Civil Services (Main)
Examination- 2025

SLPM-P-MCH

यांत्रिक इंजीनियरी / MECHANICAL ENGINEERING

प्रश्न-पत्र I / Paper I

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

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Question Paper Specific Instructions

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

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

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

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

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

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

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

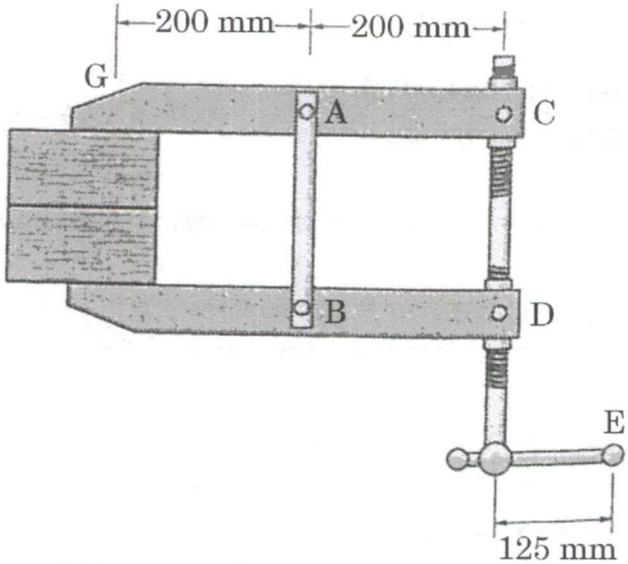
Diagrams / Figures, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.

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

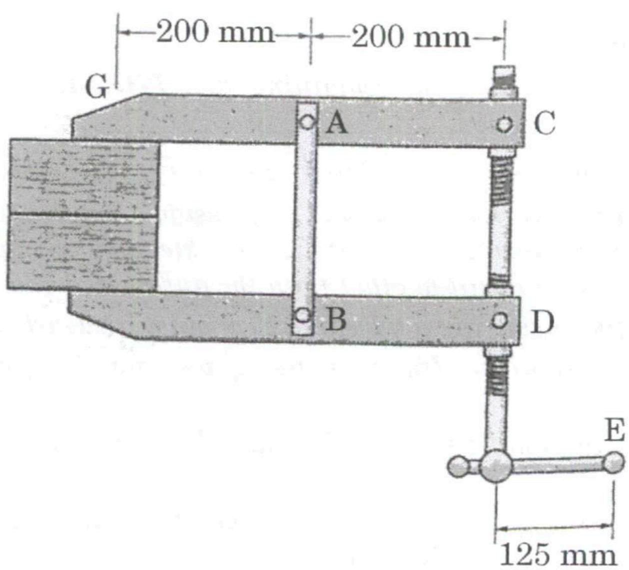
Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer (QCA) Booklet must be clearly struck off.

खण्ड A
SECTION A

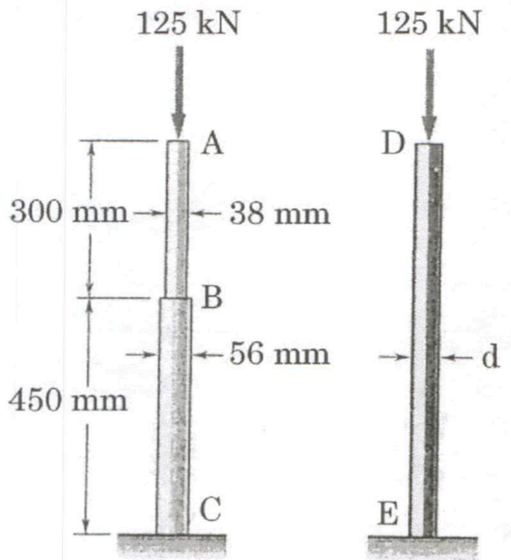
Q1. (a) चित्र में एक पकड़ (ग्रिपर) दर्शाया गया है । लीवर के हत्थे (हैंडल) पर E पर एक क्षैतिज बल F = 50 N लगाया गया है । C तथा E पर एकल वर्ग चूड़ी वाले पेंच का औसत व्यास 25 mm तथा अग्रण (लीड) 5 mm है । G पर विकसित होने वाला बन्धन बल (क्लैम्पिंग फोर्स) निर्धारित कीजिए । स्थैतिक घर्षण गुणांक $\mu_s = 0{\cdot}3$ है ।



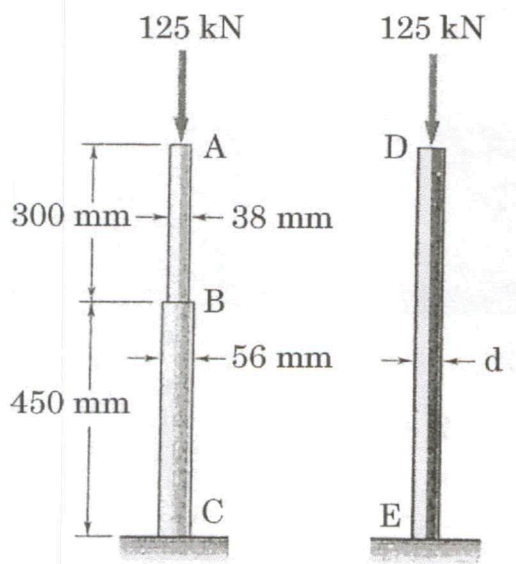
A gripper is shown in the figure. A horizontal force F = 50 N is applied to the handle of the lever at E. The mean diameter of the single square threaded screw at C and E is 25 mm and lead is 5 mm. Determine the clamping force developed at G. The coefficient of static friction is $\mu_s = 0{\cdot}3$. *10*



