

2023

MECHANICAL ENGINEERING

मैकेनिकल इंजीनियरिंग

Time: 3 hours

समय: 3 घंटे

Maximum Marks: 200

अधिकतम अंक : 200

Question paper specific instructions

प्रश्न पत्र के लिए विशिष्ट अनुदेश

1. This paper is divided into two Sections, Section-A and Section-B.

ये प्रश्नपत्र दो खंडों में विभाजित है, खंड-A और खंड-B

2. Each Section contains four (4) questions.

प्रत्येक खंड में चार प्रश्न हैं।

3. Candidate has to attempt five questions in all.

परीक्षार्थी को पांच प्रश्नों का उत्तर लिखना है।

4. 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।

5. Word limit in questions, where specified, should be adhered to.

प्रश्नों में शब्द सीमा, जहाँ विनिर्दिष्ट है, का अनुसरण किया जाना चाहिए।

6. 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।

7. 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 अ)

Q1. Write critical notes on the following:

[5x8 =40]

- 1(a) Flywheels
- 1(b) Maximum shear stress theory of failure
- 1(c) Role of plastics in Electrical vehicles
- 1(d) Taylor's tool life equation
- 1(e) Endurance limit of a ferrous material

Q1. निम्नलिखित पर महत्वपूर्ण नोट लिखिए:

- 1 (अ) फ्लाईव्हील
- 1 (ब) विफलता का अधिकतम कतरनी तनाव (shear stress) सिद्धांत
- 1 (स) विद्युत वाहनों में प्लास्टिक की भूमिका
- 1 (द) टेलर का उपकरण जीवनकाल (tool life) समीकरण
- 1 (य) लौह पदार्थ की सहनशक्ति सीमा

Q2. (a) A disc with a moment of inertia $J=0.5 \text{ kg-m}^2$ is attached to one end of a shaft whose other end is fixed. The length and diameter of the shaft are 310 mm and 32 mm respectively. If the shear modulus of the shaft material is $G = 8.2 \times 10^4 \text{ MPa}$, determine the maximum shear stress developed in the shaft when the disc is subjected to a torque $290 \cos 315t \text{ N-m}$, where t is the time.

[20]

Q2. (अ) जड़त्व आघूर्ण $J=0.5 \text{ kg-m}^2$ वाली एक डिस्क शाफ्ट के एक सिरे से जुड़ी होती है जिसका दूसरा सिरा स्थिर होता है। शाफ्ट की लंबाई और व्यास क्रमशः 310 मिमी और 32 मिमी है। यदि शाफ्ट सामग्री का कतरनी मापांक (shear modulus) $G = 8.2 \times 10^4 \text{ एमपीए (MPa)}$ है, तो शाफ्ट में विकसित अधिकतम कतरनी तनाव (shear stress) निर्धारित करें जब डिस्क $290 \cos 315t \text{ N-m}$ के टॉर्क के अधीन हो, जहां t समय है।

2(b) Explain the following:

[20]

- (i) Critical speed of a rotor dynamic system
- (ii) Flyball governor
- (iii) Pressure angle of a cam

2(बी) निम्नलिखित की व्याख्या कीजिये:

- (i) रोटर गतिशील (dynamic) प्रणाली की महत्वपूर्ण गति
- (ii) फ्लाईबॉल गवर्नर
- (iii) कैम का दबाव (pressure) कोण (angle)

Q3. (a) Consider a closely wound helical spring of radius R loaded by a force P . The spring consists of n turns of wire with a wire radius r_1 . Derive an expression for the spring constant. Denote the shear modulus of the material as G and moment of inertia as I . [20]

Q3. (अ) बल 'P' द्वारा लोड किए गए, radius 'R' के एक पेचदार स्प्रिंग (helical spring) पर विचार करें। स्प्रिंग में तार त्रिज्या 'r1' के साथ तार के 'n' मोड़ हैं। स्प्रिंग स्थिरांक के लिए एक व्यंजक प्राप्त करें। सामग्री के अपरूपण मापांक को 'G' और जड़त्व आघूर्ण को I से निरूपित करें।

3(b) Write short notes on the following:

[20]

- (i) Combined bending and torsion of a circular shaft
- (ii) Euler buckling of a column
- (iii) Biaxial state of stress of a thin walled pressure vessel

3(ब) निम्नलिखित पर संक्षिप्त नोट्स लिखें:

- (i) एक गोलाकार शाफ्ट (circular shaft) का संयुक्त bending और tension
- (ii) कॉलम का यूलर (Euler) बकलिंग
- (iii) पतली दीवार वाली pressure vessel पर दबाव (stress) की द्विअक्षीय (biaxial) स्थिति

Q4. (a) Give an outline of demand forecasting by linear regression analysis. List all metrics of forecasting errors. [20]

Q4. (अ) रैखिक प्रतिगमन विश्लेषण द्वारा मांग पूर्वानुमान की रूपरेखा दें। पूर्वानुमान त्रुटियों के सभी मेट्रिक्स (metrics) की सूची बनाए।

4. (b) Explain the following:

[20]

- (i) Line balancing of an assembly line
- (ii) Job shop scheduling
- (iii) Economic Order Quantity Inventory model

4. (ब) निम्नलिखित की व्याख्या करें:

- (i) असेंबली लाइन का लाइन संतुलन
- (ii) जॉब शॉप शेड्यूलिंग
- (iii) आर्थिक आदेश मात्रा सूची मॉडल

Section B (खंड ब)

Q5. Write critical notes on the following:

[5x8 =40]

- Psychrometric chart
- Rating of fuels in Diesel engines
- Combined cycle power plants
- Fourier law of heat conduction
- Stirling cycle

Q5. निम्नलिखित पर महत्वपूर्ण नोट लिखिए:

- साइक्रोमेट्रिक (Psychrometric chart) चार्ट
- डीजल इंजनों में ईंधन की रेटिंग
- संयुक्त चक्र बिजली संयंत्र
- ऊष्मा चालन का फूरियर नियम
- स्टर्लिंग चक्र

Q6. (a) Explain Seebeck effect and Peltier effect. Give applications of these effects in thermal engineering.

Q6. (अ) सीबेक प्रभाव और पेल्टियर प्रभाव की व्याख्या करें। थर्मल इंजीनियरिंग में इन प्रभावों का अनुप्रयोग दीजिए। [20]

6. (b) Discuss the following:

[20]

- Concept of Availability in thermodynamics
- Mach number and compressibility
- Joule Thomson effect

6. (ब) निम्नलिखित पर चर्चा करें:

- ऊष्मागतिकी में उपलब्धता की अवधारणा
- मैक (Mach) संख्या और संपीड्यता
- जूल थॉमसन प्रभाव

Q7. (a) Air behaving as an ideal gas (with universal gas constant $R=8314 \text{ J/kmol K}$) at 25 bar (P_1) and 50°C enters a converging-diverging nozzle having the exit cross-sectional area $A_2 = 0.0006\text{m}^2$ with negligible initial velocity. The flow is isentropic. Calculate the mass flow rate (kg/s) and the linear velocity (m/s) at the exit if a) exit pressure P_2 is 15 bar b) exit pressure P_2 is 12 bar. Given that $g_c = 1 \text{ (kg}\cdot\text{m)/(N}\cdot\text{s}^2)$, and $C_p=32\text{kJ/kg mol K}$, $C_v=20.84\text{kJ/kg mol K}$ and $M = 29 \text{ kg/kg mol}$ for air. [20]

Q7. (अ) 25 बार (P_1) और 50°C पर एक आदर्श गैस (सार्वभौमिक गैस स्थिरांक $R=8314 \text{ J/kmol K}$ के साथ) के साथ) के रूप में व्यवहार करने वाली हवा एक अभिसरण-अपसारी नोजल में प्रवेश करती है जिसका निकास क्रॉस-अनुभागीय क्षेत्र $A_2 = 0.0006\text{m}^2$ है प्रारंभिक वेग नगण्य (negligible) है, प्रवाह समउष्णकटिबंधीय (isentropic) है. निकास पर द्रव्यमान प्रवाह दर (किलो/सेकंड) और रैखिक वेग (एम/एस) की गणना करें, दिया गया है कि $g_c = 1 \text{ (kg}\cdot\text{m)/(N}\cdot\text{s}^2)$, और $C_p=32\text{kJ/kg mol K}$, $C_v=20.84\text{kJ/kg mol K}$ और $M = 29 \text{ kg/kg mol}$ हवा के लिए।

7. (b) Discuss the following:

[20]

- (i) Classification of heat exchangers
- (ii) Dry bulb and wet bulb temperatures
- (iii) T-S diagram of vapor compression refrigeration cycle

7. (ब) निम्नलिखित पर चर्चा करें:

- (i) हीट एक्सचेंजर्स का वर्गीकरण
- (ii) सूखे बल्ब और गीले (wet) बल्ब का तापमान
- (iii) वाष्प संपीड़न प्रशीतन चक्र का टी-एस आरेख

Q8. (a) In a Reversed Carnot refrigeration system of 1 TR cooling capacity running on perfect gas, heat is absorbed at -10°C and rejected at 50°C . Find the Coefficient Of Performance (COP). The maximum pressure ratio is 5 and the pressure at inlet to the isentropic compressor is standard atmospheric pressure. Take $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg-K}$, $R = 0.287 \text{ kJ/kg-K}$ and ratio of specific heats is 1.4.

[20]

Q8. (अ) परफेक्ट गैस पर चलने वाली 1 टीआर शीतलन क्षमता की रिवर्स कार्नोट प्रशीतन प्रणाली में, गर्मी - 100C पर अवशोषित होती है और 50C पर खारिज कर दी जाती है। प्रदर्शन का गुणांक (सीओपी) ज्ञात करें। अधिकतम दबाव (pressure) अनुपात 5 है और आइसेंट्रोपिक कंप्रेसर के इनलेट पर दबाव मानक वायुमंडलीय दबाव (pressure) है। $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg-K}$, $R = 0.287 \text{ kJ/kg-K}$ लें और विशिष्ट ऊष्मा का अनुपात 1.4 है।

8. (b) Write short notes:

[20]

- (i) Heat recovery steam generators
- (ii) Impulse and reaction turbines
- (iii) Part load operation of a power plant

8. (ब) संक्षिप्त नोट्स लिखें:

- (i) हीट रिकवरी स्टीम जनरेटर
- (ii) आवेग (impulse) और प्रतिक्रिया (reaction) टर्बाइन
- (iii) बिजली संयंत्र का आंशिक लोड संचालन