CHAHAL ACADEMY
LEARN TODAY! LEAD TOMORROW!
96259-93995

यांत्रिक इंजीनियरी / MECHANICAL 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 ।

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.

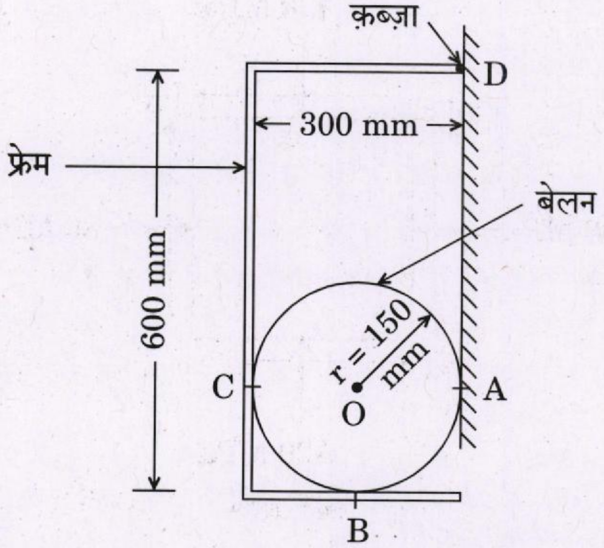
Unless otherwise mentioned, symbols and notations carry their usual standard meanings.

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.

खण्ड A

SECTION A

Q1. (a) एक 600 N बेलन को फ्रेम BCD सपोर्ट कर रहा है जैसा कि चित्र 1(a) में दर्शाया गया है । फ्रेम का क़ब्ज़ा (काज) D पर है । A, B, C और D पर प्रतिक्रियाएँ ज्ञात कीजिए ।



चित्र 1(a)

A 600 N cylinder is supported by the frame BCD as shown in the Figure 1(a). The frame is hinged at D. Determine the reactions at A, B, C and D. *10*

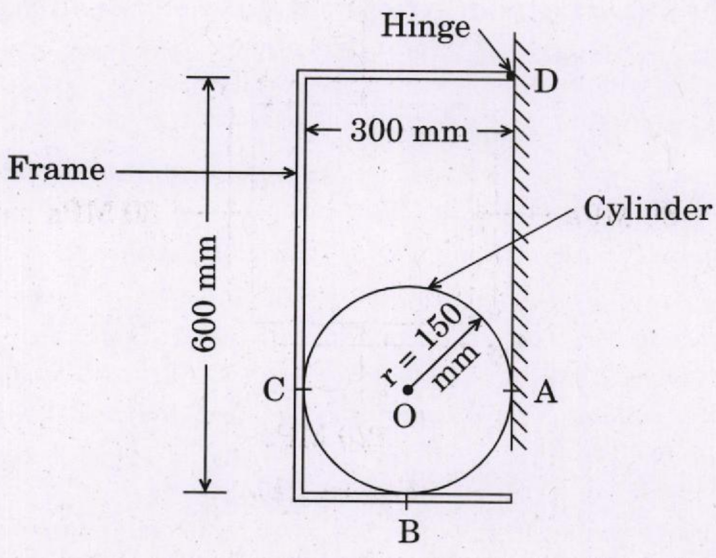
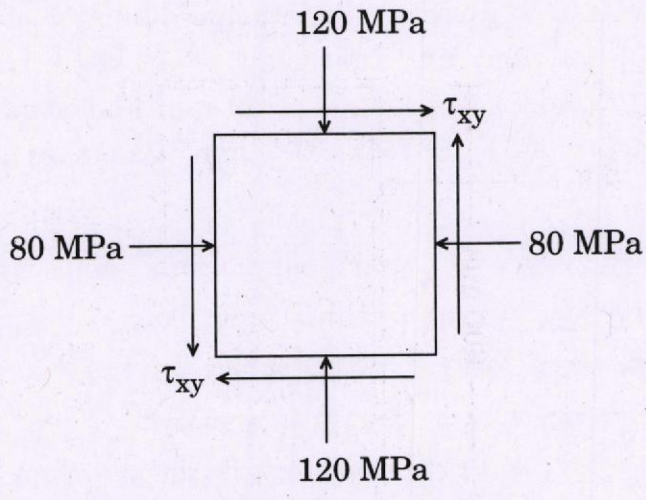


Figure 1(a)

(b) नीचे दिए गए चित्र 1(b) में एक अवयव के प्रतिबलों की अवस्था दर्शाई गई है । पूरक अपरूपण प्रतिबल ज्ञात कीजिए । मेजर मुख्य प्रतिबल 120 MPa है । अधिकतम अपरूपण प्रतिबल और न्यूनतम मुख्य प्रतिबल का परिमाण क्या है ? मुख्य तलों और अधिकतम अपरूपण प्रतिबल तलों की अवस्थिति भी बताइए ।



चित्र 1(b)

Find the complementary shear stress for the element with stresses as shown in Figure 1(b) given below. The major principal stress is 120 MPa. What is the magnitude of maximum shear stress and minimum principal stress ? Also, locate the principal planes and maximum shear stress planes. *10*