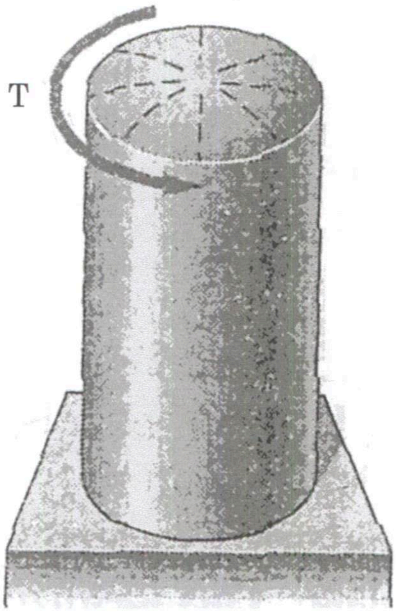
(b) दो बेलनाकार भागों AB तथा BC से बनी 70 GPa यंग मापांक वाली एक ऐलुमिनियम छड़ ABC को एक 200 GPa यंग मापांक वाली समान समग्र लम्बाई की बेलनाकार इस्पात छड़ DE के द्वारा प्रतिस्थापित किया जाना है। यदि इसका ऊर्ध्वाधर विरूपण समान भार के अन्तर्गत ऐलुमिनियम छड़ के विरूपण से अधिक न हो, एवं यदि इस्पात छड़ में स्वीकार्य प्रतिबल 165 MPa से अधिक न हो, तो इस्पात छड़ का न्यूनतम आवश्यक व्यास d निर्धारित कीजिए।



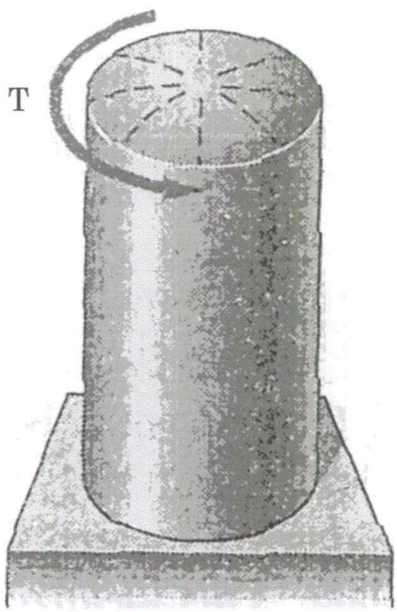
The aluminium rod ABC having Young's modulus 70 GPa consisting of two cylindrical portions AB and BC, is to be replaced with a cylindrical steel rod DE with Young's modulus 200 GPa of same overall length. Determine minimum required diameter, d, of the steel rod if its vertical deformation is not to exceed the deformation of aluminium rod under the same load and if the allowable stress in the steel rod is not to exceed 165 MPa. *10*



(c) चित्र में दर्शाई गई एक टंकी को 8 MPa के दबाव के तहत संपीडित वायु द्वारा भरा गया है। सिरे पर T = 12 kNm परिमाण का बल-आघूर्ण लगाया गया है। टंकी का आंतरिक व्यास 180 mm तथा दीवार की मोटाई 12 mm है। बेलन को पतला मानते हुए टंकी में अधिकतम सामान्य प्रतिबल तथा अधिकतम अपरूपण प्रतिबल निर्धारित कीजिए।



A tank shown in the figure is filled with compressed air under pressure of 8 MPa. A torque of magnitude T = 12 kNm is applied at the end. The tank has an inner diameter of 180 mm and thickness of wall 12 mm. Determine the maximum normal stress and maximum shearing stress in the tank considering the cylinder is thin. *10*



(d) एक साफ-सुथरे आरेख की सहायता से इस्पात के विभिन्न चरणों की सूक्ष्म संरचनाओं को चित्रित कीजिए तथा निम्नलिखित की उपस्थिति प्रदर्शित कीजिए :

(i) फेराइट

(ii) ऑस्टेनाइट

(iii) सीमेंटाइट

(iv) पर्लाइट

With the help of a neat diagram, illustrate the microstructures of various phases of steel and exhibit the presence of the following : *10*

(i) Ferrite

(ii) Austenite

(iii) Cementite

(iv) Pearlite

(e) एक जोड़ी प्रतिकेन्द्रज प्रोफाइल में अन्तर्योजित स्पर गियर को 2 का गति अनुपात प्रदान करना है। दबाव कोण 20° है तथा प्रमात्रक (मॉड्यूल) 10 mm है। पिनियन में 24 दाँते हैं तथा यह बड़े गियर को चलाती है। यदि पिनियन एवं गियर चक्रों पर युक्तक (एडेन्डा) एक प्रमात्रक के बराबर है, तो निर्धारित कीजिए :

(i) संपर्क मार्ग की लम्बाई,

(ii) संपर्क अनुपात, और

(iii) पिनियन का क्रिया कोण।

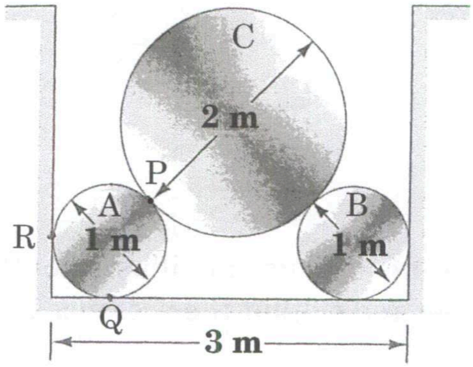
A pair of involute profile spur gears in mesh have to give a speed ratio of 2. The pressure angle is 20° and the module is 10 mm. The pinion has 24 teeth and drives the larger gear. If the addenda on pinion and gear wheels are equal to one module, determine :

(i) length of path of contact,

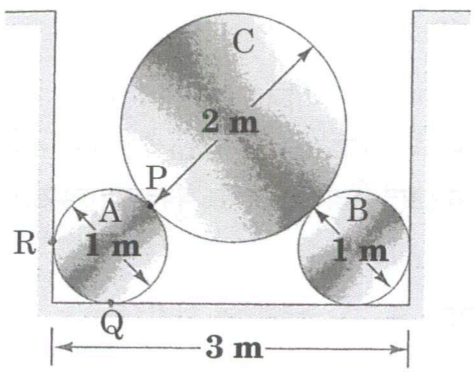
(ii) contact ratio, and

(iii) angle of action of the pinion. *10*

Q2. (a) (i) चित्र में दर्शाए अनुसार 1000 N वजन का एक बेलन C प्रत्येक 500 N वजन रखने वाले दो बेलनों A तथा B द्वारा समर्थित है। P, Q तथा R पर संपर्क बलों की गणना कीजिए।



