दुओं $e = 1{\cdot}15$, $\sigma_v' = 65$ kPa एवं $e = 0{\cdot}76$, $\sigma_v' = 825$ kPa से गुज़रती है ।

मृदा के लिए रिक्ति अनुपात, Δe में परिवर्तन के लिए व्यापकीकृत समीकरण लिखिए । साथ ही रिक्ति में परिवर्तन का निर्धारण कीजिए जब मृदा पर दाब 100 kPa से 400 kPa तक बढ़ाया जाता है ।

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

The compression curve for a certain clay soil is a straight line on the semi-logarithmic plot and it passes through the points $e = 1{\cdot}15$, $\sigma_v' = 65$ kPa and $e = 0{\cdot}76$, $\sigma_v' = 825$ kPa.

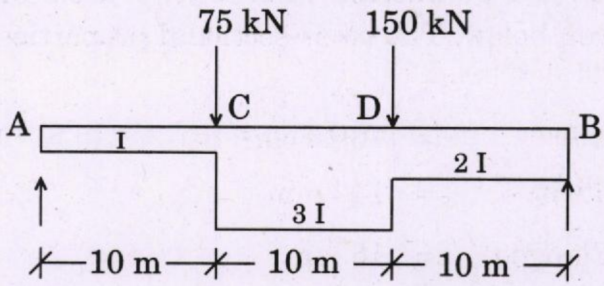
Write the generalised equation of change in void ratio, Δe for the soil. Also determine the change in void when the pressure on the soil increased from 100 kPa to 400 kPa. 10

(e) एक शुष्क बालू प्रतिदर्श (संसंजन = 0) पर अपवाहित त्रि-अक्षीय परीक्षण किया गया । 100 kPa के कोष्ठिका दाब के लिए, विचलक प्रतिबल 350 kPa पर प्रतिदर्श विफल हो गया । दिए गए परीक्षण आँकड़ों से बालू के प्रतिदर्श का आंतरिक घर्षण कोण, ϕ निर्धारित कीजिए । इसी मृदा प्रतिदर्श के लिए विचलक प्रतिबल भी निर्धारित कीजिए जब लगाया गया कोष्ठिका दाब 200 kPa है ।

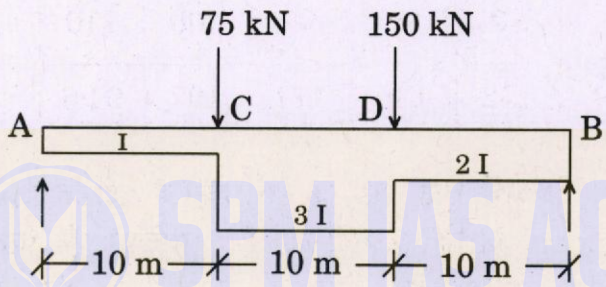
A dry sand specimen (cohesion = 0) is put through a drained triaxial test. For a cell pressure of 100 kPa, the sample failed at a deviator stress of 350 kPa. Determine the angle of internal friction, ϕ of the sand specimen from the given test data. Also determine the deviator stress at failure for the same soil sample when cell pressure applied is 200 kPa. 10

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

Q6. (a) संयुग्मी धरन विधि का उपयोग कर, नीचे दर्शाई गई धरन के लिए 'A', 'B', 'C' एवं 'D' पर प्रवणताएँ एवं विक्षेप ज्ञात कीजिए । प्रदत्त : $E = 200 \times 10^6$ kN/m^2 एवं $I = 300 \times 10^{-4}$ m^4 । धरन के भार की उपेक्षा कीजिए ।



Using conjugate beam method, for the beam shown below, find the slopes and deflections at 'A', 'B', 'C' and 'D'. Given : $E = 200 \times 10^6$ kN/m^2 and $I = 300 \times 10^{-4}$ m^4. Neglect the weight of the beam. *20*



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) एक इस्पात धरन परिच्छेद ISMB 400 @ 604·30 N/m प्रबलित सीमेंट कंक्रीट स्तम्भ पर आलम्बित है एवं उसकी धारण लम्बाई 150 mm है । आलम्ब पर वेब बकलिंग के अधीन इस इस्पात धरन की भार धारण क्षमता का परिकलन कीजिए । इस्पात का ग्रेड Fe 410 मान लीजिए एवं बकलिंग वक्र 'C' के अनुसार अनुज्ञेय प्रतिबल (f_{cd}) नीचे दिए अनुसार हैं । ISMB 400 की अनुप्रस्थ-परिच्छेदी गुणधर्म इस प्रकार हैं :

