

2022

Mechanical Engineering

मैकेनिकल इंजीनियरिंग

Time: 3 hours

Maximum Marks: 200

समय: 3 घंटे

अधिकतम अंक: 200

Question paper specific instructions

प्रश्न पत्र के लिए विशिष्ट अनुदेश

- i. This paper is divided into two Sections, Section-A and Section-B.
ये प्रश्नपत्र दो खंडों में विभाजित है, खंड-A और खंड-B
- ii. Each Section contains four (4) questions.
प्रत्येक खंड में चार प्रश्न हैं।
- iii. Candidate has to attempt five questions in all.
परीक्षार्थी को पांच प्रश्नों का उत्तर लिखना है।
- iv. Question Nos. 1 and 5 are compulsory and out of the remaining, **THREE** questions are to be attempted choosing at least **ONE** question from each Section.
प्रश्न संख्या 1 और 5 अनिवार्य हैं और शेष प्रश्नों में से किन्हीं तीन का उत्तर लिखना है, प्रत्येक खंड से एक प्रश्न को हल करना है।
- v. Word limit in questions, where specified, should be adhered to.
प्रश्नों में शब्द सीमा, जहाँ विनिर्दिष्ट है, का अनुसरण किया जाना चाहिए।
- vi. The number of marks carried by a question/part is indicated against it.
प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं।
- vii. Questions are printed in English & Hindi languages. In case of any ambiguity in translation of any question, English version shall be treated as final.
प्रत्येक प्रश्न हिन्दी और अंग्रेजी दोनों भाषाओं में छपा है। प्रश्नों के अनुवाद में किसी अस्पष्टता की स्थिति में, अंग्रेजी संस्करण को ही अन्तिम माना जाएगा।

SECTION A (खंड A)

Q 1: Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 1(a) Show that moment of inertia about its centre for a uniform rod length L and mass M is $ML^2/12$. (8)
एक समान छड़ की लंबाई L और द्रव्यमान M के लिए इसके केंद्र के बारे में जड़ता का क्षण $ML^2/12$ है
- 1(b) Justify the statement with an example "Addition of impurities strengthen the elastic property of a material" (8)
एक उदाहरण के साथ इस कथन की पुष्टि कीजिए "अशुद्धियों के योग से पदार्थ के प्रत्यास्थगुण में वृद्धि होती है"
- 1(c) Show that Kinematic viscosity is dimensionally represented as L^2T^{-1} (8)
दिखाएँ कि गतिजश्यानता को विमीय रूप से L^2T^{-1} के रूप में निरूपित किया जाता है
- 1(d) Draw a slider and crank mechanism to represent SHM of crank pin as displacement, velocity and acceleration with crank angle. (8)
क्रैंक कोण के साथ विस्थापन, वेग और त्वरण के रूप में क्रैंक पिन के एसएचएम का प्रतिनिधित्व करने के लिए एक स्लाइडर और क्रैंक तंत्र बनाएं।
- 1(e) Represent manufacturing as an input-out system using block diagram and utilize the drone technology appropriately. (8)
ब्लॉक डायग्राम का उपयोग करते हुए एक इनपुट-आउट सिस्टम के रूप में निर्माण का प्रतिनिधित्व करें और ड्रोन तकनीक का उचित उपयोग करें।

Q 2: Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 2(a) Derive the stress and strain relationship for a two dimensional body to show that (10)
 $e_1 = \frac{\sigma_1}{E} - \mu \frac{\sigma_2}{E}$ and $e_2 = \frac{\sigma_2}{E} - \mu \frac{\sigma_1}{E}$

यह दिखाने के लिए कि $e_1 = \sigma_1/E - \mu\sigma_2/E$ और $e_2 = \sigma_2/E - \mu\sigma_1/E$ दो आयामी शरीर के लिए तनाव और ट्रेन संबंध प्राप्त करें।

2(b) A rod 1.5 m long and diameter 50 mm is subjected to an axial pull of 20 kN. If the modulus of elasticity of rod material is $2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$. Determine Stress, strain and elongation of a rod. (15)

1.5 मीटर लंबी और 50 मिमी व्यास वाली एक छड़ 20 kN से भरे अक्षीय के अधीन है। यदि रॉड सामग्री की लोचका मापांक $2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ है। एक छड़ का तनाव, तनाव और बढ़ाव निर्धारित करें।

2(c) A hollow shaft is 1 m long has an external diameter 50 mm. It has 20 mm internal diameter for part of its length and 30 mm internal diameter for rest of the length. If the maximum shear stress is not to exceed 100 N/mm^2 , determine the maximum power transmitted by it at a speed of 250 rpm? If the twist in the two portion of shaft are equal, find the length of two portions? Draw the sketch of the shaft given. (15)

