CHAHAL ACADEMY
LEARN TODAY! LEAD TOMORROW!
96259-93995

यांत्रिक इंजीनियरी (प्रश्न-पत्र–II)

समय : तीन घण्टे

अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश

(उत्तर देने के पूर्व निम्नलिखित निर्देशों को कृपया सावधानीपूर्वक पढ़ें)

दो खण्डों में कुल **आठ** प्रश्न दिए गए हैं जो **हिन्दी** एवं **अंग्रेजी** दोनों में छपे हैं।

उम्मीदवार 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 **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत 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 मुखपृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

प्रश्नोत्तर लिखते समय यदि कोई पूर्वधारणा की जाए, उसको स्पष्टतया निर्दिष्ट किया जाना चाहिए।

जहाँ आवश्यक हो, आरेख/चित्र उत्तर के लिए दिए गए स्थान में ही दर्शाइए।

प्रतीकों और संकेतनों के प्रचलित अर्थ हैं, जब तक अन्यथा न कहा गया हो।

प्रश्नों के प्रयासों की गणना क्रमानुसार की जाएगी। आंशिक रूप से दिए गए प्रश्नों के उत्तर को भी मान्यता दी जाएगी यदि उसे काटा न गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़े गए कोई पृष्ठ अथवा पृष्ठ के भाग को पूर्णतः काट दीजिए।

MECHANICAL ENGINEERING (PAPER–II)

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 250

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.

Question Nos. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, 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 have 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

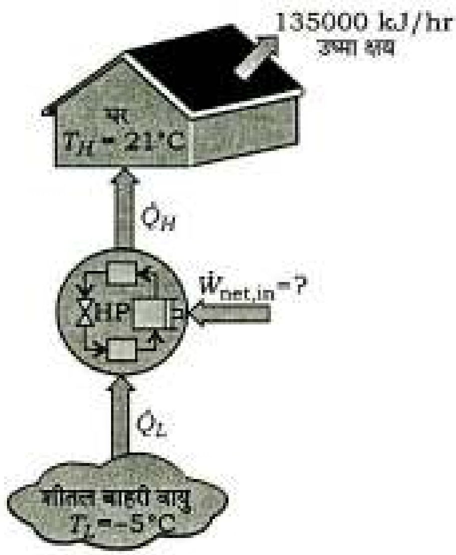
1. *(a)* एक कक्षा की प्रदीपन आवश्यकताओं की पूर्ति 30 प्रतिदीप्ति लैंपों से की जाती है, जिनमें से प्रत्येक की बिजली की खपत 80 W है। कक्षा में बत्तियाँ प्रति दिन 12 घंटे और साल में 250 दिन जली रहती हैं। बिजली के प्रति kWh के ₹ 7 की लागत के आधार पर इस कक्षा के प्रदीपन की वार्षिक बिजली लागत का निर्धारण कीजिए।

The lighting needs of a classroom are met by 30 fluorescent lamps, each consuming 80 W of electricity. The lights in the classroom are kept on for 12 hours a day and 250 days during a year. For a unit electricity cost of ₹ 7 per kWh, determine the annual energy cost of lighting for this classroom. 10

(b) एक समतल दीवार, 0·2 m मोटी और $k = 1{\cdot}2$ W / m-K, के सतह का क्षेत्रफल 15 m^2 है। दीवार की बाईं और दाईं तरफ क्रमशः 120 °C और 50 °C का तापमान बनाए रखा जाता है। ऊष्मा चालन के आधारिक अवकल समीकरण का उपयोग करते हुए दीवार में तापमान परिवर्तन और बाईं तरफ से 0·13 m की दूरी पर तापमान का परिकलन कीजिए। साथ ही दीवार में से स्थायी दशा की अवस्था में चालन की दर भी ज्ञात कीजिए।

A plane wall of thickness 0·2 m and $k = 1{\cdot}2$ W / m-K has a surface area of 15 m^2. The left and right sides of the wall are maintained at 120 °C and 50 °C respectively. Using the basic differential equation for heat conduction, determine the variation of temperature within the wall and the temperature at 0·13 m from the left. Also find the rate of conduction through the wall under steady-state conditions. 10