परिच्छेदी क्षेत्रफल A = 78·40 cm^2

फ्लैंज की चौड़ाई b_f = 140 mm

फ्लैंज की मोटाई t_f = 16 mm

वेब की मोटाई t_w = 8·9 mm

R_1 = 14·0 mm

बकलिंग वक्र 'C' के अनुसार अनुज्ञेय (अभिकल्पन संपीडन) प्रतिबल (f_{cd})

$\frac{KL}{r}$	70	80	90	100	110
f_{cd} (N/mm^2)	152	136	121	107	94·6

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

A steel beam section ISMB 400 @ 604·30 N/m is supported on RCC column and has bearing length 150 mm. Calculate the load bearing capacity of this steel beam under web buckling at support. Assume the grade of steel Fe 410 and permissible stresses (f_{cd}) according to buckling curve 'C' are as given below. The cross-sectional properties of ISMB 400 are as

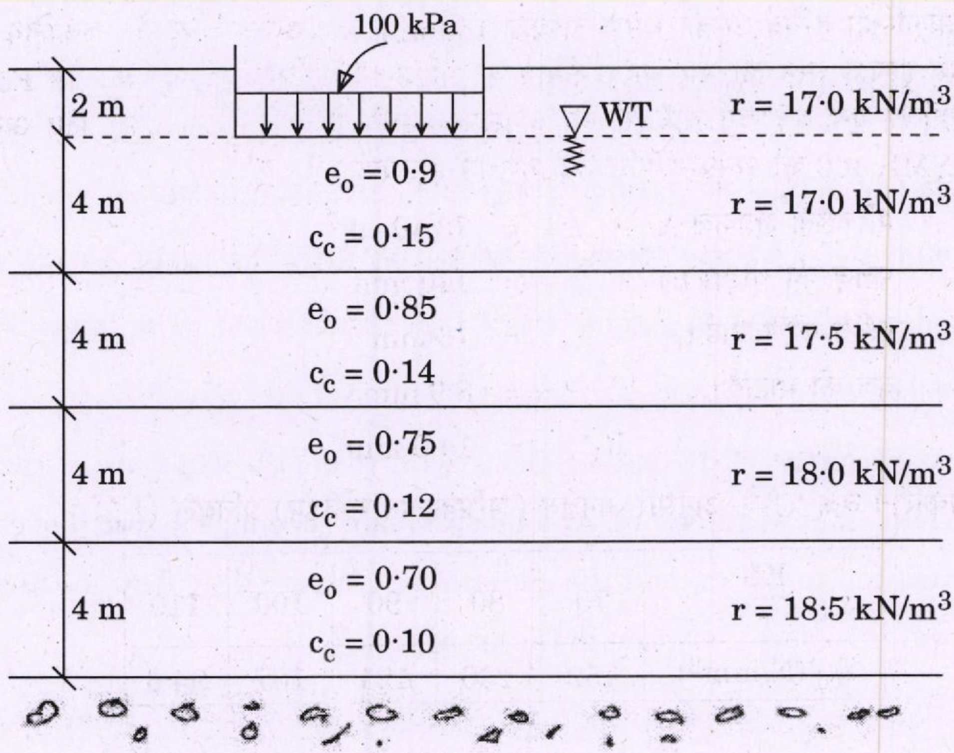
Sectional Area A	=	78·40 cm^2
Width of Flange b_f	=	140 mm
Thickness of Flange t_f	=	16 mm
Thickness of Web t_w	=	8·9 mm
R_1	=	14·0 mm