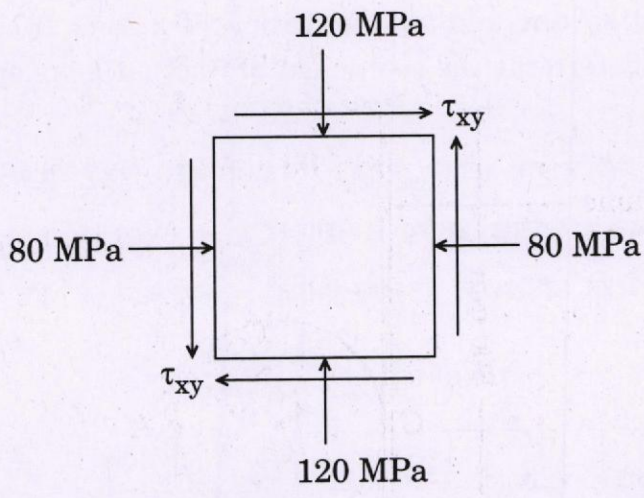


Figure 1(b)

(c) क्रांतिक शीतलन दर पर प्रभाव डालने वाले कारक कौन-कौन से हैं ?

What are the factors affecting critical cooling rate ? *10*

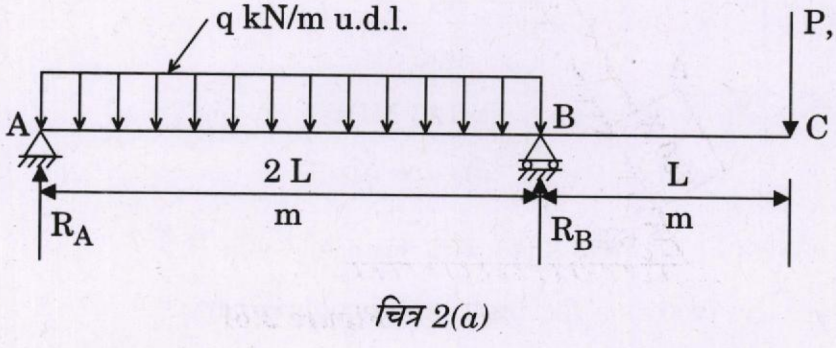
(d) एक इस्पात नली, जिसका बाहरी व्यास 18 mm और आंतरिक व्यास 12 mm है, के तनन परीक्षण में 12 kN के अक्षीय भार द्वारा 50 mm की लम्बाई में $3{\cdot}5375 \times 10^{-3}$ mm का फैलाव और बाह्य व्यास में $3{\cdot}18375 \times 10^{-4}$ mm का पार्श्व सिकुड़न होता है । सभी चारों प्रत्यास्थता स्थिरांकों की गणना कीजिए ।

In a tensile test on a steel tube, outside diameter of 18 mm and inside diameter of 12 mm, an axial load of 12 kN produces a stretch of $3{\cdot}5375 \times 10^{-3}$ mm, on a length of 50 mm and a lateral contraction of outer diameter of $3{\cdot}18375 \times 10^{-4}$ mm. Calculate all the four elastic constants. *10*

(e) एक पेट्रोल इंजन का वर्तन-आघूर्ण आरेख निम्न पैमाने पर बनाया जाता है : 1 mm = 500 Nm, Y-अक्ष (ऊर्ध्वाधर पैमाना) तथा 1 mm = 3°, X-अक्ष (क्षैतिज पैमाना) । वर्तन-आघूर्ण आरेख क्रैंक शैफ्ट के हर आधे चक्कर के बाद दोहराया जाता है । माध्य बल-आघूर्ण रेखा के ऊपर और नीचे के क्षेत्रफल हैं : + 270, – 590, + 100, – 390, + 870 और – 260 mm^2 । घूर्णन करने वाले हिस्सों का द्रव्यमान 50 kg है और परिभ्रमण त्रिज्या का मान 2·2 m है । यदि इंजन 1500 rpm पर चल रहा है, तो चाल का उच्चावचन गुणांक ज्ञात कीजिए ।

The turning-moment diagram for a petrol engine is drawn to a vertical scale of 1 mm = 500 Nm and a horizontal scale of 1 mm = 3°. The turning-moment diagram repeats itself after every half revolution of the crank shaft. The areas above and below the mean torque line are + 270, – 590, + 100, – 390, + 870 and – 260 mm^2. The rotating parts have a mass of 50 kg and radius of gyration of 2·2 m. If the engine speed is 1500 rpm, determine the coefficient of fluctuation of speed. *10*

Q2. (a) चित्र 2(a) में दर्शाई गई एकल प्रलंबी (आगे निकली हुई) धरन के लिए अपरूपण बल आरेख और बंकन आघूर्ण आरेख बनाइए, यदि $q \times 2\,L = 3\,P$ हो । अधिकतम बंकन आघूर्ण और इसकी अवस्थिति भी ज्ञात कीजिए । कंट्राफ्लेक्चर बिन्दु भी ज्ञात कीजिए ।



चित्र 2(a)

For the single overhanging beam as shown in Figure 2(a), draw the Shearing Force and Bending Moment diagram, if $q \times 2L = 3P$. Also find the maximum Bending Moment and its location. Also locate the point of contraflexure. 20