एक खोखला शाफ्ट 1 मीटर लंबा है जिस का बाहरी व्यास 50 मिमी है। इस की लंबाई के हिस्से के लिए 20 मिमी आंतरिक व्यास और शेष लंबाई के लिए 30 मिमी आंतरिक व्यास है। यदि अधिकतम अपरूपण प्रतिबल 100 N/mm^2 से अधिक न हो, तो 250 rpm की गति से इसके द्वारा प्रेषित अधिकतम शक्ति ज्ञात कीजिए। यदि शाफ्ट के दो भागों में मरोड़ बराबर हो, तो दो भागों की लंबाई ज्ञात कीजिए? दिया गए शाफ्ट का आरेख खींचिए।

Q 3 Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

3(a) The number of atom per unit structure is given by $N = N_i + N_f + N_c$. Using the notation given calculate the Number of atom for FCC and BCC structure with a neat diagram.

प्रति इकाई संरचना में परमाणुओं की संख्या $N = N_i + N_f + N_c$ द्वारा दी जाती है। दिए गए अंकन का उपयोग कर के एक साफ आरेखके साथ FCC और BCC संरचना के लिए परमाणु की संख्या की गणना करें। (10)

3(b) Explain why ferritic and austenitic stainless steels are not heat-treatable with the help of iron carbon diagram? (15)
लोहे के कार्बन आरेख की सहायता से बताएं कि फेरिटिक और ऑस्टेनिटिक स्टेनलेस स्टील गर्मी-उपचार योग्य क्यों नहीं हैं?

3(c) Differentiate between particle and fiber reinforced composites with an example? एक उदाहरण के साथ कण और फाइबर प्रबलित सम्मिश्र के बीच अंतर करें? (15)

Q 4 Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

4(a) Differentiate between the use and design of Spur, Helical, Bevel and Worm gear with a neat diagram. (10)

स्पर, हेलिकल, बेवेल और वर्मगियर के उपयोग और डिजाइन के बीच स्वच्छ आरेख की सहायता से अंतर स्पष्ट कीजिए।

4(b) Taking a product explain any constant mass production process beside casting with a diagram and machine tool used? (15)

एक उत्पाद लेना "कास्टिंग" के अलावा किसी निरंतर बड़े पैमाने पर उत्पादन प्रक्रिया को चित्र और मशीन उपकरण के साथ समझाएं?

4(c) Briefly explain the principles of Jig & Fixture design along with the principle of location with an example? (15)

जिग एंड फिक्सचर डिजाइन के सिद्धांतों के साथ-साथ स्थान के सिद्धांत को एक उदाहरण के साथ संक्षेप में समझाइए?

SECTION B (खंड B)

Q 5 Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

5(a) State 2nd Law of thermodynamics as stated by Kelvin Planck and Clausius with a neat sketch. (8)

केल्विन प्लैंक और क्लॉसियस द्वारा बताए गए उष्मागतिकी के दूसरे नियम को एक स्वच्छ रेखाचित्र के साथ बताएं।

5(b) Explain processes associated with Otto Cycle and derive the expression for its Thermal efficiency using P-V and T-S diagram. (8)

ओटो साइकिल से जुड़ी प्रक्रियाओं की व्याख्या करें और P-V और T-S आरेख का उपयोग करके इस की तापीय दक्षता के लिए व्यंजक प्राप्त करें।

- 5(c) What do you understand by path function and point function? Show that work is a path function. (8)
पाथ फंक्शन और पॉइंट फंक्शन से आप क्या समझते हैं? दिखाएँ कि कार्य एक पथ कार्य है।
- 5(d) What is Coefficient of Performance (COP)? Show that the COP of a heat pump is greater than the COP of a refrigerator by unity. (8)
प्रदर्शन का गुणांक (सीओपी) क्या है? दिखाएं कि गर्मी पंप का सीओपी एक रेफ्रिजरेटर के सीओपी से एकता से अधिक है।
- 5(e) List the advantages and disadvantages of jet propulsion over other systems. (8)
अन्य प्रणालियों की तुलना में जेट प्रणोदन के लाभ और हानियों की सूची बनाएं।

Q 6:

Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 6(a) Derive an expression for thermal resistance of a composite cylinder and a spherical body. (10)
एक मिश्रित बेलन और एक गोलाकार पिंड के तापीय प्रतिरोध के लिए व्यंजकव्युत्पन्न कीजिए।
- 6(b) It is required to melt 5 tonnes/h of iron from a charge at 15°C to molten metal at 1650 °C. The melting point is 1535 °C and the latent heat is 270 kJ/ kg. The specific heat in solid state is 0.502 and in liquid state 0.534 kJ/kg K. If an electric furnace has 70% efficiency, find the kW rating needed. If the density in molten state is 6900 kg/ m³ find the dimensions of the cylindrical furnace required, if the length to diameter ratio is 2. (15)
15°C पर चार्ज से 1650 °C पर पिघला हुआ धातु के लिए 5 टन/एच लोहे की आवश्यकता होती है। गलनांक 1535 °C है और गुप्त ऊष्मा 270 kJ/kg है। ठोस अवस्था में विशिष्ट ऊष्मा 0.502 और तरल अवस्था में 0.534 kJ/kg K होती है। यदि किसी विद्युत भट्टी की दक्षता 70% है, तो आवश्यक kW रेटिंग ज्ञात कीजिए। यदि गलित अवस्था में घनत्व 6900 किग्रा/मी³ है तो आवश्यक बेलनाकार भट्टी की विमाएँ ज्ञात कीजिए, यदि लम्बाई और व्यास का अनुपात 2 है।