A cylinder C weighing 1000 N is supported by two cylinders A and B weighing 500 N each as shown in the figure. Calculate the contact forces at P, Q and R. *10*



(ii) एक मशीन अवयव में एक क्रान्तिक बिन्दु पर द्विविम प्रतिबल की अवस्था इस प्रकार है :

σ_x = 80 MPa तनन, σ_y = 40 MPa संपीडन तथा पूरक अपरूपण 25 MPa है। सामग्री का पराभव सामर्थ्य 250 MPa है।

निम्नलिखित का प्रयोग करते हुए पराभव सामर्थ्य के संबंध में सुरक्षा गुणक निर्धारित कीजिए :

(I) अधिकतम अपरूपण मानदंड, और

(II) अधिकतम विकृति ऊर्जा मानदंड।

The state of plane stress at a critical point in a machine member is as follows :

σ_x = 80 MPa tensile, σ_y = 40 MPa compressive and complementary shear is 25 MPa. The yield strength of the material is 250 MPa.

Determine the factor of safety with respect to the yield strength using :

(I) maximum shear criterion, and

(II) maximum distortion energy criterion. *10*

(b) खुली भुजाओं वाले एक प्रोएल अधिनियंत्रक (गवर्नर) में प्रत्येक गेंद का द्रव्यमान 7 kg तथा स्लीव (केन्द्रीय भार) का द्रव्यमान 140 kg है। प्रत्येक भुजा की लम्बाई 180 mm तथा निचली भुजाओं के विस्तार की लम्बाई 90 mm है जिनके साथ गेंदें जुड़ी हैं। भुजाओं के कीलक की घूर्णन अक्ष से दूरी 25 mm तथा भुजाओं के घूर्णन अक्ष के प्रति 40° झुकाव पर गेंदों के घूर्णन की त्रिज्या 190 mm है। दिए गए विन्यास हेतु संतुलन गति निर्धारित कीजिए।

आगे, यदि घर्षण प्रभाव को स्लीव पर 40 N के घर्षण बल के साथ शामिल करके जोड़ा जाए, तो असंवेदिता गुणांक तथा अधिनियंत्रक के असंवेदनशील होने की गति सीमा का निर्धारण कीजिए।

In a Proell governor with open arms, the mass of each ball is 7 kg and the mass of the sleeve (central load) is 140 kg. The length of each arm is 180 mm and the length of extension of lower arms to which the balls are attached is 90 mm. The distance of pivots of the arms from axis of rotation is 25 mm and radius of rotation of the balls is 190 mm when the arms are inclined 40° to the axis of rotation. Determine the equilibrium speed for the given configuration.

Further, if the frictional effect is included by incorporating a frictional force of 40 N at the sleeve, determine the coefficient of insensitiveness and range of speed when the governor is insensitive. *20*

(c) नैनो श्रेणी में आयामों की संख्या के आधार पर नैनो सामग्रियों (नैनोमेटीरियल्स) को वर्गीकृत कीजिए। वर्गीकृत नैनो सामग्रियों की ज्यामिति के साथ अपने उत्तर को समर्थित कीजिए।

Classify the nanomaterials depending on the number of dimensions in the nano range. Support your answer with the geometry of classified nanomaterials. *10*

Q3. (a) (i) एक बंदूक का प्रतिक्षेप तंत्र एक महत्त्वपूर्ण रूप से डैम्पड स्प्रिंग-अवमंदक (स्प्रिंग-डैम्पर) प्रणाली से बना है। बंदूक की अधिकतम अनुमत प्रतिक्षेप (रिकॉइल) दूरी 0·5 m के रूप में निर्दिष्ट की गई है। यदि बंदूक की प्रारम्भिक प्रतिक्षेप वेग 10 m/s तथा बंदूक का द्रव्यमान 500 kg है, तो प्रतिक्षेप तंत्र की स्प्रिंग दृढ़ता तथा अवमंदक (डैम्पर) का क्रांतिक अवमंदन गुणांक निर्धारित कीजिए।

The recoil mechanism of a gun consists of a critically damped spring-damper system. The maximum permissible recoil distance of the gun is specified as 0·5 m. If the initial recoil velocity of the gun is 10 m/s and the mass of the gun is 500 kg, determine the spring stiffness of the recoil mechanism and the critical damping coefficient of the damper. *10*

(ii) एक छिद्रक प्रेस (पंचिंग प्रेस) 25 mm मोटी प्लेट में 10 छिद्र प्रति मिनट निष्पादित करती है। प्रत्येक छिद्र का व्यास 20 mm है। छिद्रक का आघात (स्ट्रोक) 60 mm है तथा छिद्रक सदैव एकसमान वेग के साथ चलता है। प्रेस के साथ एक गतिपालक चक्र (फ्लाईव्हील) जुड़ा हुआ है तथा गतिपालक चक्र की औसत गति 25 m/s है। यदि पंचिंग को अपरूपण क्षेत्रफल के 10 N-m प्रति mm^2 की ऊर्जा की आवश्यकता होती है, तो पंचिंग प्रेस के संचालन में लगने वाली शक्ति (पावर) ज्ञात कीजिए। यदि गति का कुल उतार-चढ़ाव औसत गति के 5% तक सीमित है, तो गतिपालक चक्र के द्रव्यमान की आवश्यकता निर्धारित कीजिए।

A punching press executes 10 holes per minute in a 25 mm thick plate. The diameter of each hole is 20 mm. The punch has a stroke of 60 mm and the punch moves with uniform velocity throughout. A flywheel is attached to the press and the mean speed of the flywheel is 25 m/s. If punching requires 10 N-m of energy per mm^2 of the sheared area, find the power needed to operate the punching press. Further determine the mass of the flywheel required if the total fluctuation of speed is restricted to 5% of the mean speed. *10*