(c) सर्दी में एक घर को गरम करने के लिए एक ऊष्मा पम्प का उपयोग किया जाना है, जैसा कि चित्र 1 में दर्शाया गया है। पूरे समय घर को 21 °C पर रखा जाना है। जब बाहर का तापमान –5 °C तक घट जाता है, तब घर में से ऊष्मा के क्षय की अनुमानित दर 135000 kJ/hr है। ऊष्मा पम्प को चलाने हेतु आवश्यक अधिकतम शक्ति का निर्धारण कीजिए :



चित्र 1

A heat pump is to be used to heat a house during the winter as shown in Fig. 1. The house is to be maintained at 21 °C at all times. The house is estimated to be losing heat at a rate of 135000 kJ/hr when the outside temperature drops to −5 °C. Determine the maximum power required to drive this heat pump :

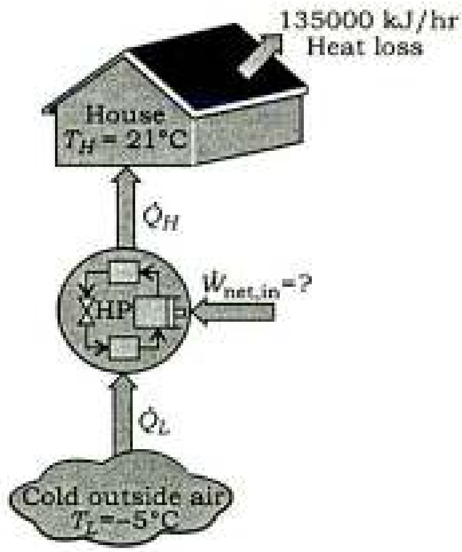


Fig. 1 10

(d) प्रज्वलन विलम्ब अवधि के संबंध में भौतिक विलम्ब एवं रासायनिक विलम्ब में विभेदन कीजिए। प्रज्वलन विलम्ब अवधि को प्रभावित करने वाले महत्त्वपूर्ण इंजन प्राचलों पर भी चर्चा कीजिए।

Differentiate between physical delay and chemical delay with respect to ignition delay period. Also discuss the important engine parameters that affect the ignition delay period. 10

(e) वायुमंडलीय दाब पर 20 °C की वायु 4·5 m/s के वेग से तेज अग्र कोर वाली चपटी प्लेट पर से प्रवाहित होती है। सम्पूर्ण प्लेट की सतह 60 °C तापमान पर रखी गई है। क्रान्तिक रेनॉल्ड्स संख्या 5×10^5 पर संक्रमण मानते हुए अग्र कोर से वह दूरी ज्ञात कीजिए, जहाँ पर सीमांत परत स्तरीय से विक्षुब्ध बनती है। साथ ही इसी स्थान पर *(i)* द्रवगतिक तथा तापीय सीमांत परत की मोटाई एवं *(ii)* स्थानिक तथा औसत संवहनी ऊष्मा अंतरण गुणांक का परिकलन कीजिए। इसमें घन वेग प्रोफाइल तथा सन्निकट विधि मानना ठीक है। 40 °C के माध्य तापमान पर वायु के गुणधर्म निम्न हैं :

घनत्व $= 1 \cdot 128 \text{ kg/m}^3$

शुद्धगतिक श्यानता $16 \cdot 96 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$k = 0 \cdot 02755 \text{ W/m-K}$

$\text{Pr} = 0 \cdot 7$

Air at 20 °C and at atmospheric pressure flows at a velocity of 4·5 m/s past a flat plate with a sharp leading edge. The entire plate surface is maintained at a temperature of 60 °C. Assuming that the transition occurs at a critical Reynolds' number 5×10^5, find the distance from the leading edge at which the boundary layer changes from laminar to turbulent. At this location, also calculate *(i)* thicknesses of hydrodynamic and thermal boundary layers and *(ii)* local and average convective heat transfer coefficients. Assume cubic velocity profile and approximate method. At mean temperature of 40 °C, the properties of air are the following :