- 6(c) Why is convergent- divergent nozzle generally used in steam turbines? What is the criterion over which a nozzle is selected for a particular type of job? (15)
अभिसारी-अपसारी नोजल सामान्यतः भाप टर्बाइनों में क्यों प्रयोग किया जाता है? किसी विशेष प्रकार के कार्य के लिए नोजल का चयन किस मानदंड के आधार पर किया जाता है?

Q 7: Write answers of the following questions

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 7(a) What is critical radius of insulation? Derive an expression for critical radius of insulation for cylindrical and spherical body. (10)
इन्सुलेशन की महत्वपूर्ण त्रिज्या क्या है? बेलनाकार और गोलाकार पिंड के लिए विद्युत्रोधन की क्रांतिक त्रिज्या के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।
- 7(b) Steam at 320 °C flows in a stainless steel pipe ($k = 15 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$) whose inner and outer diameters are 5 cm and 5.5 cm, respectively. The pipe is covered with 3-cm-thick glass wool insulation ($k = 0.038 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$). Heat is lost to the surroundings at 5°C by natural convection and radiation, with a combined natural convection and radiation heat transfer coefficient of 15 $\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Taking the heat transfer coefficient inside the pipe to be 80 $\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, determine the rate of heat loss from the steam per unit length of the pipe. Also determine the temperature drops across the pipe shell and the insulation. (15)
320 °C पर भाप एक स्टेनलेस स्टील पाइप ($k = 15 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$) में बहती है, जिसका आंतरिक और बाहरी व्यास क्रमशः 5 सेमी और 5.5 सेमी है। पाइप को 3-सेमी-मोटी ग्लासवूल इंसुलेशन ($k = 0.038 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$) से कवर किया गया है। 15 $\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ के संयुक्त प्राकृतिक संवहन और विकिरण ताप अंतरण गुणांक के साथ, प्राकृतिक संवहन और विकिरण द्वारा 5°C पर आसपास के वातावरण में गर्मी खोजाती है। पाइप के अंदर गर्मी हस्तांतरण गुणांक 80 $\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ लेते हुए, पाइप की प्रति इकाई लंबाई भाप से गर्मी के नुकसान की दर निर्धारित करें। पाइप खोल और इन्सुलेशन में तापमान की बूंदों को भी निर्धारित करें।
- 7(c) What is Max- Plank's law for spectral emissive power? What important conclusions are drawn with it? Deduce Stefan- Boltzman formula using Max- Plank's law. (15)
वर्ण क्रमिय उत्सर्जक शक्ति के लिए मैक्स-प्लैंक का नियम क्या है? इस से कौन से महत्वपूर्ण निष्कर्ष निकाले गए हैं? मैक्स-प्लैंक के नियम का उपयोग करते हुए स्टीफन-बोल्ट्जमैन सूत्र को निगमित करें।

Q 8: 8(a) Define following non dimensionless numbers with their physical significance: (10)

- (i) Reynolds number
- (ii) Biot Number
- (iii) Fourier Number
- (iv) Nusselt Number
- (v) Prandtl Number

निम्नलिखित गैरआयाम रहित संख्याओं को उनके भौतिक महत्व के साथ परिभाषित करें:

- (i) रेनॉल्ड्स संख्या
- (ii) बायोट नंबर
- (iii) फूरियर संख्या
- (iv) नुसेल्ट संख्या
- (v) प्रान्तल संख्या

8(b) Classify different type of heat exchangers. Set a general energy balance equation and deduce for LMTD in the terms of inlet and outlet temperatures. (15)
विभिन्न प्रकार के ताप विनिमायकों का वर्गीकरण कीजिए। एक सामान्य ऊर्जा संतुलन समीकरण सेट करें और इनलेट और आउटलेट तापमान के संदर्भ में एलएमटीडी के लिए घटाएं।

8(c) Draw and explain a VCR cycle in brief. Describe the important properties with their physical sense that a refrigerant should possess in a VCR system? (15)
VCR चक्र का चित्र बना कर संक्षेप में व्याख्या कीजिए। उन महत्वपूर्ण गुणों का उनके भौतिक ज्ञान के साथ वर्णन करें जो एक वीसीआर प्रणाली में एक रेफ्रिजरेंट के पास होने चाहिए?