Permissible (Design Compressive) stress (f_{cd}) as per buckling curve 'C' *15*

$\frac{KL}{r}$	70	80	90	100	110
f_{cd} (N/mm^2)	152	136	121	107	94·6

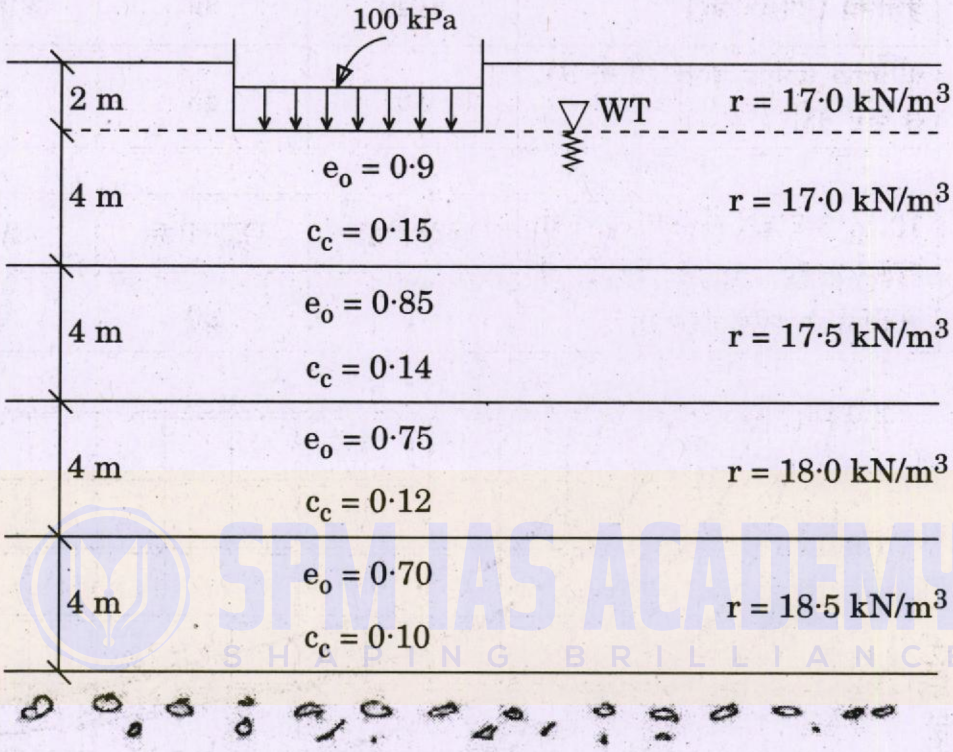
(c) एक 15 m लम्बी एवं 10 m चौड़ी रैफ्ट जैसा कि नीचे चित्र में प्रदर्शित है 4 उप-परतों से बने हुए एक 16 m मोटी मृत्तिका निक्षेप पर रखी हुई है । मृत्तिका की परतों के संघनन के फलस्वरूप रैफ्ट नींव के निषदन को निर्धारित कीजिए । जल का एकक भार, $\gamma_w = 9{\cdot}81\ kN/m^3$ मान लीजिए ।

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

A 15 m long and 10 m wide raft is placed on a 16 m thick clay deposit, consisting of 4 sub-layers as shown in the figure below. Determine the settlement of the raft foundation because of the consolidation of the clay layers. Assume unit weight of water, $\gamma_w = 9{\cdot}81$ kN/m^3. *15*



Q7. (a) एक 16 m^3/sec का निस्सरण 4·0 m चौड़ी आयताकार वाहिका में 2·0 m गहराई पर प्रवाहित है । अनुप्रवाह परिच्छेद पर वाहिका की चौड़ाई 3·5 m तक कम की गई है, एवं वाहिका तल को 0·20 m उठाया गया है । इस संक्रमण में जल पृष्ठ के उत्थान का विश्लेषण कीजिए ।

A discharge of 16 m^3/sec flows with a depth of 2·0 m in rectangular channel of width 4·0 m. At a downstream section, the width of channel is reduced to 3·5 m, and the channel bed is raised by 0·20 m. Analyse the water surface elevation in the transition. *20*

