ALL RIGHTS RESERVED
सर्वाधिकार सुरक्षित

2020

MECHANICAL ENGINEERING

यांत्रिक इंजीनियरी

PAPER—II

पत्र—II

Time Allowed : 1½ hours | *Maximum Marks* : 75

समय : 1½ घण्टे | *पूर्णांक* : 75

Instructions :

- The figures in the margin indicate full marks.
- Answer any **five** questions.
- Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.
- No Data Books/Tables are allowed. Assume the data, if required anywhere.
- All questions have been printed both in Hindi and English. In case of any ambiguity in Hindi version, the English version shall be considered authentic.
- Parts of the same question must be answered together and must not be interposed between answers to other questions.

अनुदेश :

- उपान्त के अंक पूर्णांक के द्योतक हैं।
- किन्हीं **पाँच** प्रश्नों के उत्तर दें।
- परीक्षार्थी यथासम्भव अपने शब्दों में ही उत्तर दें।
- आँकड़ा सारणिका और पुस्तिका के प्रयोग की अनुमति नहीं है। अगर कहीं आवश्यक हो, आँकड़े मान लें।
- सभी प्रश्न हिन्दी और अंग्रेजी दोनों भाषा में छपे हैं। यदि हिन्दी भाषा में कोई संदेह है, तो अंग्रेजी भाषा को ही प्रामाणिक माना जाएगा।
- एक ही प्रश्न के विभिन्न भागों के उत्तर अनिवार्य रूप से एक साथ ही लिखे जाएँ तथा उनके बीच में अन्य प्रश्नों के उत्तर न लिखे जाएँ।

1. A well-insulated vessel of volume V contains a gas at pressure p_0 and temperature t_0. The gas from a main at a uniform temperature t_1 is pumped into the vessel and the inflow rate decreases exponentially with time according to $\dot{m} = \dot{m}_0 e^{-a\tau}$, where a is a constant. Determine the pressure and temperature of the gas in the vessel as a function of time. Neglect the K.E. of the gas entering the vessel and assume that the gas follows the relation—

$$pV = RT, \text{ where } T = t + 273$$

and its specific heats are constant.

(a) If the vessel was initially evacuated, show that the temperature inside the vessel is independent of time.

(b) Determine the charging time when the pressure inside the vessel reaches that of the main. 15

आयतन V के एक अच्छी तरह से ऊष्मा-रोधित पोत दबाव p_0 और तापमान t_0 पर एक गैस शामिल है। एकसमान तापमान t_1 पर एक मुख्य रूप से गैस पोत में पम्प की जाती है और प्रवाह की दर $\dot{m} = \dot{m}_0 e^{-a\tau}$, जहाँ a एक स्थिरांक है, के अनुसार समय के साथ तेजी से कम हो जाती है। समय के एक समारोह के रूप में बर्तन में दबाव और गैस के तापमान को निर्धारित कीजिए। बर्तन में प्रवेश गैस की गतिज ऊर्जा की उपेक्षा कीजिए और मान लीजिए कि गैस संबंध इस प्रकार है— $pV = RT$, जहाँ पर $T = t + 273$ और गैस की विशिष्ट ऊष्माएँ स्थिर हैं।

(क) यदि बर्तन शुरू में खाली कर लिया गया था, तो दिखाइए कि बर्तन के अन्दर तापमान समय से स्वतंत्र है।

(ख) चार्ज समय निर्धारित कीजिए जब बर्तन के अन्दर दबाव मुख्य (main) तक पहुँच जाए।

2. A petrol engine has six cylinders, diameter 7·5 m, stroke 10 cm. It is single acting working on four-stroke cycle and uses a volatile fuel containing 84% carbon and 16% hydrogen. The diameter at the throat of the choke tube is 38·5 mm. At 3000 r.p.m., the volumetric efficiency is 0·80. The pressure at the throat of the choke tube is 0·914 kg/cm^2 and the temperature there is 15·5 °C. If the fuel-air mixture is chemically 'correct' combustion, estimate—

(a) the fuel consumption in kg/hr;

(b) the speed of the air through the choke.

Take R for air as 29·27 kg-m/kg K and for fuel 9·9 kg-m/kg K. Composition of air by weight is oxygen 23%, nitrogen 77%. 15

एक पेट्रोल इंजन में छह सिलेंडर, व्यास 7·5 m, स्ट्रोक 10 cm है। यह एक चार-स्ट्रोक चक्र पर काम कर रहा है और वाष्पशील ईंधन, 84% कार्बन और 16% हाइड्रोजन युक्त, का उपयोग करता है। चोक ट्यूब के गले पर व्यास 38·5 mm है। 3000 r.p.m. पर आयतनी दक्षता 0·80 है। चोक ट्यूब के गले पर दबाव 0·914 kg/cm^2 और तापमान 15·5 °C है। ईंधन-हवा मिश्रण रासायनिक 'सही' दहन है। आकलन कीजिए—

(क) kg/hr में ईंधन की खपत;

(ख) चोक के माध्यम से हवा की गति।

मान लीजिए R, 29·27 kg-m/kg K हवा के रूप में और ईंधन के रूप में 9·9 kg-m/kg K है। वजन से हवा की संरचना में 23% ऑक्सीजन, 77% नाइट्रोजन है।

3. In a test to determine the calorific value of a produced gas, the following observations were made :

Volume of gas burned per hour at 18 °C and 100 mm H_2O gas pressure above atmosphere pressure of 750 mm Hg = 500 litres

Volume of water flowing per minute = 2360 cm^3

Temperature of incoming water = 15 °C

Temperature of outgoing water = 16·5 °C

Rate of condensation water = 4·2 cm^3/min

Calculate the lower calorific value of the gas at NTP. Allow 2466 kJ/kg steam evaporated at 0 °C. 15

एक निरीक्षण में उत्पादित गैस का ऊष्माजन मूल्य निर्धारित करने के लिए निम्नलिखित टिप्पणियाँ की गईं :

18 °C पर प्रति घंटे जलाई गई गैस की मात्रा और 750 mm पारा 500 लीटर का माहौल दबाव से ऊपर 100 mm H_2O गैस का दबाव

पानी-प्रवाह की मात्रा प्रति मिनट = 2360 cm^3

आने वाले पानी का तापमान = 15 °C

जाने वाले पानी का तापमान = 16·5 °C

संघनन पानी की दर = 4·2 cm^3/min

NTP पर गैस के कम कैलोरी मान की गणना कीजिए। 2466 kJ/kg भाप 0 °C पर सुखाने की अनुमति है।

4. A heat exchanger is to be designed to cool lubricant oil from 90 °C (T_{oi}) to 60 °C (T_{oo}) flowing at the rate of 980 kg/hr (m_{ow}). Water is to be used as cooling medium at the same mass flow rate ($m_w = m_o$) and its available temperature is 30 °C (T_{wi}). Assuming an overall heat transfer coefficient as 30 W/m^{2}K, find the surface area required for *(a)* parallel-flow and *(b)* counter-flow arrangements. Assume that specific heats of water (C_{pw}) and oil (C_{po}) are 4·2 and 2 kJ/kg K, respectively. 15

एक ऊष्मा विनिमायक, 90 °C (T_{oi}) से 60 °C (T_{oo}) करने के लिए, 980 kg/hr (m_{ow}) की दर से बहने वाले तेल को ठंडा करने के लिए तैयार किया जा रहा है। जल, जन प्रवाह दर से ($m_w = m_o$) और इसके उपलब्ध तापमान 30 °C (T_{wi}) पर, ठंडे माध्यम के रूप में इस्तेमाल किया जा रहा है। मान लीजिए कि समग्र गर्मी हस्तांतरण गुणांक 30 W/m^{2}K है, तो आवश्यक सतह क्षेत्र निकालिए—(क) समांतर-प्रवाह और (ख) काउंटर-प्रवाह व्यवस्था के लिए। मान लीजिए पानी (C_{pw}) और तेल (C_{po}) की विशिष्ट ऊष्माएँ क्रमशः 4·2 और 2 kJ/kg K हैं।

5. An air refrigerator works between the pressure limits of 1 bar and 5 bar. The temperature of the air entering the compressor and expansion cylinder are 10 °C and 25 °C respectively. The expansion and compression follow the law $pv^{1·3}$ = constant.

(a) Find the theoretical COP of the refrigerating cycle.

(b) If the load on the refrigerating machine is 10 TR, find the amount of air circulated per minute through the system assuming that the actual COP is 50% of the theoretical COP.

(c) Find the stroke length and piston diameter of single-acting compressor, if the compressor runs at 300 r.p.m. and the volumetric efficiency is 85%.

Take $L / d = 1 \cdot 5$; $C_P = 1 \cdot 005$ kJ/kg K;

$C_V = 0 \cdot 71$ kJ/kg K 15

एक हवा रेफ्रिजरेटर 1 bar और 5 bar के दबाव सीमाओं के बीच कार्य करता है। संपीडक और विस्तार बेलन में आने वाली हवा का तापमान क्रमश: 10 °C और 25 °C है। विस्तार और संपीडन, $pv^{1 \cdot 3}$ = स्थिरांक नियम का पालन करते हैं।

(क) ठंडा चक्र का सैद्धांतिक COP ज्ञात कीजिए।

(ख) यदि रेफ्रिजरेटिंग मशीन पर लोड 10 TR है, तो प्रति मिनट सिस्टम से परिचालित हवा की मात्रा कितनी है? मान लीजिए कि वास्तविक COP, सैद्धांतिक COP का 50% है।

(ग) सिंगल-ऐक्टिंग कंप्रेसर की स्ट्रोक-लंबाई और पिस्टन-व्यास ज्ञात कीजिए, यदि कंप्रेसर 300 r.p.m. पर चलता है और आयतनी दक्षता 85% है।

मान लीजिए $L / d = 1 \cdot 5$; $C_P = 1 \cdot 005$ kJ/kg K;

$C_V = 0 \cdot 71$ kJ/kg K

6. The scale model of a water turbine while rotating at 600 rpm will discharge 0·15 m^3/s under a head of 2 m. If the scale ratio is 1:25 and the diameter of the prototype is taken as 2·5 m, determine the discharge, speed of rotation and the head under which the prototype should operate. 15

एक पानी टरबाइन के पैमाने पर मॉडल 2 m के शीर्ष के नीचे से 600 rpm पर घूर्णन करते हुए 0·15 m^3/s पानी निर्वहन करता है। यदि पैमाने का अनुपात 1:25 है और प्रोटोटाइप का व्यास 2·5 m लिया जाए, तो निर्वहन, रोटेशन की गति और शीर्ष, जिसके तहत प्रोटोटाइप को काम करना चाहिए, निर्धारित कीजिए।

7. Calculate the diameter at the throat and at the exit of a nozzle which is supplied with steam of 200 kg/hr at 103 N/cm^2 and 200 °C. The pressure in the turbine wheel chamber is 14·7 N/cm^2. For divergence portion, the nozzle efficiency is 85%. 15

एक नोजल, जो 103 N/cm^2 और 200 °C पर 200 kg/hr की भाप के साथ आपूर्ति की जाती है, के गले पर और बाहर निकलने पर व्यास की गणना कीजिए। टरबाइन पहिया कक्ष में दबाव 14·7 N/cm^2 है। विचलन भाग के लिए नोजल दक्षता 85% है।

8. Answer the following questions : 7½×2=15

(a) Draw a neat diagram of air conditioning system required for winter season. Explain the working of different components in the circuit.

(b) Describe a modern ash handling system in a power plant having 200 MW capacity.

नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

(क) सर्दियों के मौसम के लिए आवश्यक एयर कंडीशनिंग प्रणाली का एक स्वच्छ आरेख बनाइए। सर्किट में विभिन्न घटकों की कार्य-प्रणाली को समझाइए।

(ख) एक बिजली संयंत्र में 200 MW की क्षमता वाली एक आधुनिक ऐश संचालन प्रणाली का वर्णन कीजिए।

★★★