Density $= 1 \cdot 128 \text{ kg/m}^3$

Kinematic viscosity $= 16 \cdot 96 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$k = 0 \cdot 02755$ W/m-K

$\Pr = 0 \cdot 7$ 10

2. *(a)* एक दृढ़ टैंक में 10 kg पानी 90 °C पर रखा गया है। यदि इसमें 8 kg पानी द्रव के रूप में तथा बचा हुआ वाष्प के रूप में हो, तो *(i)* टैंक में दाब तथा *(ii)* टैंक के आयतन का निर्धारण कीजिए। नीचे दी गई सारणी 1 से संतृप्त पानी के गुणधर्मों से संबद्ध आँकड़ों का उपयोग परिकलन हेतु कीजिए :

सारणी 1 : संतृप्त पानी के गुणधर्म

		विशिष्ट आयतन (m^3/kg)		आन्तरिक ऊर्जा (kJ/kg)			एन्थैल्पी (kJ/kg)			एन्ट्रॉपी (kJ/kg-K)		
तापमान, T (°C)	संतृप्त दाब, P_{sat} (kPa)	संतृप्त द्रव, v_f	संतृप्त वाष्प, v_g	संतृप्त द्रव, u_f	वाष्पन, u_{fg}	संतृप्त वाष्प, u_g	संतृप्त द्रव, h_f	वाष्पन, h_{fg}	संतृप्त वाष्प, h_g	संतृप्त द्रव, s_f	वाष्पन, s_{fg}	संतृप्त वाष्प, s_g
75	38·597	0·001026	4·1291	313·99	2161·3	2475·3	314·03	2320·6	2634·6	1·0158	6·6655	7·6812
80	47·416	0·001029	3·4053	334·97	2146·6	2481·6	335·02	2308·0	2643·0	1·0756	6·5355	7·6111
85	57·868	0·001032	2·8261	355·96	2131·9	2487·8	356·02	2295·3	2651·4	1·1346	6·4089	7·5435
90	70·183	0·001036	2·3593	376·97	2117·0	2494·0	377·04	2282·5	2659·6	1·1929	6·2853	7·4782
95	84·609	0·001040	1·9808	398·00	2102·0	2500·1	398·09	2269·6	2667·6	1·2504	6·1647	7·4151
100	101·42	0·001043	1·6720	419·06	2087·0	2506·0	419·17	2256·4	2675·6	1·3072	6·0470	7·3542

A rigid tank contains 10 kg of water at 90 °C. If 8 kg of water is in the liquid form and the rest is in the vapour form, determine *(i)* the pressure in the tank and *(ii)* the volume of the tank. Use the relevant data from the saturated water properties (Table 1) provided below for the calculations :

Table 1 : *Saturated Water Properties*

		Specific Volume (m^3/kg)		*Internal Energy* (kJ/kg)			*Enthalpy* (kJ/kg)			*Entropy* (kJ/kg-K)		
Temp., T (°C)	*Sat. press.*, P_{sat} (kPa)	*Sat. liquid*, v_f	*Sat. vapour*, v_g	*Sat. liquid*, u_f	*Evap.*, u_{fg}	*Sat. vapour*, u_g	*Sat. liquid*, h_f	*Evap.*, h_{fg}	*Sat. vapour*, h_g	*Sat. liquid*, s_f	*Evap.*, s_{fg}	*Sat. vapour*, s_g
75	38·597	0·001026	4·1291	313·99	2161·3	2475·3	314·03	2320·6	2634·6	1·0158	6·6655	7·6812
80	47·416	0·001029	3·4053	334·97	2146·6	2481·6	335·02	2308·0	2643·0	1·0756	6·5355	7·6111
85	57·868	0·001032	2·8261	355·96	2131·9	2487·8	356·02	2295·3	2651·4	1·1346	6·4089	7·5435
90	70·183	0·001036	2·3593	376·97	2117·0	2494·0	377·04	2282·5	2659·6	1·1929	6·2853	7·4782
95	84·609	0·001040	1·9808	398·00	2102·0	2500·1	398·09	2269·6	2667·6	1·2504	6·1647	7·4151
100	101·42	0·001043	1·6720	419·06	2087·0	2506·0	419·17	2256·4	2675·6	1·3072	6·0470	7·3542

20

(b) रेनॉल्ड्स-कोलबर्न अनुरूपता क्या है? कोलबर्न के j-कारक से आप क्या समझते हैं?