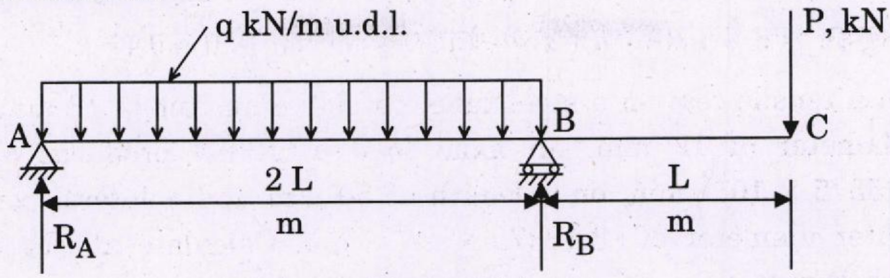
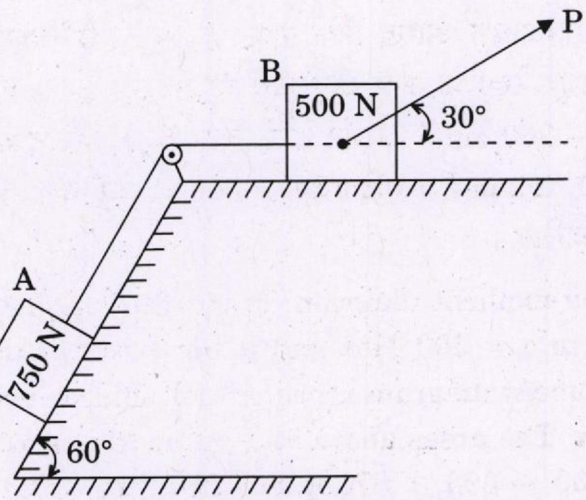


Figure 2(a)

(b) चित्र 2(b) में दर्शाई गई प्रणाली में गति शुरू करने के लिए P का मान क्या होना चाहिए ? घिरनी को चिकनी मान लीजिए तथा अन्य सम्पर्क सतहों के बीच घर्षण गुणांक, $\mu = 0{\cdot}2$ है ।



चित्र 2(b)

What is the value of P in the system as shown in Figure 2(b) to cause the motion to impend ? Assume the pulley smooth and coefficient of friction, $\mu = 0{\cdot}2$ between the other contact surfaces. 15

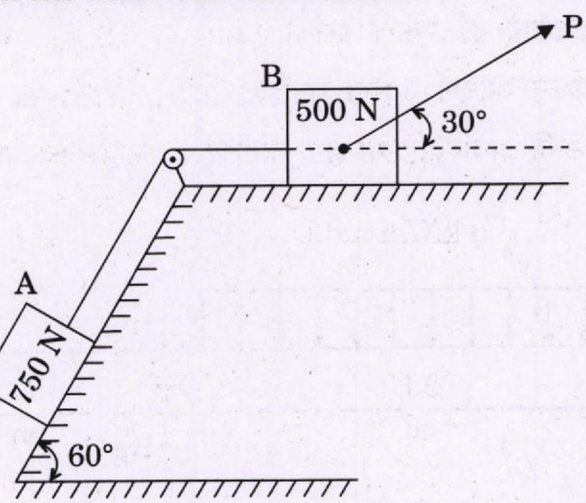


Figure 2(b)

(c) (i) एक शुद्धगतिक बंध (काइनेमैटिक लिंक) कई प्रतिरोधी पिंडों (रेजिस्टेंट बॉडीज़) द्वारा बना हुआ हो सकता है जिनके मध्य सापेक्ष गति मौजूद न हो । इस कथन को आंतरिक दहन इंजन में प्रयुक्त यंत्रावली का उदाहरण लेते हुए समझाइए ।

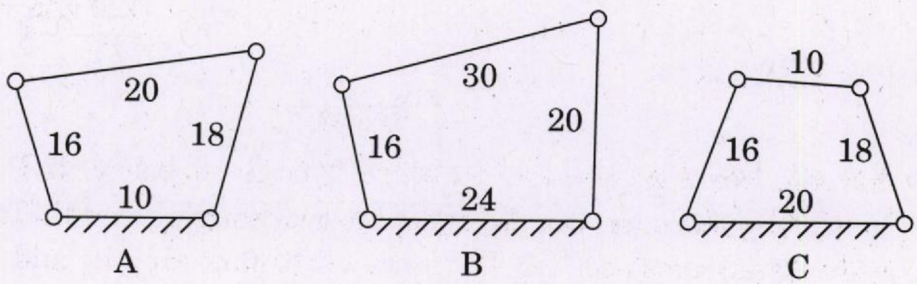
(ii) एक स्वच्छ आरेख की सहायता से कैम-ट्रांसलेटिंग फॉलोअर यंत्रावली के तुल्यमान निम्नतर-युगल यंत्रावली को समझाइए ।

(iii) कुछ चार-दंड बंध (फोर-बार लिंकेज) चित्र 2(c) में दर्शाए गए हैं । इन चित्रों में संख्या उस दंड की (cm में) लम्बाई दर्शाती है । प्रत्येक यंत्रावली के स्वभाव की पहचान कीजिए कि क्या वह है

A. द्वि-अराल (डबल क्रैंक),

B. अराल-दोलक (क्रैंक रॉकर), या

C. द्वि-दोलक (डबल रॉकर) ।



चित्र 2(c)

(i) A kinematic link may consist of many resistant bodies having no relative motion between them. Explain this statement considering the mechanism used in an internal combustion engine.

(ii) Explain, with the help of a neat sketch, the equivalent lower-pair mechanism of a cam-translating follower mechanism.