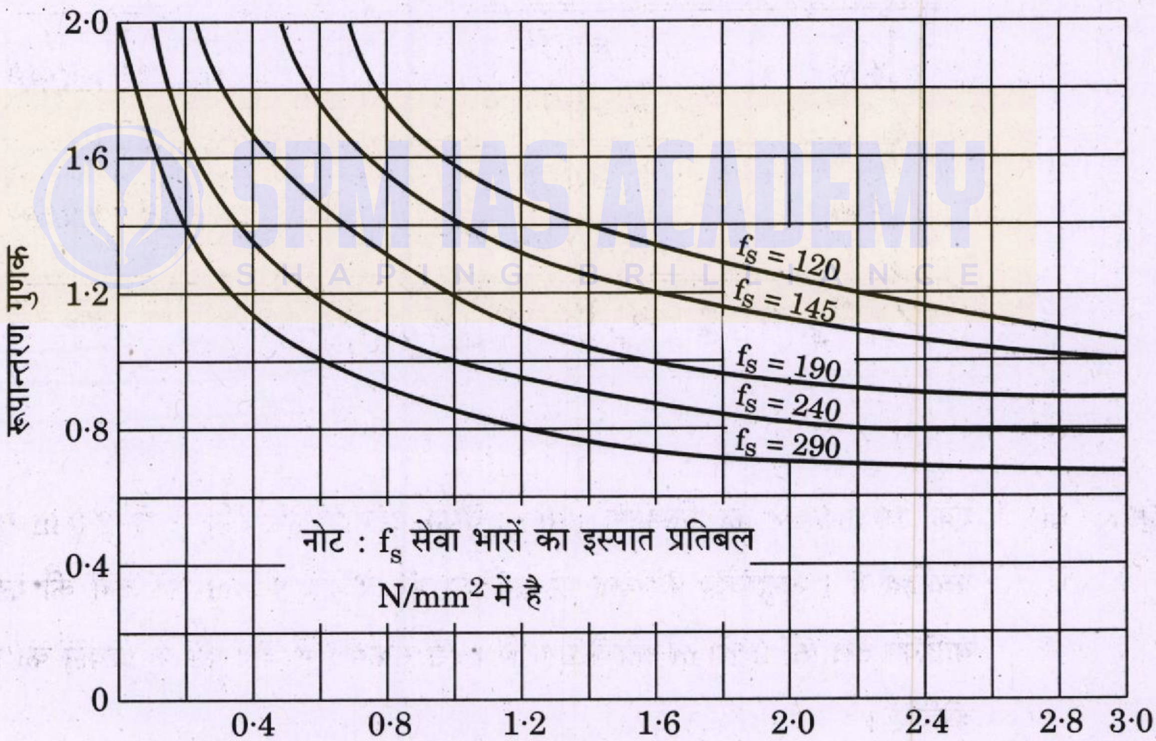
SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) दिल्ली में स्थित एक भवन की आंतरिक फर्श स्लैब, जिसकी सुस्पष्ट विमाएँ $8 \cdot 5$ m × $3 \cdot 5$ m हैं, का डिज़ाइन बनाइए । स्लैब 230 mm मोटी चिनाई की दीवारों पर आधारित है । अध्यारोपित भार 5 kN/m^2 लिया जा सकता है । M 25 ग्रेड कंक्रीट एवं Fe 415 ग्रेड इस्पात का उपयोग कीजिए ।

निम्नलिखित आँकड़ों का प्रयोग किया जा सकता है :

प्रभावन (एक्सपोज़र)	मध्यम	उग्र	अति उग्र
नॉमिनल कंक्रीट कवर (मिमी में), से कम नहीं	30	45	50

10 m तक की विस्तृति के लिए विस्तृति एवं प्रभावी गहराई के अनुपात के आधारभूत मान	कैंटीलीवर	शुद्धालंबित	संतत
	7	20	26



$$f_s = 0 \cdot 58\, f_y \frac{\text{आवश्यक इस्पात का अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल}}{\text{प्रदत्त इस्पात का अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल}}$$