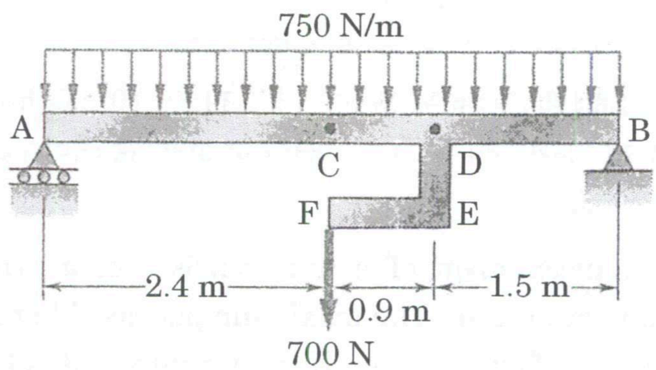
(b) भार सहित एक धरन (बीम) AB चित्र में दर्शाई गई है। एक दृढ़ दंड DEF बिन्दु D पर वेल्डित है। धरन सामग्री का यंग मापांक 200 GPa तथा इसका जड़त्व आघूर्ण 20×10^6 mm^4 है।

(i) अपरूपण बल आरेख बनाइए।

(ii) बंकन आघूर्ण आरेख बनाइए।

(iii) अधिकतम बंकन आघूर्ण तथा इसकी स्थिति ज्ञात कीजिए।

(iv) C पर विक्षेप ज्ञात कीजिए।



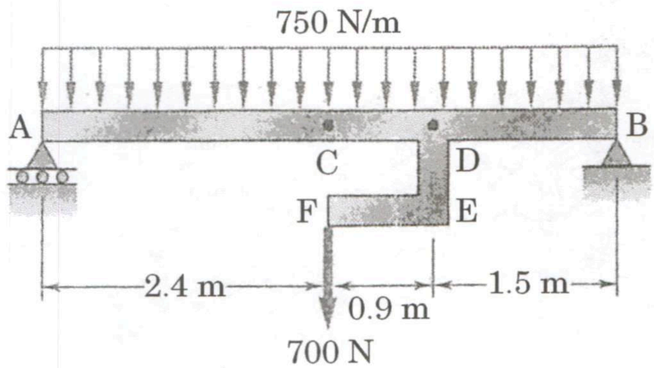
A beam AB under loading is shown in the figure. The rigid bar DEF is welded at a point D. The Young's modulus of the beam material is 200 GPa and its moment of inertia is 20×10^6 mm^4.

(i) Draw shear force diagram.

(ii) Draw bending moment diagram.

(iii) Find the maximum bending moment and its location.

(iv) Find deflection at C. *20*



(c) किसी कठोरीकृत इस्पात वस्तु में विभिन्न प्रकार के दोषों तथा उनके कारणों की पहचान कीजिए।

Identify the different types of defects and their causes in a steel article after it is hardened. *10*

Q4. (a) अल्पकाल के लिए एक कार सीधी रेखा में $v = (0{\cdot}6t^2 + 2t)$ m/s के वेग से चल रही है, जहाँ t सेकंड में है।

प्रारंभिक समय t = 0, s = 0 लीजिए।

ज्ञात कीजिए :

(i) 4 s में तय की गई दूरी, और

(ii) 4 s पर त्वरण।

A car is moving in a straight line with a velocity of $v = (0{\cdot}6t^2 + 2t)$ m/s for a short duration, where t is in seconds.

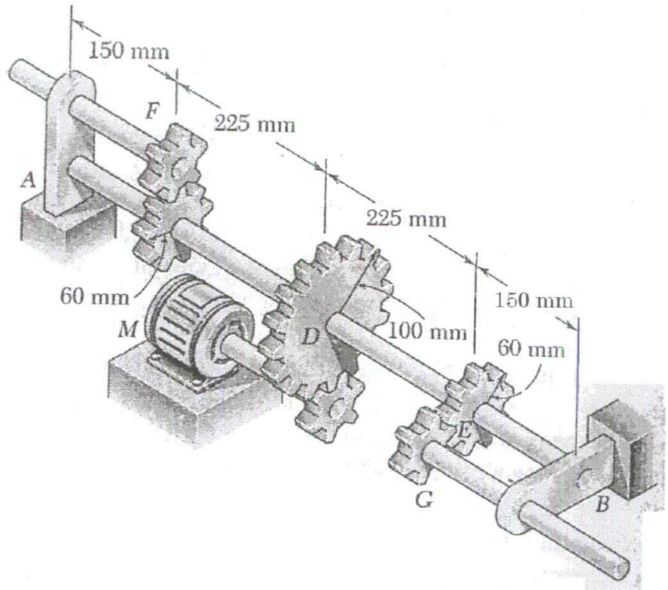
Take initial time t = 0, s = 0.

Find :