What is Reynolds-Colburn analogy? What do you mean by Colburn's j-factor? 20

(c) इंजन के विभिन्न शीतक तंत्र कौन-से होते हैं? साथ ही अंतर्दहन इंजन के स्नेहक तंत्रों के महत्त्वपूर्ण प्रकार्यों की भी चर्चा कीजिए।

What are the different engine cooling systems? Also, mention the important functions performed by the lubrication systems of internal combustion engine. 10

3. (a) एक ऊष्मा इंजन, जो कि आदर्श ओटो चक्र पर कार्य करता है, का संपीडन अनुपात 6 है। संपीडन स्ट्रोक के शुरू में तापमान व दाब क्रमशः 27 °C और 1 bar हैं। दहन स्ट्रोक में ऊष्मा संयोजन 1170 kJ/kg है। निम्नलिखित प्राचलों को निकालिए :

(i) चक्र का उच्चतम तापमान

(ii) चक्र का उच्चतम दाब

(iii) प्रति कि० ग्रा० वायु का कार्य निर्गम

(iv) चक्र की वायु मानक दक्षता

वायु के निम्न मानों को काम में लीजिए :

$C_v = 0 \cdot 717$ kJ/kg-K और $\gamma = 1 \cdot 4$

A heat engine working on ideal Otto cycle has a compression ratio 6. The temperature and pressure at the start of the compression stroke are 27 °C and 1 bar respectively. Heat addition in combustion stroke is 1170 kJ/kg. Find out the following parameters :

(i) Maximum temperature of the cycle

(ii) Maximum pressure of the cycle

(iii) Work output per kg of air

(iv) Air standard efficiency of the cycle

Assume the following values for air :

$C_v = 0 \cdot 717$ kJ/kg-K and $\gamma = 1 \cdot 4$ 20

(b) जाँच के अधीन एक अपकेन्द्री संपीडक ने निम्न आँकड़े दिए :

चाल = 11500 r.p.m.
प्रवेश पर कुल तापोच्चता = 21 °C
निर्गम तथा प्रवेश पर कुल दाबोच्चता = 4 bar, 1 bar

यदि इम्पेलर का व्यास 75 cm हो और स्लिप गुणक 0·92 हो, तो संपीडक की दक्षता क्या होगी?

A centrifugal compressor under test gave the following data :

Speed = 11500 r.p.m.
Inlet total head temperature = 21 °C
Outlet and inlet total head pressure = 4 bar, 1 bar

If the impeller diameter is 75 cm and slip factor is 0·92, what is the compressor efficiency? 20

(c) 5 cm व्यास के यूरेनियम ($k = 29{\cdot}5$ W/m-K) की छड़ों में $7{\cdot}5 \times 10^7$ W/m^3 की एकसमान दर से ऊष्मा उत्पन्न होती है। छड़ के चारों तरफ स्थित वलय में शीतक जल को 120 °C पर 55 kW/m^2-K के ऊष्मा अंतरण गुणांक के साथ परिसंचरित किया जाता है। ईंधन छड़ों का अधिकतम तापमान ज्ञात कीजिए।

Heat is generated uniformly in uranium ($k = 29{\cdot}5$ W/m-K) rods of 5 cm diameter at the rate of $7{\cdot}5 \times 10^7$ W/m^3. Cooling water at 120 °C is circulated in the annulus around the rods with heat transfer coefficient of 55 kW/m^2-K. Find the maximum temperature of the fuel rods. 10