तनन प्रबलन का रूपान्तरण गुणक

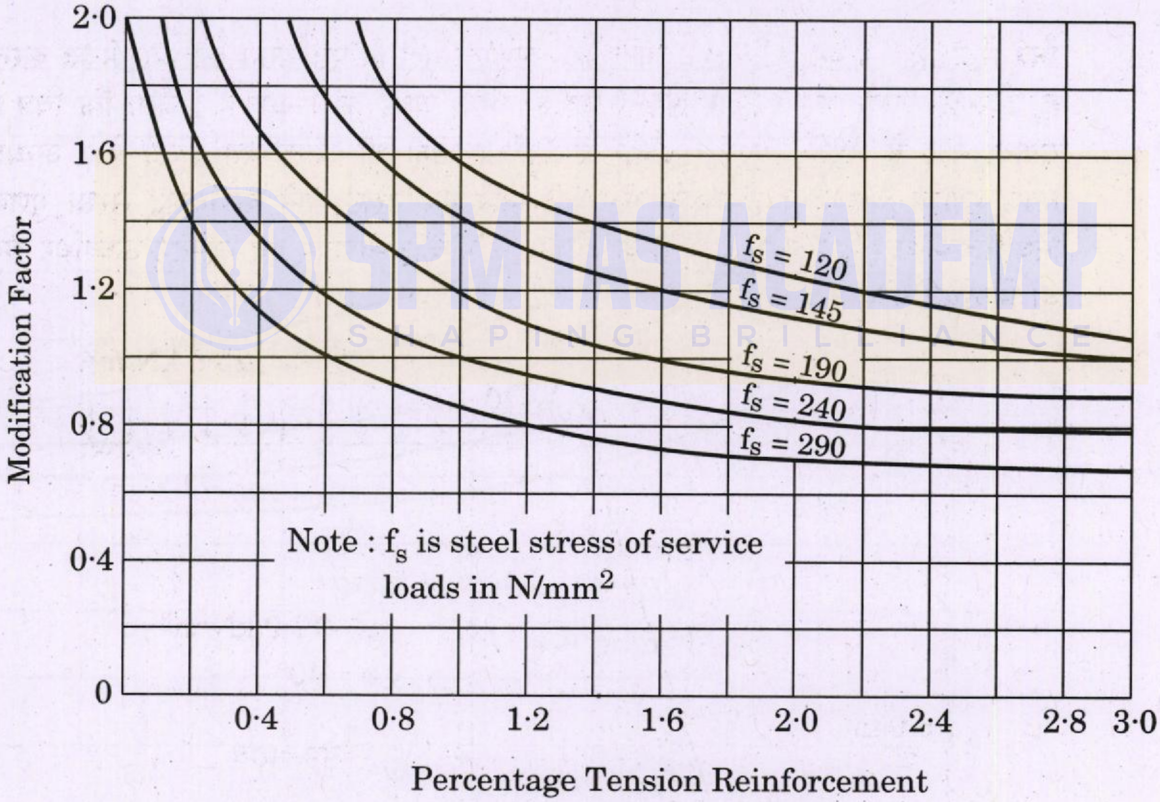
SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

Design a floor slab for an interior roof slab with clear dimensions of 8·5 m × 3·5 m for a building located in Delhi. The slab is resting on 230 mm thick masonry walls. The superimposed load may be taken as 5 kN/m². Use M 25 grade of concrete and Fe 415 grade of steel. *15*

The following data may be used :

Exposure	Moderate	Severe	Very Severe
Nominal concrete cover (in mm), not less than	30	45	50

Basic values of span to effective depth ratios for spans up to 10 m	Cantilever	Simply Supported	Continuous
	7	20	26

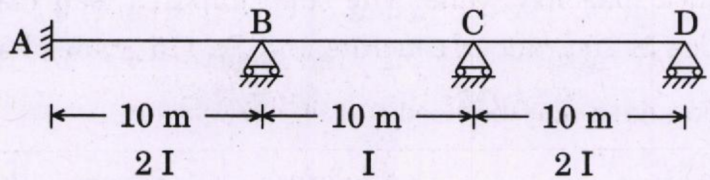


$$f_s = 0{\cdot}58\, f_y \; \frac{\text{Area of cross-section of steel required}}{\text{Area of cross-section of steel provided}}$$

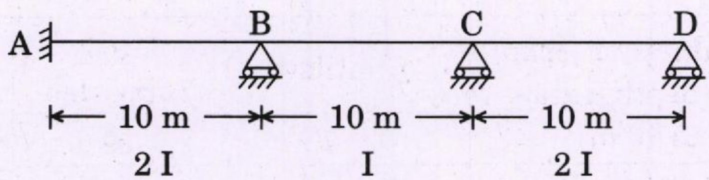
Modification Factor for Tension Reinforcement

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) नीचे चित्र में दर्शाई गई तीन विस्तृतियों वाली सतत धरन ABCD के बिन्दु 'D' पर आनमनी दुर्नम्यता का परिकलन कीजिए ।