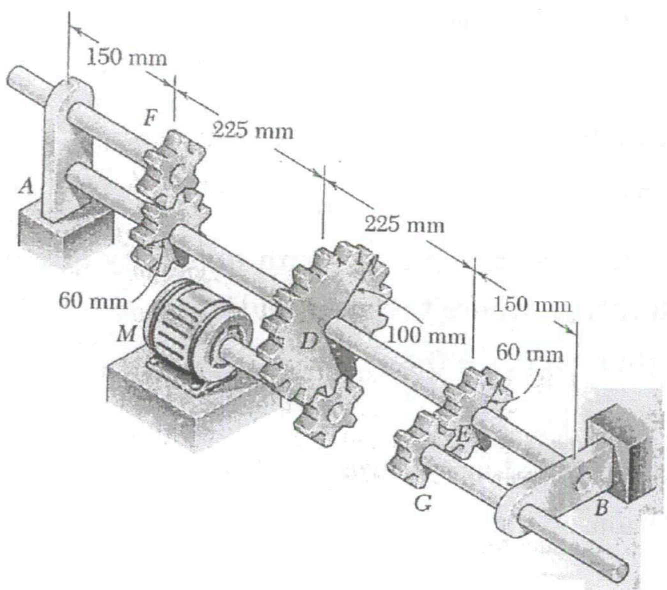
(i) distance travelled in 4 s, and

(ii) acceleration at 4 s. *10*

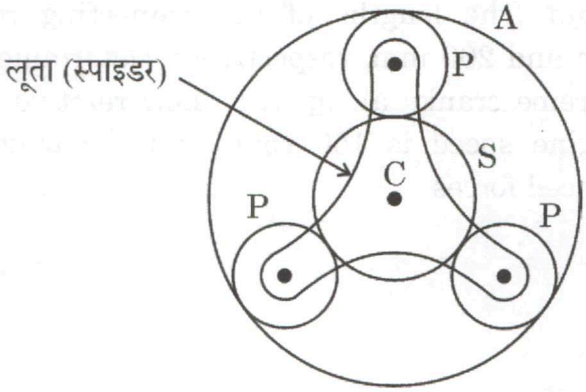
(b) एक ठोस शाफ़्ट AB 450 rpm पर घूमता है तथा मोटर M से गियर F एवं G द्वारा जुड़े मशीन टूल्स को 20 kW संचारित करता है । गियर F पर 8 kW की शक्ति हटाई गई है तथा गियर G पर 12 kW की शक्ति हटाई गई है । अनुज्ञेय (स्वीकार्य) अपरूपण प्रतिबल 55 MPa है । शाफ़्ट AB का सबसे छोटा अनुमेय व्यास निर्धारित कीजिए ।



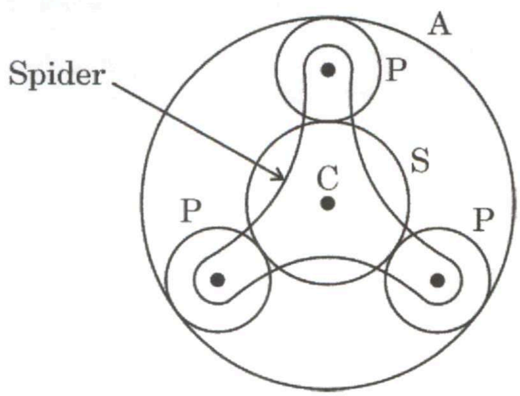
A solid shaft AB rotates at 450 rpm and transmits 20 kW from the motor M to machine tools connected to gears F and G. A power of 8 kW is taken off at gear F and 12 kW is taken off at gear G. The allowable shear stress is 55 MPa. Determine the smallest permissible diameter of the shaft AB. *20*



(c) (i) सूर्य और ग्रह प्रकार की एक अधिचक्रिक गियर माला नीचे चित्र में दर्शाई गई है। वलयाकार गियर 'A' आंतरिक रूप से अन्तर्योजित है। तीन समान आकार के एकसमान ग्रह चक्र 'P', वलयाकार गियर 'A' तथा सूर्य (सन) चक्र 'S' के साथ अन्तर्योजित हैं। ग्रह चक्रों को एक तारे (स्टार) के आकार के लूता (स्पाइडर) 'C' द्वारा ले जाया जाता है। विभिन्न दाँतेदार चक्रों के आकार इस प्रकार हैं कि सूर्य चक्र 'S' को ले जाने वाले तर्कु (स्पिंडल) के प्रत्येक 5 घूर्णन पर, ग्रह चक्रों को ले जाने वाला लूता 'C' एक परिक्रमण करता है, जबकि गियर 'A' स्थिर होता है। यदि किसी भी चक्र पर दाँतों की न्यूनतम संख्या 14 हो, तो सभी चक्रों पर दाँतों की संख्या निर्धारित कीजिए। यदि सूर्य चक्र पर चालन बल-आघूर्ण 200 N-m हो, तो वलयाकार गियर 'A' को स्थिर बनाए रखने के लिए आवश्यक स्थिरीकरण बल-आघूर्ण (फिक्सिंग टार्क) निर्धारित कीजिए।



In an epicyclic gear train of the sun and planet type shown in the figure below, the annular gear 'A' meshes internally. The three identical planet wheels 'P' of equal size, mesh with annular gear 'A' and the sun wheel 'S'. The planet wheels are carried by a star shaped spider 'C'. The size of the different toothed wheels are such that the spider 'C' which carries the planet wheels is to make one revolution for every 5 rotations of the spindle carrying the sun wheel 'S', when the gear 'A' is stationary. If the minimum number of teeth on any wheel is 14, determine the number of teeth for all the wheels. Further, if the driving torque on the sun wheel is 200 N-m, determine the fixing torque required to keep the annular gear 'A' stationary. *10*



(ii) एक चार सिलिंडर सममित इंजन में, मध्यवर्ती क्रेंक 90° पर हैं तथा प्रत्येक का प्रत्यागामी द्रव्यमान 500 kg है। इंजन पूर्ण प्राथमिक संतुलन में है। मध्यवर्ती क्रेंकों के बीच केंद्र दूरी 600 mm तथा चरम क्रेंकों के बीच 1800 mm है। कनेक्टिंग रॉडों तथा क्रेंकों की लंबाई क्रमशः 800 mm तथा 200 mm है। चरम क्रेंकों पर निर्धारित द्रव्यमानों को उनकी सापेक्ष कोणीय स्थितियों के साथ निर्धारित कीजिए। यदि इंजन की गति 150 rpm है, तो द्वितीयक असंतुलित बलों का परिमाण ज्ञात कीजिए।

In a four cylinder symmetrical engine, the intermediate cranks are at 90° and each has a reciprocating mass of 500 kg. The engine is in complete primary balance. The centre distance between intermediate cranks is 600 mm and between extreme cranks is 1800 mm. The lengths of the connecting rods and cranks are 800 mm and 200 mm, respectively. Determine the masses fixed to the extreme cranks along with their relative angular positions. If the engine speed is 150 rpm, find the magnitude of secondary unbalanced forces. *10*