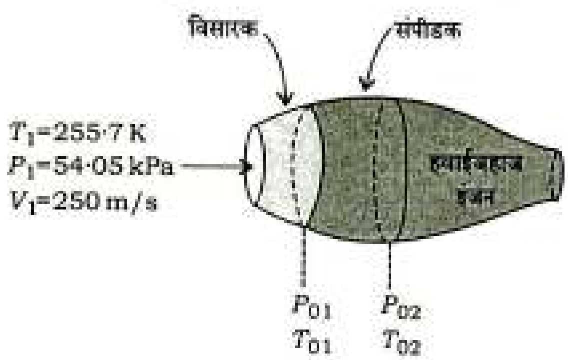
4. *(a)* एक प्रतिवाह ऊष्मा विनिमयित्र में पानी ($C_p = 4{\cdot}187$ kJ/kg-K) को 1·4 kg/s की दर से, 40 °C से 70 °C तक, तेल ($C_p = 1{\cdot}9$ kJ/kg-K) की सहायता से, जो कि 110 °C पर प्रवेश करता है और 60 °C पर बाहर निकलता है, गर्म किया जाता है। आवश्यक पृष्ठ क्षेत्रफल का परिकलन कीजिए, जबकि समग्र ऊष्मा अंतरण गुणांक 350 W/m^2-K है। अंतर्गम पर द्रव का तापमान और तेल की प्रवाह दर वही लेते हुए तेल के निकास पर तापमान का परिकलन कीजिए। जब पानी के प्रवाह की दर आधी कर दी जाती है, तब तेल व पानी का निकास पर तापमान और ऊष्मा अंतरण की दर का भी परिकलन कीजिए।

Water ($C_p = 4{\cdot}187$ kJ/kg-K) is heated at the rate of 1·4 kg/s from 40 °C to 70 °C by an oil ($C_p = 1{\cdot}9$ kJ/kg-K) entering at 110 °C and leaving at 60 °C in a counterflow heat exchanger. If the overall heat transfer coefficient is 350 W/m^2-K, calculate the surface area required. Using the same entering fluid temperature and the same oil flow rate, calculate the exit temperature of oil. Also calculate the exit temperatures of oil and water and the rate of heat transfer, when the water flow rate is halved. 20

(b) एक हवाईजहाज 5000 m ऊँचाई पर प्रसम चाल 250 m/s से उड़ रहा है, जहाँ वायुमंडलीय दाब 54·05 kPa तथा परिवेश का तापमान 255·7 K है। संपीडक में प्रवेश करने से पहले परिवेशी वायु को पहले विसारक (डिफ्यूज़र) में वित्वरित किया गया (चित्र 2 देखिए)। विसारक तथा संपीडक दोनों को समएन्ट्रॉपी मानते हुए निम्न का निर्धारण कीजिए :

(i) संपीडक के प्रवेश पर स्तब्ध दाब

(ii) यदि संपीडक में स्तब्ध दाब का अनुपात 8 है, तो संपीडक के लिए आवश्यक कार्य प्रति इकाई द्रव्यमान



चित्र 2

An aircraft is flying at a cruising speed of 250 m/s at an altitude of 5000 m, where the atmospheric pressure is 54·05 kPa and the ambient air temperature is 255·7 K. The ambient air is first decelerated in a diffuser before it enters the compressor (see Fig. 2). Approximating both the diffuser and the compressor to be isentropic, determine the following :

(i) The stagnation pressure at the compressor inlet

(ii) The required compressor work per unit mass, if the stagnation pressure ratio of the compressor is 8