(iii) Some four-bar linkages are shown in Figure 2(c), where the number indicates the respective link length (in cm). Identify the nature of each mechanism i.e. whether it is

A. double crank,

B. crank-rocker, or

C. double rocker. 15

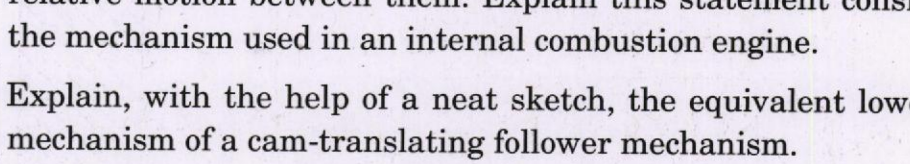
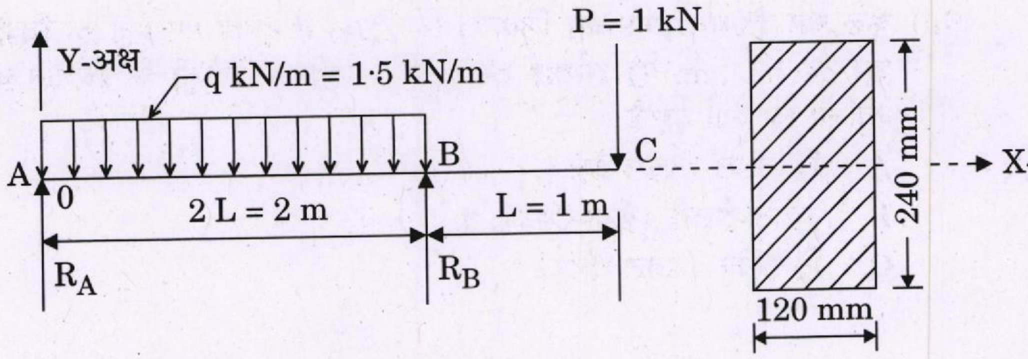


Figure 2(c)

Q3. (a) नीचे दिए गए चित्र 3(a) में दर्शाई गई धरन में, यदि P = 1 kN और L = 1 m, प्रलंबी (आगे निकली हुई) सिरे C पर विक्षेप ज्ञात कीजिए । आयताकार धरन की अनुप्रस्थ-काट 120 mm × 240 mm (गहराई) है तथा प्रत्यास्थता गुणांक, E = 200 GPa.

दिया गया है : $q \times 2\,L = 3\,P$.



चित्र 3(a)

For the beam as shown in Figure 3(a) given below, if P = 1 kN and L = 1 m, determine the deflection at overhanging end C. The beam is of rectangular cross-section 120 mm × 240 mm (depth) and coefficient of elasticity, E = 200 GPa. 20

Given : $q \times 2\,L = 3\,P$.

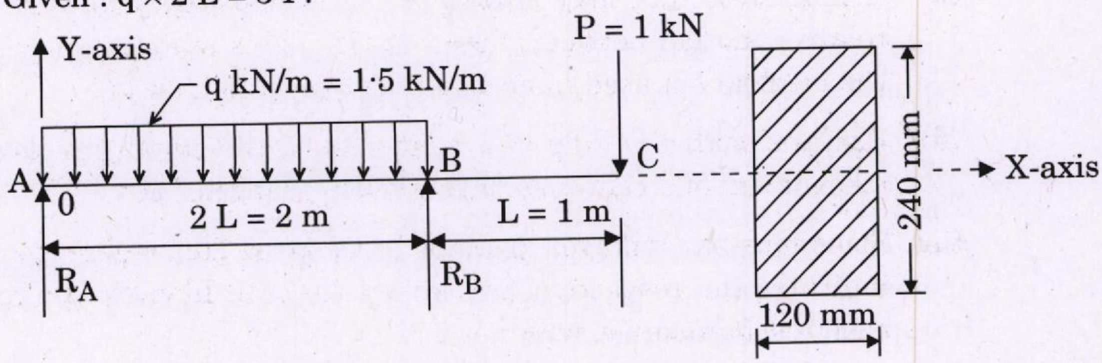


Figure 3(a)

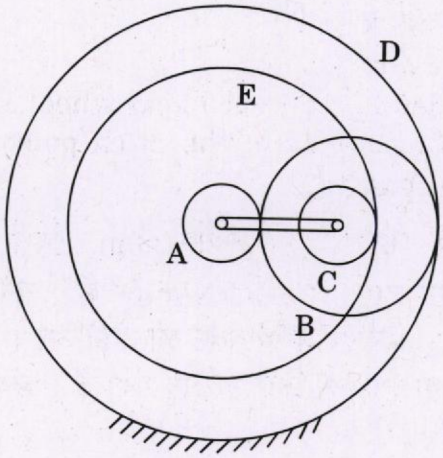
(b) (i) सामान्यीकरण (नॉर्मलाइज़िंग) क्या है ? इसके उद्देश्य, प्रक्रिया तथा अनुप्रयोगों के बारे में स्पष्ट रूप से बताइए ।

(ii) सामान्यीकरण (नॉर्मलाइज़िंग) तथा तापानुशीतन (एनीलिंग) प्रक्रियाओं की तुलना कीजिए ।

(i) What is normalizing ? State clearly its purpose, process and applications.

(ii) Compare normalizing and annealing processes. 15

(c) एक अधिचक्रिक (एपिसाइक्लिक) गियर माला के गियर A में 15 दाँते हैं और इसे दृढ़तापूर्वक (रिजिडली) मोटर शैफ्ट के साथ संलग्न किया गया है । गियर B में 20 दाँते हैं और यह गियर A तथा स्थिर गियर D (जिसमें 55 दाँते हैं) से पाश (मेश) करता है । गियर C में 15 दाँते हैं और यह गियर B के साथ संयुक्त (integral) है । गियर C गियर E के साथ पाश (मेश) करता है जो कि मशीन शैफ्ट के साथ कुंजीयित (कीड) किया गया है । गियर E में 50 दाँते हैं । आर्म उसी अक्ष पर घूम रहा है जिस पर गियर A को आरोपित किया गया है तथा यह संयुक्त गियरों B और C को धारण (कैरी) करता है । इस पूरी गियर-व्यवस्था को दिए गए चित्र 3(c) में दर्शाया गया है । यदि मोटर 1000 rpm की गति से घूमती है, तो मशीन शैफ्ट की गति ज्ञात कीजिए ।



चित्र 3(c)

In an epicyclic gear train, gear A has 15 teeth and is rigidly fixed to the motor shaft. The gear B has 20 teeth and meshes with A and also with fixed wheel D which has 55 teeth. Gear C has 15 teeth and is integral with B. Gear C meshes with gear E which is keyed to the machine shaft. The gear E has 50 teeth. The arm rotates about the same axis on which A is mounted and carries the compound wheels B and C. Arrangement is shown in Figure 3(c) given below. If the motor runs at 1000 rpm, find the speed of the machine shaft. *15*

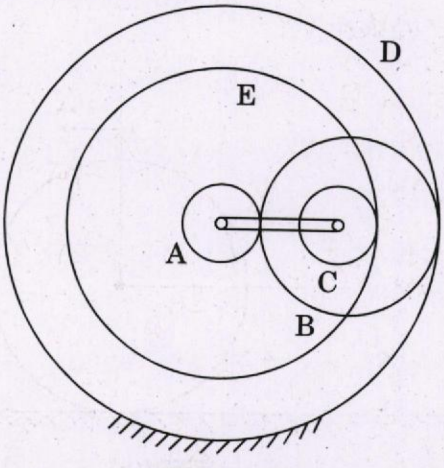


Figure 3(c)

Q4. (a) एक पाश (मेश) में दो प्रतिकेन्द्रित गियरों में दाँतों की संख्या 20 और 40 है ।

दिया गया है :

दाब कोण = 22·5°

प्रमात्रक = 12 mm

यदि जनक-अन्तराल बिन्दु (पिच प्वॉइंट) के दोनों तरफ संपर्क पथ की लम्बाई उस तरफ अधिकतम संभाव्य लम्बाई की आधी हो, तो प्रत्येक गियर का संलग्नक तथा संपर्क-अनुपात (संपर्क में दाँतों के युगलों की संख्या) ज्ञात कीजिए ।

Two gear wheels having 20 and 40 teeth (involute) are in a mesh. Given :

Pressure angle = 22·5°

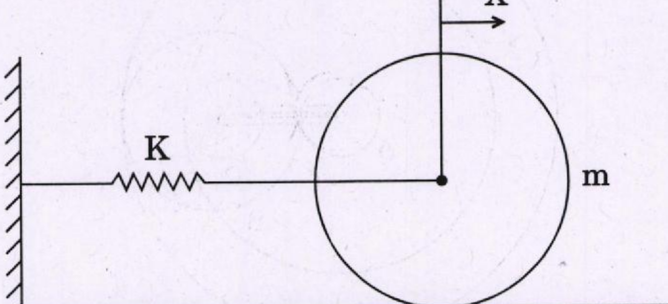
Module = 12 mm

Determine the addendum for each gear wheel and the contact ratio if the line of contact on each side of the pitch point is half of the maximum possible length on that side. *20*

(b) एक पतले बेलनाकार कोश की लम्बाई 3 m, व्यास 1 m है, दीवार की मोटाई 10 mm है । आंतरिक तरल दाब 1·5 N/mm^2 है । कोश की विमाओं (डाइमेंशन्स) में परिवर्तन तथा इस प्रकार आयतन में परिवर्तन ज्ञात कीजिए । अपरूपण प्रतिबल की अधिकतम प्रबलता (इन्टेनसिटी) भी ज्ञात कीजिए । दिया गया है : प्रत्यास्थता गुणांक, E = 200 GPa और v = 0·3.

A thin cylindrical shell is 3 m long, 1 m in diameter, thickness of wall is 10 mm. The internal fluid pressure is 1·5 N/mm^2. Calculate the change in dimensions of the shell and hence change in its volume. Also calculate the maximum intensity of shear stress. Given : E = 200 GPa and v = 0·3. *15*

(c) एक गोलीय बेलन जिसका द्रव्यमान 4 kg और त्रिज्या 15 cm है, एक स्प्रिंग जिसकी दुर्नम्यता 4000 N/m है, से जोड़ा गया है जैसा कि नीचे दिए गए चित्र 4(c) में दर्शाया गया है । बेलन क्षैतिज खुरदरी (रूक्ष) सतह पर फिसले बिना लुढ़कने के लिए स्वतंत्र है । स्वाभाविक आवृत्ति ज्ञात कीजिए ।



चित्र 4(c)

A circular cylinder of mass 4 kg and radius 15 cm is connected by a spring of stiffness 4000 N/m as shown in Figure 4(c) given below. It is free to roll on a horizontal rough surface without slipping. Determine the natural frequency. *15*

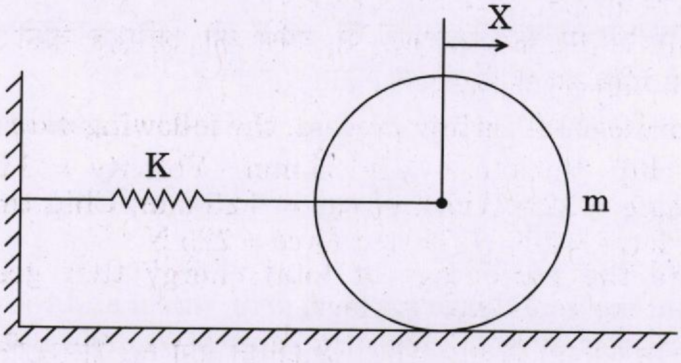


Figure 4(c)

खण्ड B
SECTION B

Q5. (a) एक लांबिक कर्त्तन प्रक्रिया के लिए निम्नलिखित आँकड़े दिए गए हैं :

बिना कटे छीलन की मोटाई = 0·125 mm, कर्त्तन की गति = 110 m/min, रेक कोण = 12°, काट की चौड़ाई = 6·25 mm, छीलन की मोटाई = 0·28 mm, कर्त्तन बल = 550 N, प्रणोद बल = 225 N

छीलन और औज़ार के अंतरापृष्ठ पर घर्षण को अभिभूत करने में खपत कुल ऊर्जा के प्रतिशत का परिकलन कीजिए ।

For an orthogonal cutting process, the following data is given :

Uncut chip thickness = 0·125 mm, Velocity = 110 m/min,
Rake angle = 12°, Width of cut = 6·25 mm, Chip thickness = 0·28 mm,
Cutting force = 550 N, Thrust force = 225 N

Calculate the percentage of total energy that goes into overcoming friction at the tool-chip interface. *10*

(b) एक कपड़े के व्यापारी के पास जीन्स की औसत माँग 50 जीन्स प्रतिदिन है, जीन्स का मानक विचलन 4 जीन्स प्रतिदिन है । जीन्स आपूर्ति की औसत समय सीमा 7 दिन और मानक विचलन 2 दिन है । 95% सेवा स्तर के लिए पुनआदेश स्तर (आर.ओ.एल.) का परिकलन कीजिए । (Z का मान 95% के लिए 1·65 दिया गया है)

A cloth merchant has an average demand of 50 jeans per day with a standard deviation of 4 jeans per day. The average lead time of supply of jeans is 7 days and standard deviation of lead time is 2 days. Calculate the ROL (Reorder Level) with 95% service level. (Given Z at 95% = 1·65) *10*

(c) (i) चरों और गुणों के लिए नियंत्रण चार्टों की उपयोगिताओं में अन्तर स्पष्ट कीजिए ।

Differentiate the applications of control charts for variables and control charts for attributes.

(ii) प्रक्रिया क्षमता सूचकांक को परिभाषित कीजिए तथा इसके मूल्यों का परिसर बताइए जब प्रक्रिया नियंत्रण में हो और जब नियंत्रण के बाहर हो । प्रक्रिया क्षमता सूचकांक और विनिर्देश सीमाओं तथा प्रक्रिया के फैलाव के बीच संबंध बताइए ।

Define the term Process Capability Index and show the range of values of capability index for process under control and out of control showing the relationship with specification limits and process spread. *10*

(d) अल्ट्रासोनिक मशीनिंग (USM) के संदर्भ में विभिन्न मशीनिंग मापदंडों का सामग्री हटाने की दर (MRR) पर पड़ने वाले प्रभाव का उल्लेख कीजिए ।

Write the effect of various machining parameters on Material Removal Rate (MRR) in the case of Ultrasonic Machining (USM). *10*

(e) (i) सम्पूर्ण गुणवत्ता प्रबंधन (टी.क्यू.एम.) के दर्शन में प्रयुक्त मुख्य घटकों का उल्लेख कीजिए ।

Write the major components of TQM philosophy.

(ii) माँग के पूर्वानुमान में मौसमी परिवर्तनों को आप कैसे सम्मिलित करेंगे ?

How do you incorporate the seasonal variations in demand forecasting ? *10*

Q6. (a) एक एसेम्बली लाइन को 8 घंटे की प्रत्येक शिफ्ट में 180 यूनिट उत्पादन करना है। निम्नलिखित तालिका कार्य तत्त्वों, समय, आसन्न पूर्ववर्तियों की पहचान करती है :

कार्य तत्त्व	समय (सेकण्ड)	आसन्न पूर्ववर्ती
A	45	कोई नहीं
B	70	A
C	35	D, E, F
D	30	B
E	25	B
F	20	B
G	110	A
H	140	G
I	130	H
J	120	C, I

(i) वांछित चक्र समय ज्ञात कीजिए।
(ii) आवश्यक कार्य-स्थानों (वर्कस्टेशनों) की सैद्धांतिक न्यूनतम संख्या ज्ञात कीजिए।
(iii) पूर्ववर्तिता आरेख बनाइए।
(iv) पाए गए समाधान के क्षमता और संतुलन विलम्ब क्या हैं ?

An assembly line is to produce 180 units per 8-hour shift. The following table identifies the work elements, times, immediate predecessors : *20*

Work Element	Time (Seconds)	Immediate Predecessor(s)
A	45	None
B	70	A
C	35	D, E, F
D	30	B
E	25	B
F	20	B
G	110	A
H	140	G
I	130	H
J	120	C, I

(i) Find the desired cycle time.
(ii) Find the theoretical minimum number of workstations required.
(iii) Draw the precedence diagram.
(iv) What are the efficiency and balance delays of the solution found ?

(b) एक कंपनी ने नई सुविधा स्थापित करने के लिए A, B, C और D चार स्थानों का चयन किया । स्थानों पर निर्धारित स्थिर लागत प्रति वर्ष तथा प्रति इकाई परिवर्तनशील लागत नीचे तालिका में दी गई हैं :

स्थान	प्रति वर्ष स्थिर लागत (₹ में)	प्रति इकाई परिवर्तनशील लागत (₹ में)
A	9,00,000	300
B	15,00,000	150
C	25,00,000	125
D	30,00,000	110

(i) एक ही ग्राफ में सभी चारों स्थानों के कुल लागत वक्रों को रेखांकित कीजिए । ग्राफ पर सन्निकट परिसर की पहचान कीजिए जिससे कि प्रत्येक स्थान पर निम्नतम लागत आए ।

(ii) यदि प्रति वर्ष की अनुमानित माँग 12,000 इकाई हो, तो कौन-सा स्थान सर्वोत्तम होगा ?

A company has narrowed the search for a new facility location to four places A, B, C and D. The estimated fixed costs/annum and variable cost/unit at the locations are given in the table below : *20*

Location	Fixed costs per annum (in ₹)	Variable costs per unit (in ₹)
A	9,00,000	300
B	15,00,000	150
C	25,00,000	125
D	30,00,000	110

(i) Plot the total cost curves for all the four locations on single graph. Identify on the graph the approximate range over which each location provides the lowest cost.

(ii) If the expected demand is 12,000 units per year, what is the best location ?

(c) X और Y दो औज़ार सामग्रियों को कार्य के मशीनन (कर्त्तन) के लिए चयन किया गया । दोनों सामग्रियों के कार्य सम्बन्धित आँकड़े नीचे तालिका में दर्शाए गए हैं :

औज़ार सामग्रियाँ	औज़ार आयु (मिनट)	कर्त्तन गति (मीटर/मिनट)
X	25	100
	10	150
Y	40	200
	20	250

सामग्री X को मानक सामग्री मानते हुए और औज़ार आयु 50 मिनट को मानदंड मानते हुए आपेक्षिक मशीनियता का आकलन कीजिए ।

Two tool materials, X and Y have been selected for the machining of a workpiece. The data obtained for both the materials are shown in the table given below : *10*

Tool materials	Tool life (minutes)	Cutting speed (metres/minute)
X	25	100
	10	150
Y	40	200
	20	250

Estimate the relative machinability, considering material X as standard material and tool life of 50 minutes as criteria.

Q7. (a) 18 mm बाहरी व्यास तथा 1·6 mm दीवार मोटाई वाली एक नली को 12 mm बाहरी व्यास और 1 mm दीवार मोटाई वाली नली में प्लग की सहायता से खींचा जाना है । डाई का घर्षण गुणांक 0·16 और प्लग का घर्षण गुणांक 0·2 दिया हुआ है । डाई कोण और प्लग कोण क्रमश: 30° और 20° हैं । पूर्ण कठोरावस्था में धातु का पराभव प्रतिबल 1·4 kN/mm^2 है । खींचने के लिए प्रयुक्त बल का निर्धारण कीजिए । यदि खिंचाव की गति 0·6 m/sec हो, तो मोटर का शक्ति सीमांक भी ज्ञात कीजिए ।

A tube of 18 mm outside diameter and 1·6 mm wall thickness is to be drawn to an outside diameter of 12 mm and wall thickness of 1 mm using a plug. Calculate the drawing load, given that coefficient of friction for die = 0·16 and for the plug = 0·2. The die angle is 30° and the plug angle is 20°. The metal is in fully work hardened condition with a yield stress of 1·4 kN/mm^2. Also find the power rating of the motor if the drawing speed is 0·6 m/sec. *20*

(b) ऐलुमिनियम के एक कार्य के लांबिक कर्त्तन में डायनेमोमीटर के द्वारा निर्धारित बल F_C और F_T क्रमश: 1500 N और 1000 N हैं । औज़ार का रेक कोण 10° है । छीलन मोटाई का अनुपात 0·37 है । मर्चेंट के सिद्धांत का उपयोग करते हुए F_N, F_S, N और F का निर्धारण कीजिए । औज़ार और छीलन के अंतरापृष्ठ पर घर्षण गुणांक भी निर्धारित कीजिए ।

(यहाँ F रेक सतह की लम्बाई में लगने वाला बल है; N रेक सतह पर लम्बवत् लगने वाला बल है, F_C कर्त्तन बल है, F_T स्पर्शरिखीय बल है जो F_C के लम्बवत् है; F_S अपरूपण बल है तथा F_N अपरूपण बल का अभिलंब घटक है) ।

Under the orthogonal cutting operation of a workpiece of aluminum, the forces determined by the dynamometer F_C and F_T are 1500 N and 1000 N respectively. Rake angle of the tool is 10°. Chip thickness ratio is 0·37. Determine F_N, F_S, N and F using Merchant's theory. Also determine the coefficient of friction at the chip-tool interface.

(Here F is the force along the rake surface; N is the force acting perpendicular to the rake surface, F_C is the cutting force; F_T is the tangential force and perpendicular to F_C; F_S is the shear force and F_N is the normal component of shear force). *20*

(c) निम्नलिखित कार्यों को मशीन 1 से लेकर मशीन 5 तक जॉनसन अनुक्रम नियम का प्रयोग करके व्यवस्थित कीजिए । नीचे दी गई तालिका में इन मशीनों पर किए गए कार्यों द्वारा लिया गया समय (मिनट में) दिखाया गया है । कुल बेकार समय तथा कार्यों को पूरा करने में लगने वाले समय को भी ज्ञात कीजिए ।

कार्य	मशीन 1	मशीन 2	मशीन 3	मशीन 4	मशीन 5
A	7	5	2	3	9
B	6	6	4	5	10
C	5	4	5	6	8
D	8	3	3	2	5

Arrange the following jobs on Machine 1 to Machine 5 using the Johnson's rule of sequencing. The time (in minutes) required by the jobs on these machines are shown in the table given below. Also find the total idle time and completion time of the jobs. *10*

Jobs	Machine 1	Machine 2	Machine 3	Machine 4	Machine 5
A	7	5	2	3	9
B	6	6	4	5	10
C	5	4	5	6	8
D	8	3	3	2	5

Q8. (a) दिष्ट विद्युत्-धारा आर्क का विभव – लंबाई अभिलक्षणिक

$V = (22 + 40l)$ वोल्ट,

द्वारा दिखाया गया है, जहाँ l आर्क की लंबाई सेंटीमीटर में है । शक्ति स्रोत अभिलक्षणिक को खुला (ओपन) सर्किट विभवांतर = 80 V और लघु परिपथ (शॉर्ट सर्किट) धारा = 1000 amp की एक सीधी रेखा द्वारा निर्धारित किया गया है । अनुकूलतम आर्क की लंबाई तथा संगत शक्ति का निर्धारण कीजिए ।

The voltage – length characteristics of a direct current arc is given by

$V = (22 + 40l)$ Volts,

where l is the length of the arc in cm. The power source characteristic is approximated by a straight line with an open circuit voltage = 80 V and short circuit current = 1000 amp. Determine the optimum arc length and corresponding power. *20*

(b) नीचे दी गई तालिका में पर्ट नेटवर्क की विभिन्न गतिविधियों का समय निर्धारण सप्ताहों में दिया गया है :

गतिविधि	आशावादी समय (t_o)	सबसे संभावित समय (t_m)	निराशावादी समय (t_p)
1 – 2	1	1	7
1 – 3	2	5	8
1 – 4	2	2	8
3 – 5	3	6	15
4 – 5	1	4	7
5 – 6	2	5	14
2 – 6	2	5	8

(i) नेटवर्क आरेख खींचिए तथा परियोजना के पूर्ण होने का समय ज्ञात कीजिए ।

(ii) निर्धारित पूर्णता के 15वें से 20वें सप्ताह के बीच में परियोजना के पूर्ण होने की प्रायिकता ज्ञात कीजिए ।

(iii) इस बात की प्रायिकता ज्ञात कीजिए कि परियोजना पूर्ण होने में अनुमानित पूर्णता समय से 2 सप्ताह से अधिक समय नहीं लगेगा ।

(इस प्रश्न में मानक सामान्य वितरण का चार्ट दिया हुआ है)

The time estimates in weeks for the activities of a PERT network are given in the table below : 20

Activity	Optimistic time (t_o)	Most likely time (t_m)	Pessimistic time (t_p)
1 – 2	1	1	7
1 – 3	2	5	8
1 – 4	2	2	8
3 – 5	3	6	15
4 – 5	1	4	7
5 – 6	2	5	14
2 – 6	2	5	8

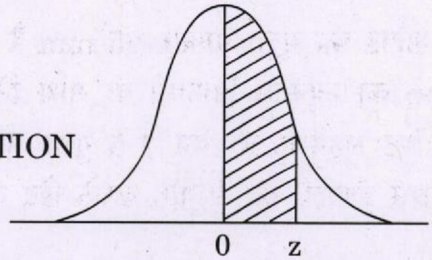
(i) Draw network diagram and determine project completion time.

(ii) Find the probability that the project will be finished in between 15^{th} to 20^{th} week of the scheduled completion.

(iii) Find the probability that the project will be finished no more than 2 weeks later than the expected completion time.

(The standard normal distribution chart is given in the question)

AREAS UNDER THE STANDARD
NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION



Values in the table represent the proportion of area under the normal curve between the mean ($\mu = 0$) and a positive value of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2703	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990

(c) एक छेद और शॉफ्ट का मूल आकार 25 mm है और 0·02 mm का अधिकतम निकासी तथा 0·01 mm का न्यूनतम निकासी के साथ निकासी फिट का निर्धारण होना है । छेद सहनशीलता शॉफ्ट सहनशीलता का 1·5 गुणा होना है । (i) होल आधार प्रणाली तथा (ii) शॉफ्ट आधार प्रणाली का उपयोग करके छेद और शॉफ्ट दोनों के लिए सीमाएँ निर्धारित कीजिए ।

A hole and shaft have a basic size of 25 mm and are to have a clearance fit with maximum clearance of 0·02 mm and a minimum clearance of 0·01 mm. The hole tolerance is to be 1·5 times of the shaft tolerance. Determine the limits for both hole and shaft (i) using hole basis system and (ii) using shaft basis system. *10*