खण्ड B
SECTION B

Q5. (a) 25 mm मोटाई वाले निम्न कार्बन इस्पात स्कंध (स्टॉक) को दो चरणों में रोल किया जाना है। प्रथम चरण में संकोचन 25 mm से 15 mm तक तथा द्वितीय चरण में 15 mm से 5 mm तक होना है। यदि प्रथम चरण के लिए अधिकतम कटाव कोण 35° तथा द्वितीय चरण के लिए 25° है, तो दोनों चरणों के लिए वेल्लनों (रोल्स) के न्यूनतम व्यास को निर्धारित कीजिए। दोनों चरणों में आवश्यक घर्षण गुणांक की भी गणना कीजिए।

A low carbon steel stock of thickness 25 mm is to be rolled in two stages. In the first stage, the reduction is to be from 25 mm to 15 mm and in the second stage from 15 mm to 5 mm. Determine the minimum diameter of the rolls for the two stages if the maximum angle of bite is 35° for the first stage and 25° for the second stage. Also, calculate the required coefficient of friction in both the stages. *10*

(b) 15 वोल्ट के विभव (पोटेंशियल) के साथ इस्पात के आर्क वेल्डिंग प्रक्रम में, 150 Amp की धारा (करंट) तथा 5 mm/sec की यात्रा गति के साथ जोड़ का अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल 15 mm^2 देखा गया है। यदि इस्पात की गलन के लिए 10 J/mm^3 ऊष्मा की आवश्यकता है तथा ऊष्मा स्थानांतरण दक्षता 0·75 है, तो गलन दक्षता (एफीशिएन्सी) की गणना कीजिए।

In an arc welding process of steel with a potential of 15 volt, current of 150 Amp and travel speed is 5 mm/sec, the cross-sectional area of joint is observed as 15 mm^2. If heat required to melt the steel is 10 J/mm^3 and heat transfer efficiency is 0·75, then calculate the melting efficiency. *10*

(c) एक ऑटोमोबाइल विनिर्माण उद्योग में एक विशिष्ट घटक की माँग अप्रैल में 250, मई में 100 और जून में 200 थी। अप्रैल के लिए पूर्वानुमान 150 था। जुलाई माह के लिए 0·25 मसृणकारी (स्मूथनिंग) स्थिरांक तथा प्रथम क्रम के चरघातांकी मसृणीकरण का प्रयोग करते हुए पूर्वानुमान की गणना कीजिए।

In an automobile manufacturing industry the demand for a specific part was 250 in April, 100 in May and 200 in June. The forecast for April was 150. Calculate the forecast for the month of July with a smoothing constant of 0·25 and using first order exponential smoothing. *10*

(d) एक मिश्रित मॉडल उत्पादन लाइन में पाँच अलग-अलग उत्पादों का निर्माण किया जाता है। प्रत्येक कार्य के लिए आवश्यक समय नीचे दिया गया है :

कार्य	उत्पाद 1 (सेकंड)	उत्पाद 2 (सेकंड)	उत्पाद 3 (सेकंड)	उत्पाद 4 (सेकंड)	उत्पाद 5 (सेकंड)
A	5	5	–	5	5
B	6	6	6	–	6
C	6	–	6	6	–
D	7	7	–	–	7
E	–	4	4	4	–

प्रत्येक उत्पाद के लिए कार्यों का एक सेट आवश्यक है। यदि चक्र समय 15 सेकंड है, तो इस मिश्रित-मॉडल समन्वायोजन लाइन (असेंबली लाइन) के लिए कार्य स्थलों की कुल संख्या की गणना कीजिए।

Five different products are manufactured in a mixed model production line. The time required for each task is given below :

Task	Product 1 (Seconds)	Product 2 (Seconds)	Product 3 (Seconds)	Product 4 (Seconds)	Product 5 (Seconds)
A	5	5	–	5	5
B	6	6	6	–	6
C	6	–	6	6	–
D	7	7	–	–	7
E	–	4	4	4	–

Each product requires a set of tasks. Calculate the total number of work stations for this mixed-model assembly line, if the cycle time is 15 seconds. *10*

(e) दिए गए मिलान वाले भागों की विमाओं के लिए, मूल (बेसिक) छिद्र प्रणाली का उपयोग करते हुए छूट (अलाउंस), छिद्र सहिष्णुता तथा शाफ्ट सहिष्णुता के मान निर्धारित कीजिए।

छिद्र : 57·50 mm   शाफ्ट : 57·47 mm

57·52 mm   57·45 mm

For the given dimensions of mated parts, determine the values of allowance, hole tolerance and shaft tolerance using the basic hole system. *10*

Hole : 57·50 mm   Shaft : 57·47 mm

57·52 mm   57·45 mm

Q6. (a) (i) यदि एक धातु अक्रिय आर्क वेल्डिंग प्रक्रिया में शक्ति स्रोत अभिलक्षण $V_P = 38 - \frac{I}{60}$ तथा आर्क अभिलक्षण (characteristic) $V_a = 3L_a + 27$ है, जहाँ V_P तथा V_a वोल्टेज है, I धारा है और L_a आर्क लंबाई mm में है। यदि आर्क की लम्बाई 1 mm से 3 mm में बदलती है, तो आर्क की शक्ति में परिवर्तन की गणना कीजिए।

यदि शक्ति स्रोत की अधिकतम धारा क्षमता 300 Amps है, तो सहनीय अधिकतम आर्क लंबाई निर्धारित कीजिए।

If the power source characteristic in a Metal Inert Arc welding process is $V_P = 38 - \frac{I}{60}$, and the arc characteristic is $V_a = 3L_a + 27$, where V_P and V_a is voltage, I is current and L_a is arc length in mm. Calculate the change in power of the arc if the arc length is changed from 1 mm to 3 mm.