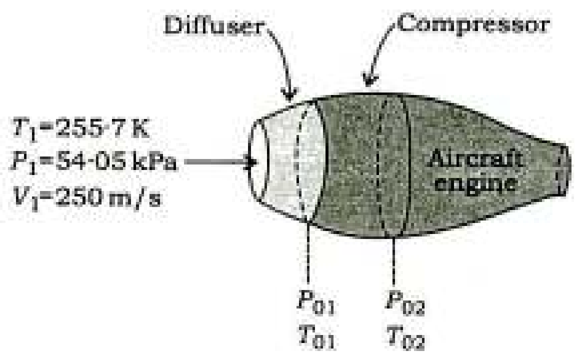


Fig. 2 20

(c) एक गोलीय संघनित्र, जिसका व्यास 320 mm है, में द्रवित वायु को संग्रहित किया जाता है जिसका −153 °C पर क्वथन हो रहा है। एक कमरे में 27 °C पर पात्र को एक संकेंद्री गोलीय कोश, जिसका व्यास 360 mm है, घेरे हुए है। दो गोलों के बीच के स्थान का शून्यीकरण कर दिया गया है। गोलों की सतहों को एल्यूमिनियम, जिसकी उत्सर्जकता 0·03 है, से सपाट कर दिया गया है। द्रवित वायु के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा 210 kJ/kg लेते हुए द्रवित वायु के वाष्पन की दर ज्ञात कीजिए।

Liquid air boiling at −153 °C is stored in a spherical condenser of diameter 320 mm. The container is surrounded by a concentric spherical shell of diameter 360 mm in a room at 27 °C. The space between the two spheres is evacuated. The surfaces of the spheres are flushed with aluminium of emissivity 0·03. Taking the latent heat of vaporization of liquid air as 210 kJ/kg, find the rate of evaporation of liquid air. 10

खण्ड—B / SECTION—B

5. (a) एस० आइ० एवं सी० आइ० इंजनों के ईंधन की रेटिंग कैसे की जाती है? संक्षेप में व्याख्या कीजिए।

How are the ratings of the SI and CI engine fuels done? Explain in brief. 10

(b) वाष्प शक्ति संयंत्र में कार्यकारी तरल के वांछनीय अभिलक्षणों को बताइए।

Mention the desirable characteristics of the working fluid in a steam power plant. 10

(c) प्रशीतन में इस्तेमाल किए जाने वाले विभिन्न प्रकार के संपीडकों को संक्षेप में समझाइए।

Explain briefly the different types of compressors used in refrigeration. 10

(d) वाष्प शक्ति संयंत्र का एक प्रारूपिक अभिविन्यास बनाइए।

Make a typical layout of steam power plant. 10

(e) मानव आराम तथा प्रभावी तापमान क्या होता है? आर्द्रतामापी चार्ट पर आराम क्षेत्र का रेखाचित्र बनाइए।

What are human comfort and effective temperature? Sketch comfort zone on psychrometric chart. 10

6. (a) एक आवेग टरबाइन के संगत आँकड़े निम्नलिखित हैं :

ब्लेड की चाल = 300 m/s
नोजल में समएन्ट्रॉपी एन्थैल्पी की गिरावट = 450 kJ/kg
नोजल की दक्षता = 0·9
नोजल का कोण = 20°
ब्लेड का वेग गुणांक = 0·85
ब्लेड का निर्गम कोण = 25°

वेग आरेखों को बनाइए और 1 kg/s की द्रव्यमान प्रवाह दर के लिए निम्नलिखित का परिकलन कीजिए :

(i) चल ब्लेड का प्रवेश कोण

(ii) अक्षीय प्रणोद

(iii) चक्के पर चालन बल

(iv) आरेख शक्ति (डाइग्राम पावर)

(v) घर्षण के कारण ब्लेडों में ऊर्जा का क्षय

The data pertaining to an impulse turbine are as follows :

Blade speed = 300 m/s
Isentropic enthalpy drop in nozzles = 450 kJ/kg
Nozzle efficiency = 0·9
Nozzle angle = 20°
Blade velocity coefficient = 0·85
Blade exit angle = 25°

Sketch the velocity diagrams and calculate for a mass flow rate of 1 kg/s the following :

(i) The inlet angle of moving blade

(ii) The axial thrust

(iii) The driving force on the wheel

(iv) The diagram power

(v) The energy lost in the blades due to friction 20

(b) एक प्रयोगशाला जाँच में साइक्रोमीटर द्वारा शुष्क-बल्ब तापमान तथा आर्द्र-बल्ब तापमान क्रमशः 35 °C तथा 28 °C दर्शाए गए। *(i)* वाष्प का दाब, *(ii)* आपेक्षिक आर्द्रता, *(iii)* विशिष्ट आर्द्रता, *(iv)* हवा में वाष्प का घनत्व, *(v)* ओसांक बिन्दु का तापमान और *(vi)* मिश्रण की एन्थैल्पी का परिकलन कीजिए। बैरोमीटर का दाब 1·01325 bar है। साइक्रोमेट्रिक चार्ट का उपयोग नहीं करना है। पानी के वाष्प का संतृप्ति दाब 35 °C और 28 °C पर क्रमशः 0·05628 bar तथा 0·03782 bar है। पानी के वाष्प का आंशिक दाब पर संतृप्ति तापमान 25·6 °C है।

In a laboratory test, a psychrometer recorded dry-bulb temperature as 35 °C and wet-bulb temperature as 28 °C. Calculate *(i)* vapour pressure, *(ii)* relative humidity, *(iii)* specific humidity, *(iv)* vapour density in air, *(v)* dew point temperature and *(vi)* enthalpy of mixture. Barometric pressure is 1·01325 bar. Do not use psychrometric chart. Saturation pressures of water vapour at 35 °C and 28 °C are 0·05628 bar and 0·03782 bar respectively. Saturation temperature at partial pressure of water vapour is 25·6 °C. 20

(c) सी० आइ० इंजनों के प्रत्यक्ष अंतःक्षेपण व अप्रत्यक्ष अंतःक्षेपण दहन कक्षों में क्या अन्तर होता है? सी० आइ० इंजनों के किन्हीं दो प्रकार के दहन कक्षों के आरेख बनाइए एवं नामांकित कीजिए।

What is the difference between direct injection and indirect injection type combustion chambers of CI engines? Make labelled diagrams of any two types of combustion chambers used in CI engines. 10

7. *(a)* एक चार-स्ट्रोक डीज़ल इंजन के इंजन परीक्षण के दौरान निम्न प्रेक्षण प्राप्त हुए :

बेलनों (सिलेंडरों) की संख्या = 4

पिस्टन का व्यास = 10 cm

स्ट्रोक की लम्बाई = 15 cm

सूचित माध्य प्रभावी दाब = 0·67 MPa

चाल = 2000 r.p.m.

विस्फोटों की संख्या = 980/minute

ब्रेक बल-आघूर्ण = 181·5 N-m

ईंधन की खपत = 11·89 kg/hr

ईंधन का कैलोरी मान = 41800 kJ/kg

सापेक्ष दक्षता (ब्रेक शक्ति के आधार पर) = 0·5

जैकेट शीतक जल की मात्रा = 1020 kg/hr

शीतक जल के तापमान की वृद्धि = 35 °C

शीतक जल की विशिष्ट ऊष्मा = 4·18 kJ/kg-K

उपर्युक्त प्रेक्षणों के आधार पर निम्नलिखित इंजन प्राचलों को ज्ञात कीजिए :

(i) यांत्रिक दक्षता

(ii) ब्रेक तापीय दक्षता

(iii) वायु मानक दक्षता

(iv) ब्रेक विशिष्ट ईंधन खपत

(v) जैकेट शीतक जल का प्रतिशत ऊष्मा क्षय

During an engine trial of a four-stroke diesel engine, the following observations were recorded :

No. of cylinders = 4
Diameter of piston = 10 cm
Stroke length = 15 cm
Indicated mean effective pressure = 0·67 MPa
Speed = 2000 r.p.m.
No. of explosions = 980 per minute
Brake torque = 181·5 N-m
Fuel consumption = 11·89 kg/hr
Calorific value of fuel = 41800 kJ/kg
Relative efficiency (on brake power basis) = 0·5
Quantity of jacket cooling water = 1020 kg/hr
Rise in temperature of cooling water = 35 °C
Specific heat of cooling water = 4·18 kJ/kg-K

Based on the above observations, find out the following engine parameters :

(i) Mechanical efficiency

(ii) Brake thermal efficiency

(iii) Air standard efficiency

(iv) Brake specific fuel consumption

(v) Percent heat loss to jacket cooling water 20

(b) *(i)* एक अभिसारी-अपसारी तुंड (नोजल) में पश्च दाब के परिवर्तन का द्रव्यमान प्रवाह दर तथा दाब वितरण पर क्या प्रभाव होगा, विवेचन कीजिए।

Discuss the effect of variation of back pressure on mass flow rate and pressure distribution in a convergent-divergent nozzle.