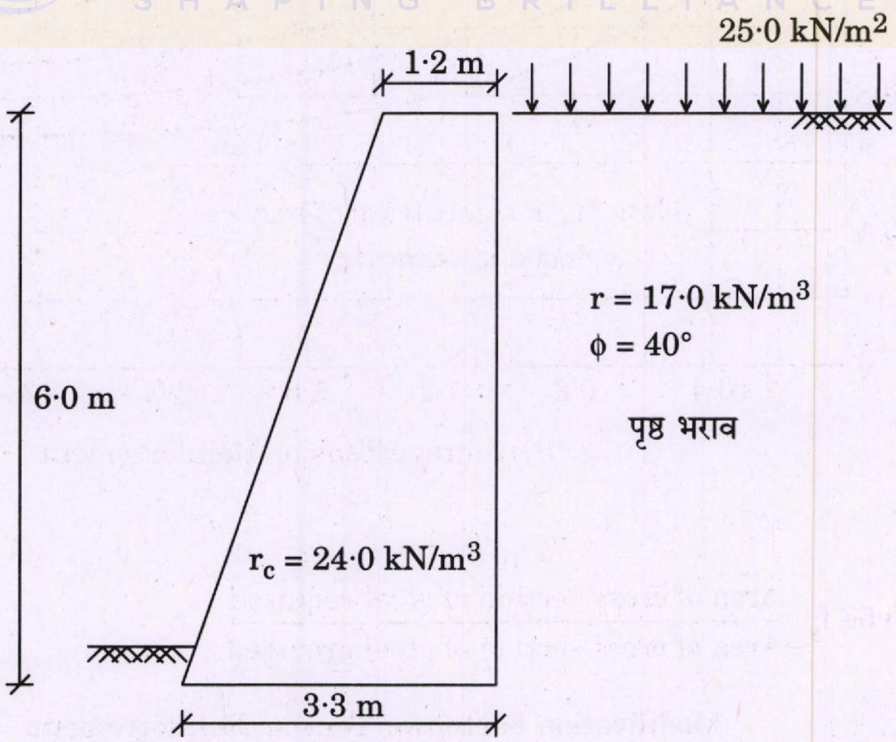


Calculate the flexural stiffness at point 'D' of the three span continuous beam ABCD shown in the figure below. *15*

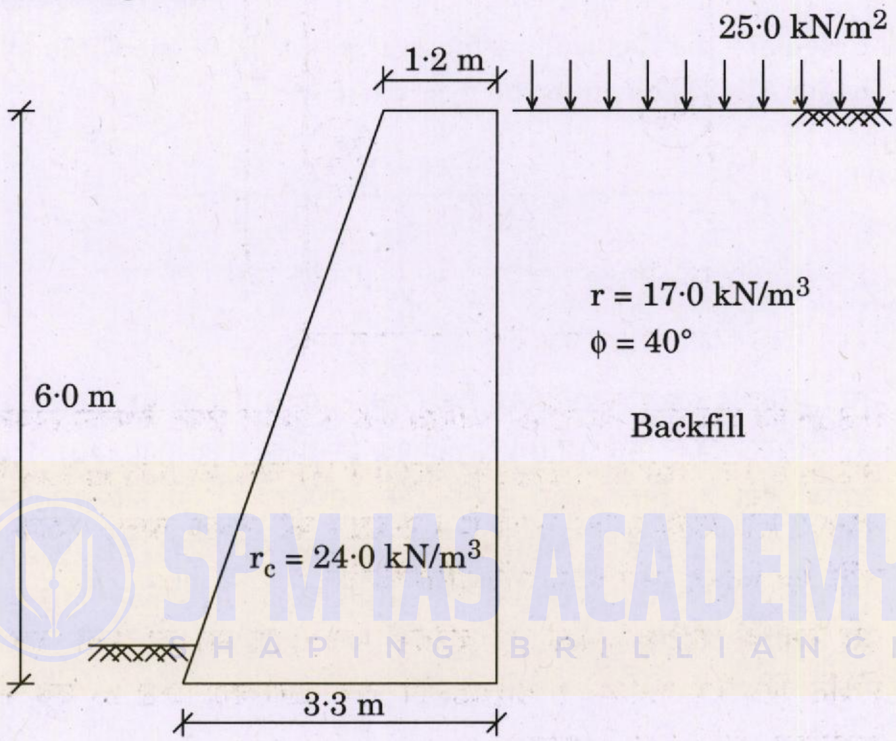


Q8. (a) चित्र में दर्शाई गई मृदा प्रतिधारक भित्ति एक कणमय मृदा के पृष्ठ भराव को आलम्बित करती है, जिसका एकक भार 17·0 kN/m^3 एवं आंतरिक घर्षण कोण 40° है । जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है, भित्ति 25·0 kN/m^2 के अधिभार को भी आलम्बित करती है । आधार घर्षण गुणांक 0·5 है । भित्ति के लिए खिसकने एवं उलट जाने के विरुद्ध सुरक्षा गुणक निर्धारित कीजिए । प्रतिधारक भित्ति के आधार के नीचे अधिकतम एवं न्यूनतम ऊर्ध्वाधर दाब भी निर्धारित कीजिए ।