If the maximum current capacity of the power source is 300 Amps, then determine the maximum arc length that can be sustained. *10*

(ii) एक इलेक्ट्रो-डिस्चार्ज मशीनिंग प्रक्रिया का उपयोग उच्च कार्बन इस्पात (स्टील) कार्यखंड में 6 mm गहरे कोटर (cavity) में कटाई के लिए निम्नलिखित का उपयोग करते हुए किया जाता है :

(I) कॉपर-टंगस्टन इलेक्ट्रोड, और

(II) कॉपर इलेक्ट्रोड।

कॉपर-टंगस्टन इलेक्ट्रोड का निघर्षण अनुपात (wear ratio) 9 : 1 तथा कॉपर इलेक्ट्रोड के लिए 3 : 1 मानते हुए इस कोटर को काटने के लिए आवश्यक स्पिंडल गति निर्धारित कीजिए।

An electro-discharge machining process is used for cutting a 6 mm deep cavity in a high carbon steel workpiece using the following :

(I) Copper-tungsten electrode, and

(II) Copper electrode.

Assuming the wear ratio for copper-tungsten electrode as 9 : 1 and for copper electrode as 3 : 1, determine the required spindle movement for cutting this cavity. *10*

(b) (i) उच्च कार्बन इस्पात (स्टील) में विद्युत-रासायनिक मशीनन प्रक्रिया का उपयोग करके 15 mm व्यास तथा 125 mm गहराई का एक लंबा छिद्र ड्रिल करने की आवश्यकता है। यदि प्रदान (आपूर्ति) की गई धारा का परिमाण 45 Amp तथा उपयोग किया गया विद्युत-अपघट्य (Electrolyte) 15% NaCl है, तो इस छिद्र को ड्रिल करने के लिए आवश्यक समय की गणना कीजिए।

लौह की संयोजकता 2, लौह का परमाणु भार 56 तथा इस्पात का घनत्व 7·8 gm/cm^3 मानिए।

A long hole having 15 mm diameter and 125 mm depth is required to be drilled in high carbon steel using electro-chemical machining process. Calculate the time required to drill this hole if the supplied current magnitude is 45 Amp and electrolyte used is 15% NaCl. Consider that the valency of iron is 2, atomic weight of iron is 56 and density of steel is 7·8 gm/cm^3. *10*

(ii) निमोनिक 75 मिश्रधातु के मशीनन के लिए एक विद्युत-रासायनिक मशीनन प्रक्रिया का उपयोग किया जाता है। निमोनिक 75 मिश्रधातु की संरचना (% भार द्वारा) यहाँ दी गई है :

Ni	Cr	Fe	Si	Mn	Cu	Ti
72·5	19·5	5·0	1·0	1·0	0·6	0·4

निम्नलिखित आँकड़े मानिए :

धातु	ग्राम परमाणु भार	विलयन की संयोजकता	घनत्व gm/cm^3
निकल	58·71	2/3	8·90
क्रोमियम	51·99	2/3/6	7·19
लोहा	55·85	2/3	7·86
सिलिकॉन	28·09	4	2·33
मैंगनीज	54·94	2/4/6/7	7·43
ताँबा	63·57	1/2	8·96
टाइटेनियम	47·9	3/4	4·51

प्रत्येक तत्त्व के लिए विलयन की न्यूनतम संयोजकता का उपयोग करते हुए, जब 1050 Amp की धारा प्रयुक्त की जाती है, तो पदार्थ पृथक्करण दर का निर्धारण कीजिए।

An electro-chemical machining process is used for machining of Nimonic 75 alloy. The composition (% by weight) of Nimonic 75 alloy is given here :

Ni	Cr	Fe	Si	Mn	Cu	Ti
72·5	19·5	5·0	1·0	1·0	0·6	0·4

Consider the following data :

Metal	Gram atomic weight	Valency of dissolution	Density gm/cm^3
Nickel	58·71	2/3	8·90
Chromium	51·99	2/3/6	7·19
Iron	55·85	2/3	7·86
Silicon	28·09	4	2·33
Manganese	54·94	2/4/6/7	7·43
Copper	63·57	1/2	8·96
Titanium	47·9	3/4	4·51

Using the lowest valency of dissolution for each element, determine the material removal rate, when a current of 1050 Amp is applied. *10*

(c) रेखाचित्र की सहायता से संयंत्र के अभिन्यास में उपयोग होने वाले विभिन्न प्रकार के प्रवाह प्रतिरूपों (Flow Patterns) को समझाइए। एक आदर्श प्रवाह प्रतिरूप के लिए कौन-सी शर्तें पूरी की जानी चाहिए ?

With the help of a line diagram, explain the different types of flow patterns used in plant layouts. What are the conditions to be satisfied by an ideal flow pattern ? *10*

Q7. (a) HSS कर्तन औज़ार के साथ 9° नति (रेक) कोण का उपयोग करते हुए, मध्यम कार्बन इस्पात के कार्यखंड की लांबिक मशीनन प्रक्रिया में निम्नलिखित आँकड़े पाए गए :

प्रभरण दर = 0·25 mm/rev

कर्तन गति = 250 m/min

कर्तन की गहराई = 1·5 mm

छीलन की मोटाई का अनुपात = 0·30

ऊर्ध्वाधर कर्तन बल = 1100 N

क्षैतिज कर्तन बल = 600 N

गणना कीजिए :

(i) अपरूपण तल के साथ अपरूपण बल

(ii) अपरूपण तल पर प्रसामान्य बल

(iii) नति (रेक) पृष्ठ के साथ घर्षण बल

(iv) नति (रेक) पृष्ठ के साथ प्रसामान्य बल

(v) घर्षण कोण

(vi) अपरूपण में किया गया कार्य

(vii) घर्षण में किया गया कार्य

In an orthogonal machining process of medium carbon steel workpiece using HSS cutting tool with 9° rake angle, the following data were observed :

Feed rate = 0·25 mm/rev

Cutting speed = 250 m/min

Depth of cut = 1·5 mm

Chip thickness ratio = 0·30

Vertical cutting force = 1100 N

Horizontal cutting force = 600 N

Calculate the : *20*

(i) Shear force along the shear plane

(ii) Normal force on the shear plane

(iii) Friction force along the rake surface

(iv) Normal force along the rake surface

(v) Friction angle

(vi) Work done in shear

(vii) Work done in friction

(b) एक वस्तु की वार्षिक आवश्यकता 2400 इकाई है। कंपनी के लिए प्रत्येक वस्तु की लागत ₹ 6 है। निर्माता 500 अथवा अधिक मात्राओं की खरीद पर 5% छूट की पेशकश करता है। यदि आदेश लागत ₹ 32 प्रति आदेश है तथा सामग्री सूची (इन्वेंट्री) लागत 16% है, तो निर्धारित कीजिए कि क्या छूट स्वीकार करना उचित है।

The annual requirement of an item is 2400 units. Each item costs the company ₹ 6. The manufacturer offers a discount of 5% if 500 or more quantities are purchased. If the ordering cost is ₹ 32 per order and inventory cost is 16%, determine whether it is advisable to accept the discount. *20*

(c) एक कंपनी से लागत-संबंधी निम्नलिखित आँकड़े एकत्र किए गए हैं :

लागत तत्त्व	परिवर्तनीय लागत	अचल लागत
प्रत्यक्ष सामग्री	32·8	–
प्रत्यक्ष श्रम	28·4	–
कारखाना उपरिव्यय	12·6	1,89,900
वितरण उपरिव्यय	4·1	58,400
सामान्य प्रशासनिक उपरिव्यय	1·1	66,700
बजट में निर्धारित बिक्री	–	18,50,000

निम्नलिखित निर्धारित कीजिए :

(i) समतोड़ (ब्रेक-ईवन) बिक्री मात्रा

(ii) बजट में निर्धारित बिक्री मात्रा पर लाभ

(iii) लाभ यदि वास्तविक बिक्री

I. 10% गिरने पर, और

II. बजट में निर्धारित बिक्री से 5% की वृद्धि होने पर।

The following cost-related data has been collected from a company :

Cost Element	Variable Cost	Fixed Cost
Direct material	32·8	–
Direct labour	28·4	–
Factory overheads	12·6	1,89,900
Distribution overheads	4·1	58,400
General administrative overheads	1·1	66,700
Budgeted sales	–	18,50,000

Determine the following : *10*

(i) Break even sales volume

(ii) Profit at the budgeted sales volume

(iii) Profit if the actual sales

I. Drop by 10%, and

II. Increase by 5% from budgeted sales.

Q8. (a) NC मशीनों के लिए उपयोग की जाने वाली विभिन्न कंप्यूटर भाषाएँ कौन-सी हैं ? प्रत्येक भाषा के लाभ एवं सीमाएँ स्पष्ट कीजिए।

What are the various computer languages used for NC machines ? Explain the merits and limitations of each language. *10*

(b) एक छोटी विनिर्माण इकाई में बोल्ट का उत्पादन होता है तथा प्रत्येक बोल्ट का भार मापा जाता है। एक बोल्ट का लक्षित भार 60 ग्राम है। प्रतिदिन 5 बोल्ट के नमूने 30 दिन तक लिए गए हैं। पहले 5 दिनों का भार (ग्राम में) नीचे दिया गया है :

दिन	नमूना 1 (भार ग्राम में)	नमूना 2 (भार ग्राम में)	नमूना 3 (भार ग्राम में)	नमूना 4 (भार ग्राम में)	नमूना 5 (भार ग्राम में)
1	59·8	60·2	60·0	60·1	59·9
2	60·1	60·3	60·2	60·0	59·8
3	59·7	60·0	60·1	59·9	60·2
4	60·0	59·8	60·2	60·1	59·9
5	60·2	60·3	60·1	60·0	59·9

$\overline{X}$ (X-bar) चार्ट के लिए नियंत्रण सीमाएँ परिकलित कीजिए।

नमूना आकार 5 के लिए स्थिरांक A_2 0·577 है।

A small manufacturing unit produces bolts and the weight of each bolt is measured. The target weight for a bolt is 60 grams. A sample of 5 bolts is taken every day for 30 days. The weight (in grams) for first 5 days is given below :

Day	Sample 1 (wt. in gm)	Sample 2 (wt. in gm)	Sample 3 (wt. in gm)	Sample 4 (wt. in gm)	Sample 5 (wt. in gm)
1	59·8	60·2	60·0	60·1	59·9
2	60·1	60·3	60·2	60·0	59·8
3	59·7	60·0	60·1	59·9	60·2
4	60·0	59·8	60·2	60·1	59·9
5	60·2	60·3	60·1	60·0	59·9

Calculate the control limits for the $\overline{X}$ (X-bar) chart.

The constant A_2 for a sample size of 5 is 0·577. *20*

(c) एक निश्चित घटक को या तो वेल्डन से या फिर फोर्जन (फोर्जिंग) प्रक्रिया से निर्मित किया जा सकता है। कारखाने के पास 5,00,000 इकाइयों का एक आदेश है। निर्माण की दोनों विधियों में संलग्न लागत इस प्रकार हैं :

लागत	वेल्डन	फोर्जन
अचल लागत	₹ 15,000	₹ 94,000
परिवर्तनीय लागत/इकाई	₹ 5	₹ 4·25

(i) घटक का उत्पादन करने का सबसे किफायती तरीका कौन-सा है ? BEP के लिए सांकेतिक ग्राफ भी बनाइए।

(ii) ग़लत चुनाव करने पर क्या नुकसान होगा ?

A certain component can be manufactured either by welding or by forging process. The factory has an order for 5,00,000 units. The costs involved for both methods of manufacturing are as follows :

Cost	Welding	Forging
Fixed cost	₹ 15,000	₹ 94,000
Variable cost/unit	₹ 5	₹ 4·25

(i) Which is the most economical method of manufacturing the component ? Draw the indicative graph also for BEP.

(ii) What will be the loss if a wrong choice is made ? *20*