(ii) तुंडों (नोजलों) में भाप के अतिसंतृप्त प्रवाह से आप क्या अर्थ निकालते हैं?

What do you mean by supersaturated flow of steam in nozzles? 20

(c) ग्रीष्म वातानुकूलन तंत्र का एक स्वच्छ चित्र बनाइए और इसके प्रक्रम को साइक्रोमेट्रिक चार्ट पर दर्शाइए।

Draw a neat sketch of summer air-conditioning system and show the process on psychrometric chart. 10

8. (a) फ्रिऑन-12 पर आधारित एक प्रशीतित्र (रेफ्रिजरेटर) में ठंडक प्रभाव 20 kJ/s है और यह सरल चक्र पर काम करता है, जिसमें दाब की सीमाएँ 1·509 bar और 9·607 bar हैं। वाष्प, वाष्पित्र से शुष्क संतृप्त अवस्था में बाहर निकलती है और प्रशीतक को अवशीतल नहीं किया गया है। इस यंत्र के लिए आवश्यक शक्ति का निर्धारण कीजिए। यदि संपीडक 300 r.p.m. पर कार्य करता है और उसका क्लियरेन्स आयतन, स्ट्रोक आयतन का 3% हो, तो संपीडक के पिस्टन का विस्थापन ज्ञात कीजिए। संपीडक में विस्तार का नियम $PV^{1\cdot13}$ = नियत मानना है। संघनित्र के दाब पर वाष्प की विशिष्ट ऊष्मा 0·747 kJ/kg-K है :

सारणी : *प्रशीतक R-12 के गुणधर्म*

दाब (bar)	t (°C)	v_g (m^3/kg)	एन्थैल्पी (kJ/kg)		एन्ट्रॉपी (kJ/kg-K),
			h_f	h_g	s_g
1·509	−20	0·1088	54·23	178·61	0·7082
9·607	40	—	74·53	203·05	0·682

A Freon-12 refrigerator producing a cooling effect of 20 kJ/s operates on a simple cycle with pressure limits of 1·509 bar and 9·607 bar. The vapour leaves the evaporator dry saturated and there is no undercooling. Determine the power required by the machine. If the compressor operates at 300 r.p.m. and has a clearance volume of 3% of stroke volume, determine the piston displacement of the compressor. For compressor, assume that the expansion is following the law $PV^{1\cdot13}$ = constant. Specific heat of vapour at condenser pressure is 0·747 kJ/kg-K :

Table : *Properties of Refrigerant* R-12

Pressure (bar)	t (°C)	v_g (m^3/kg)	*Enthalpy* (kJ/kg)		*Entropy* (kJ/kg-K),
			h_f	h_g	s_g
1·509	−20	0·1088	54·23	178·61	0·7082
9·607	40	—	74·53	203·05	0·682

20

(b) व्याख्या कीजिए कि कैसे आदर्श पुनर्योजी चक्र, कार्नो चक्र की दक्षता को प्राप्त कर सकता है। साथ ही कारण भी बताइए कि आदर्श पुनर्योजी चक्र व्यवहार में क्यों नहीं प्राप्त किया जा सकता है।

Explain how the ideal regenerative cycle may approach to Carnot cycle efficiency. Also, mention the reason as why ideal regenerative cycle cannot be achieved in practice. 20

(c) प्रायोगिक NH_3-जलवाष्प अवशोषण प्रशीतन तंत्र की कार्यप्रणाली को रेखाचित्र की सहायता से समझाइए।

Explain the working of practical NH_3-water vapour absorption refrigeration system with a diagram. 10

* * *