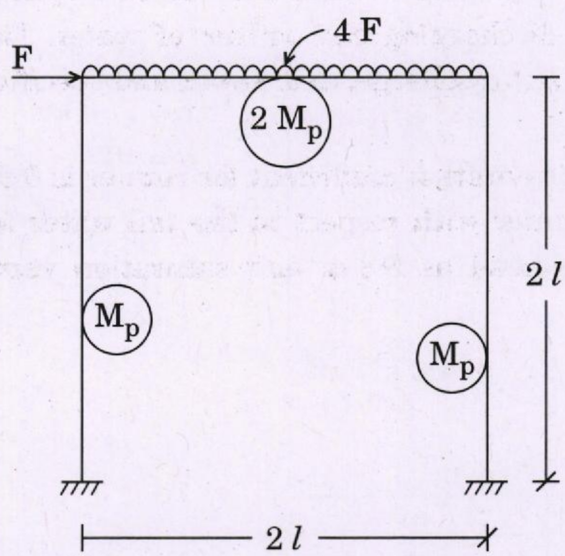
SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE



The earth retaining wall shown in the figure is to support a backfill of granular soil, which has unit weight of 17·0 kN/m^3 and angle of internal friction of 40°. The wall also supports a surcharge of 25·0 kN/m^2 as shown in the figure. The coefficient of base friction is 0·5. Determine the factor of safety against sliding and overturning for the wall. Also determine the maximum and minimum vertical pressure below the base of the retaining wall. 20

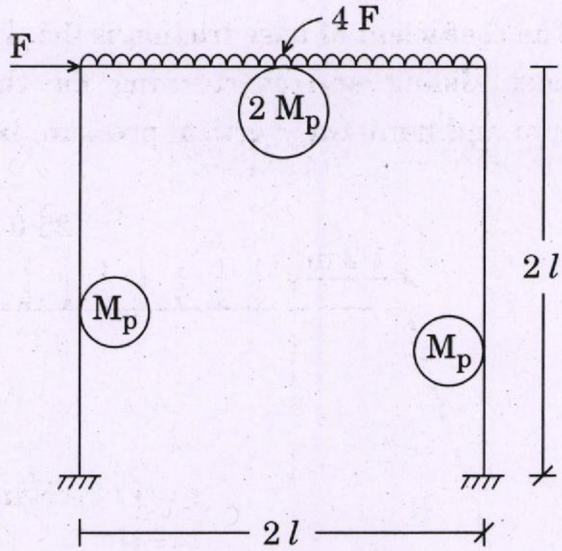


(b) नीचे चित्र में दर्शाए गए भारित पोर्टल फ्रेम के लिए निपात भार ज्ञात कीजिए ।



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

Find the collapse load for the portal frame loaded as shown in the figure below. 15



(c) 9·8 m की दाबोच्चता के अधीन कार्यरत एक ऊर्ध्वाधर शैफ्ट कैप्लान टरबाइन का रनर व्यास 9·3 m है । टरबाइन 51·7 rpm पर चलती है एवं जल का 535 m^3/sec निस्सरण करते हुए 45000 kW शक्ति उत्पन्न करती है । टरबाइन की एकांक चाल, एकांक निस्सरण, एकांक शक्ति एवं विशिष्ट चाल के मान निर्धारित कीजिए ।

यदि रनर के कोटरन गुणांक का क्रांतिक मान 0·95 हो, तो पुच्छ जल तल से रनर की स्थिति निर्धारित कीजिए । वायुमंडलीय दाब दाबोच्चता 9·8 m एवं संतृप्ति वाष्प दाब दाबोच्चता 2·5 m मान लीजिए ।

A vertical shaft Kaplan turbine operating under a head of 9·8 m has a runner diameter of 9·3 m. The turbine runs at 51·7 rpm and develops 45000 kW power by discharging 535 m^3/sec of water. Determine the values of unit speed, unit discharge, unit power and specific speed of the turbine.

If the critical value of cavitation coefficient for runner is 0·95, determine the location of the runner with respect to the tail water level. Assume atmospheric pressure head as 9·8 m and saturation vapour pressure head as 2·5 m. 15

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE
SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE