

UPSC CSE 2018 MAINS PAPER 7 OCTOBER 07, 2018 MECHANICAL ENGINEERING OPTIONAL PAPER - II QUESTION PAPER
यांत्रिक इंजीनियरी (प्रश्न-पत्र-II)

भाषा : हिंदी/अंग्रेजी

अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश

(उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित निर्देशों को ध्यानपूर्वक पढ़ें)

1. सारांश में कुल आठ प्रश्न दिए गए हैं जो हिन्दी एवं अंग्रेजी दोनों में दिये हैं।
2. उम्मीदवार को कुल पाँच प्रश्नों के उत्तर देने हैं।
3. प्रश्न संख्या 1 और 5 अनिवार्य है तथा बाक़ी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड में कम-से-कम एक प्रश्न चुनकर तीन प्रश्नों के उत्तर देने हैं।
4. प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए निम्न अंक उसके सामने दिए गए हैं।
5. प्रश्नों के उत्तर उनी प्रविष्टित माध्यम में लिखे जाने चाहिए, जिसका उद्देश्य आपके प्रवेश-पत्र में दिया गया है, और इस माध्यम का 100% उद्देश्य प्रश्न-सह-उत्तर (क्वै-सी-एन-एन) पुस्तिका के मुखपृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। अधिकृत माध्यम के अनतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेगा।
6. प्रश्नोत्तर लिखने समय बाक़ी कोई पूर्वधारणा की जाए, उसकी सत्यता निर्दिष्ट किया जाना चाहिए।
7. जहाँ आवश्यक हो, ऊपर/निचा/उपर के लिए दिए गए स्थान में तो दर्शाए।
8. प्रश्नों और संकेतों के प्रतीक अर्थ हैं, उसे तक अवधान न कहा गया हो।
9. प्रश्नों के उत्तरों को गणना क्रमबद्ध की जाएगी। अधिक रूप से दिए गए प्रश्नों के उत्तर को भी मान्यता दी जाएगी यदि उसे कट न गया हो। प्रश्न सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़े गए बाक़ी इस अथवा पृष्ठ के भाग को पूर्णतः काट देंगे।

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)

1. There are EIGHT questions divided in two Sections and printed both in HINDI and in ENGLISH.
2. Candidate has to attempt FIVE questions in all.
3. 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.
4. The number of marks carried by a question/part is indicated against it.
5. 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.
6. Wherever any assumptions are made for answering a question, they must be clearly indicated.
7. Diagrams/figures, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.
8. Unless otherwise mentioned, symbols and notations have their usual standard meanings.
9. 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

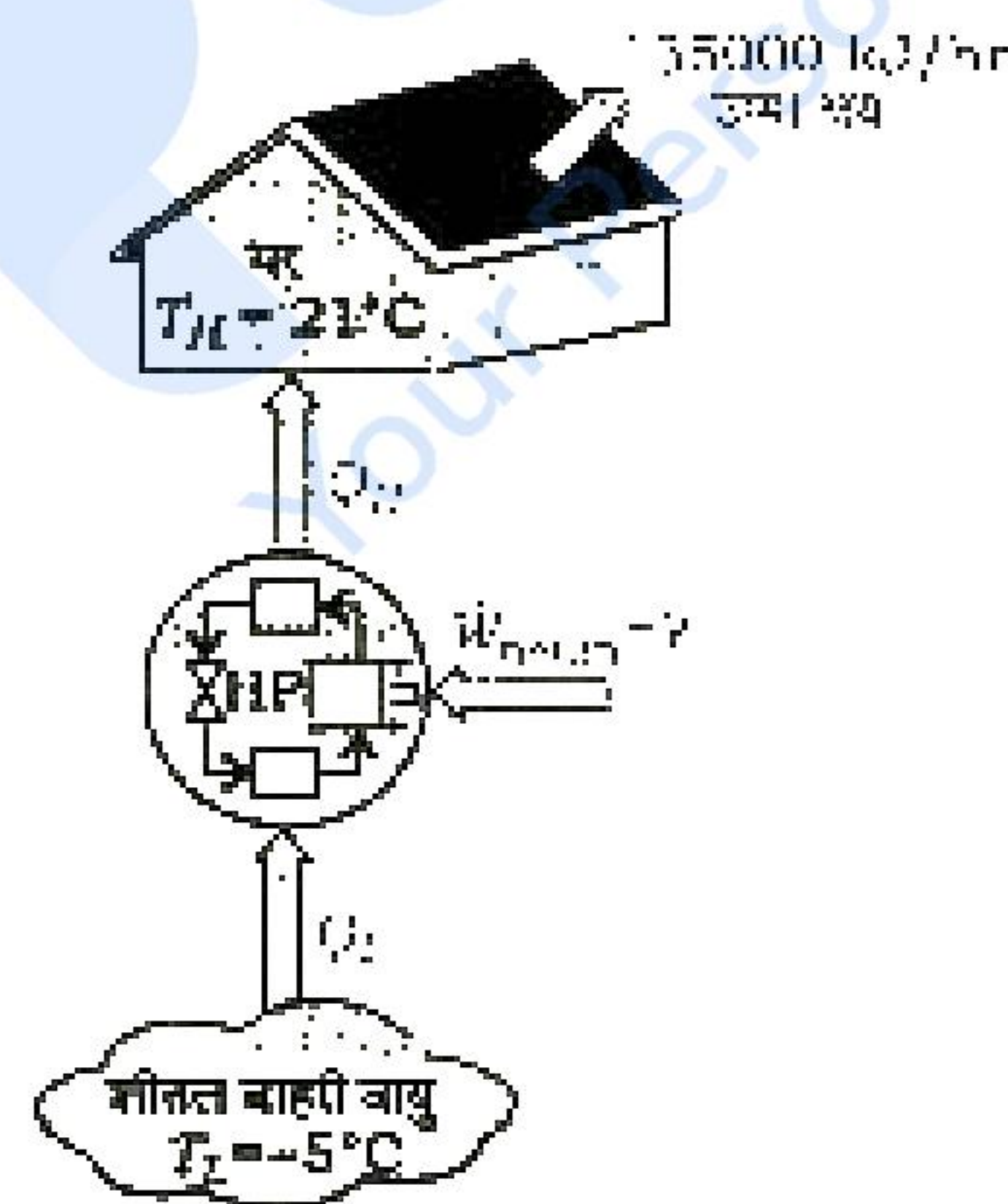
1. (a) एक कक्षा की प्रदीपन आवश्यकताओं को पूर्ति 30 फ्लूरोसेंट लैंपों में की जाती है, जिनमें से प्रत्येक की चिह्नित की शक्ति 80 W है। कक्षा में बल्बों प्रति दिन 12 घंटे और साल में 250 दिन चले रहते हैं। बिजली के प्रां (kWh) के रू 7 की लागत के आधार पर इस कक्षा के प्रदीपन की वार्षिक चिह्नित शक्ति लागत का 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 $k = 1.2 \text{ W/m-K}$, के सतह का क्षेत्रफल 15 m^2 है। दीवार की बाईं और दाईं पक्ष क्रमशः 120°C और 50°C का तापमान बनाए रखा जाता है। इसका चालन के आधारिक अवकल समीकरण का उपयोग करते हुए दीवार में तापमान परिवर्तन और बाईं पक्ष से 0.13 m की दूरी पर तापमान का तापचालन कीजिए। साथ ही दीवार में से रुकती दशा की अवस्था में चालन की दर भी ज्ञात कीजिए।

A plane wall of thickness 0.2 m and $k = 1.2 \text{ W/m-K}$ 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 जाता है, जैसा कि चित्र 1 में दर्शाया गया है। इसे स्थान पर को 21°C पर रखा जाता है। अब बाहर का तापमान -5°C तक घट जाता है, जब 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.

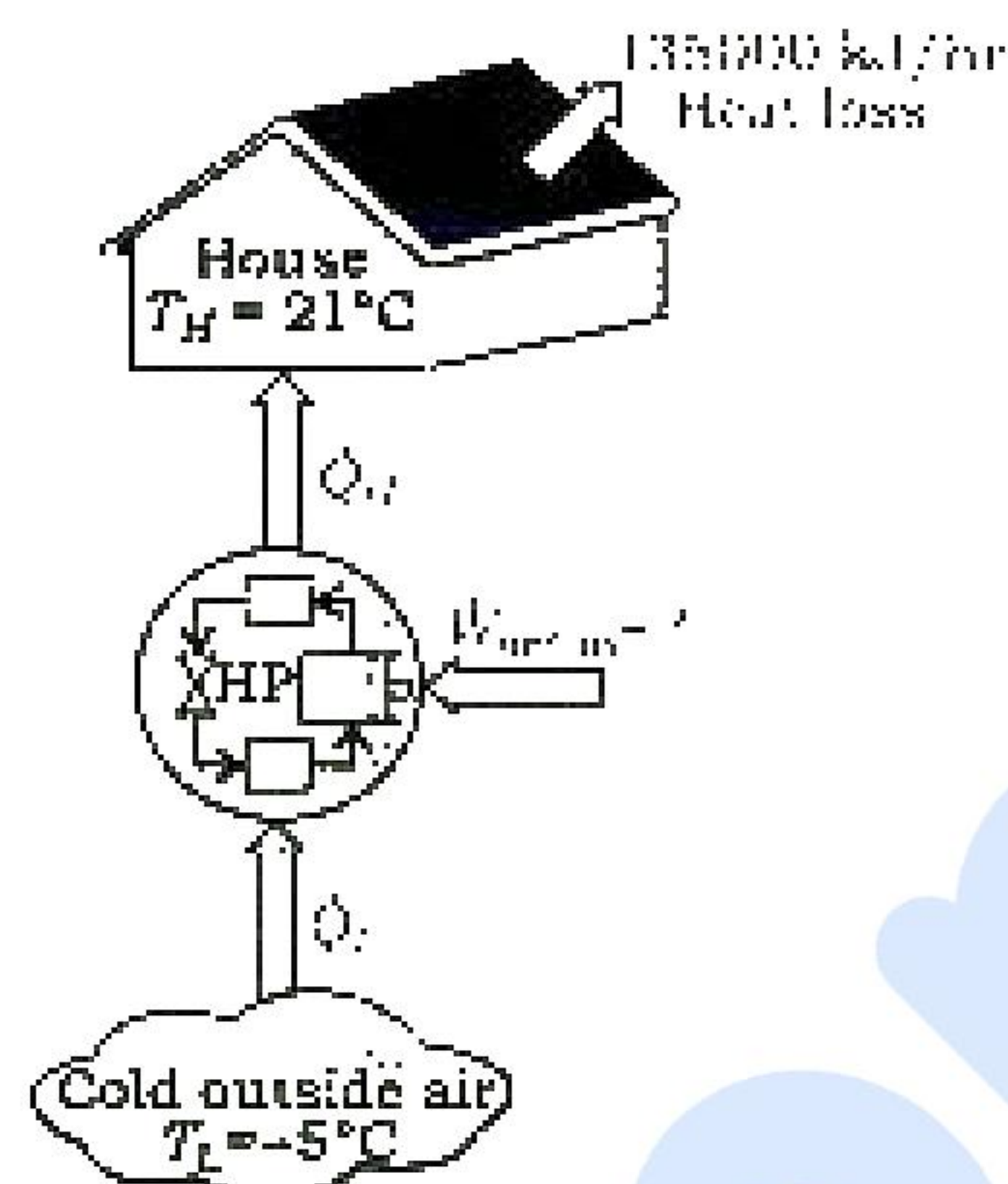


Fig. 1

10

- (d) प्रचलन विलम्ब अवधि के मध्य में भौतिक विलम्ब एवं रासायनिक विलम्ब में विभेदन कीजिए। प्रचलन विलम्ब अवधि को रसायन परत वाले महत्वपूर्ण इंजन प्रणाली 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) गुरुनडलीय तार पर 20°C की वायु 4 m/s के वेग से तेज अग्र कोर वाली जपटी प्लेट पर से प्रवाहित होती है। जपटी प्लेट की लंबाई 50°C तापमान पर रखा गई है। क्रान्तिक वेग-इत गहरा 5×10^9 पर संक्रमण पानेले हुए अग्र कोर से बह रही टार कीजिए, जहां पर सीमाना परत प्लेट से विद्युच्छ बनती है। तथा तो इसी स्थान पर (i) द्रव्यगत तथा नवीय सीमाना परत की मोटाई एवं (ii) स्थानिक तथा औसत संवहनो जघ्ना अंतरण गुणांक का परिचयन कीजिए। इसमें उन वेग प्रोफाइल तथा सन्निकट विधि नमूना टार है; 40°C के माध्य तापमान पर वायु के गुणधर्म निम्न है :

$$\rho = 1.128 \text{ kg/m}^3$$

$$\nu = 16.96 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 0.02755 \text{ W/m-K}$$

$$\text{Pr} = 0.7$$

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 = 1.128 kg /m³
- Kinematic viscosity = 16.96×10^{-6} m² /s
- k = 0.02755 W /m-K
- Pr = 0.7
- 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 है, तो (i) टैंक में दबाव तथा (ii) टैंक के आयतन का निर्धारण कीजिए। नीचे दी गई सारणी 1 में संतृप्त पानी के गुणधर्मों से संबंध अंकितों का उपयोग परिष्कृत हेतु कीजिए।

सारणी 1 : संतृप्त पानी के गुणधर्म

तापमान, T (°C)		विशेष आयतन		अन्तरात्म ऊर्जा			ए.ई.पी.		ए.ई.ई.			
		(m ³ /kg)		(kJ/kg)			(h _{fg} / kJ/kg)		(h _{fg} / kJ/kg K)			
		संतृप्त द्रव,	संतृप्त वाष्प,	संतृप्त द्रव,	वाष्प,	संतृप्त वाष्प,	संतृप्त द्रव,	वाष्प,	संतृप्त द्रव,	वाष्प,	संतृप्त वाष्प,	
	P _{sat} (kPa)	v _f	v _g	u _f	u _g	u _{fg}	h _f	h _{fg}	h _g	s _f	s _g	s _{fg}
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2151.3	2475.3	313.99	2320.6	2634.6	1.0158	6.6665	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2445.6	334.97	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	358.96	2131.9	2487.8	358.96	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	1.1920	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

Temp T (°C)	Sat. press., P _{sat} (kPa)	Specific Volume (m ³ /kg)		Internal Energy (kJ/kg)			Enthalpy (kJ/kg)			Entropy (kJ/kg.K)		
		Sat. liquid	Sat. vapour	Sat. liquid	Sat. vapour	Sat. liquid	Sat. vapour	Sat. liquid	Sat. vapour	Sat. liquid	Sat. vapour	
		v _f	v _g	u _f	u _{fg}	u _g	h _f	h _{fg}	h _g	s _f	s _{fg}	s _g
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2151.3	2175.3	313.99	2320.6	2634.6	1.0158	6.6665	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	334.97	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	358.96	2131.9	2487.8	358.96	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	1.1920	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

(ii) रेनोल्ड्स-कोलबर्न अनुसंधान क्या है? कोलबर्न का j -फैक्टर में क्या क्या समझते हैं?
What is Reynolds-Colburn analogy? What do you mean by Colburn's j -factor? 20

(c) इंजन के विभिन्न कोल्डिंग सिस्टम जौन-मे होते हैं। साथ ही अंतर्दहन इंजन के स्नेहक तंत्रों के महत्वपूर्ण प्रकारों 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 ऊष्म इंजन, जो कि आदर्श ओटो चक्र पर कार्य करता है, का संकुचन अनुपात 6 है। स्पीडिंग स्ट्रोक के शुरू में तापमान व दाब क्रमशः 27°C और 1 bar है। दहन स्ट्रोक में ऊष्मा सरोज 1170 kJ/kg है। निम्नलिखित प्रारुतों को निकालिए :

- चक्र का उच्चतम तापमान
- चक्र का उच्चतम दाब
- प्रति कि॰ ग्राम वायु का कार्य लिफ्ट
- चक्र की वायु मानक दक्षता

वायु के निम्न मानों को काम में लीजिए

$$C_p = 0.717 \text{ kJ/kg K और } \gamma = 1.4$$

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 :

- Maximum temperature of the cycle
- Maximum pressure at the cycle
- Work output per kg of air
- Air standard efficiency of the cycle

Assume the following values for air :

$$C_p = 0.717 \text{ kJ/kg K and } \gamma = 1.4 \quad 20$$

(b) दीव के अर्धेन एक अरुकेरी मपीडर के निम्न अंकड़ दिए

- चास = 11500 r.p.m.
- प्रवेश पर कुल तापी-दाब = 21°C
- उत्तर दक्ष प्रवेश पर कुल दाबोच्चता = 4 bar, 1 bar

यदि इम्पेलर का व्यास 75 cm हो और स्लिप गुणक 0.92 हो, तो मपीडर 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 ($k = 29.5 \text{ W/m-K}$) की छड़ों में $7.5 \times 10^7 \text{ W/m}^3$ की एकसमान दर से ऊष्मा उत्पन्न होती है। छड़ों के चारों तरफ स्थित जल में शीतक जल को 120°C पर $55 \text{ kW/m}^2\text{-K}$ के ऊष्मा अंतरण गुणांक के साथ परिसंचित किया जाता है। ईंधन छड़ों का अधिकतम तापमान ज्ञात कीजिए।

Heat is generated uniformly in uranium ($k = 29.5 \text{ W/m-K}$) rods of 5 cm diameter at the rate of $7.5 \times 10^7 \text{ W/m}^3$. Cooling water at 120°C is circulated in the annulus around the rods with heat transfer coefficient of $55 \text{ kW/m}^2\text{-K}$. Find the maximum temperature of the fuel rods.

10

4. (a) एक प्रवाहक ऊष्मा विनिमयित्र में पानी ($C_p = 4.187 \text{ kJ/kg-K}$) को 1.4 kg/s की दर से, 40°C से 70°C तक, तेल ($C_p = 1.9 \text{ kJ/kg-K}$) की सहायता से, जो कि 110°C पर प्रवेश करता है और 60°C पर बाहर निकलता है, गर्म किया जाता है। आवश्यक कुल क्षेत्रफल का परिकलन कीजिए, जबकि समग्र ऊष्मा अंतरण गुणांक $350 \text{ W/m}^2\text{-K}$ है। अंतर्गत पर द्रव का तापमान और तेल की प्रवाह दर वहीं लेते हुए तेल के विकसित पर तापमान का परिकलन कीजिए। जब पानी के प्रवाह की दर आधी कर दी जाती है, अब गेल व रानी का विकसित पर तापमान और ऊष्मा अंतरण की दर का भी परिकलन कीजिए।

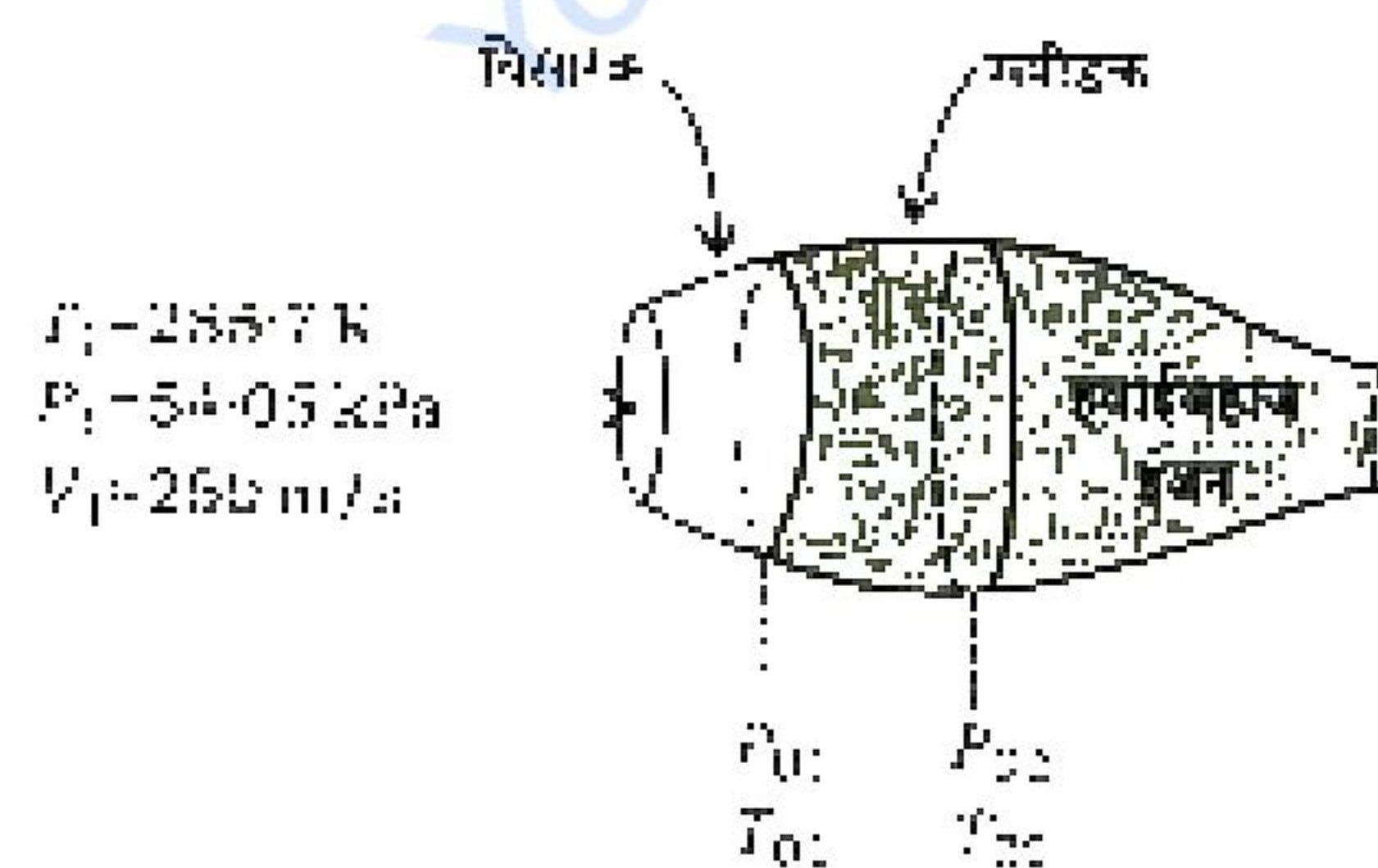
Water ($C_p = 4.187 \text{ kJ/kg-K}$) is heated at the rate of 1.4 kg/s from 40°C to 70°C by an oil ($C_p = 1.9 \text{ kJ/kg-K}$) entering at 110°C and leaving at 60°C in a counterflow heat exchanger. If the overall heat transfer coefficient is $350 \text{ W/m}^2\text{-K}$, calculate the surface area 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 प्रसरण चाल 250 m/s से उड़ रहा है, जहाँ वायुमंडलीय शक्ति 54.05 kPa तथा प्रवेश का तापमान 285.7 K है। स्पीडक से प्रवेश करने से पहले परिक्षेपी वायु को पहले विस्तारक (डिफ्यूजर) में विस्तारित किया गया (चित्र 2 देखिए)। विस्तारक तथा स्पीडक दोनों को समतल-द्वारे मानते हुए निम्न का निर्धारण कीजिए :

(i) स्पीडक के प्रवेश पर स्थलीय दबाव

(ii) यदि स्पीडक में स्थलीय दबाव का अनुपात 8 है, तो स्पीडक 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

- The stagnation pressure at the compressor inlet
- The required compressor work per unit mass, if the stagnation pressure ratio of the compressor is 8

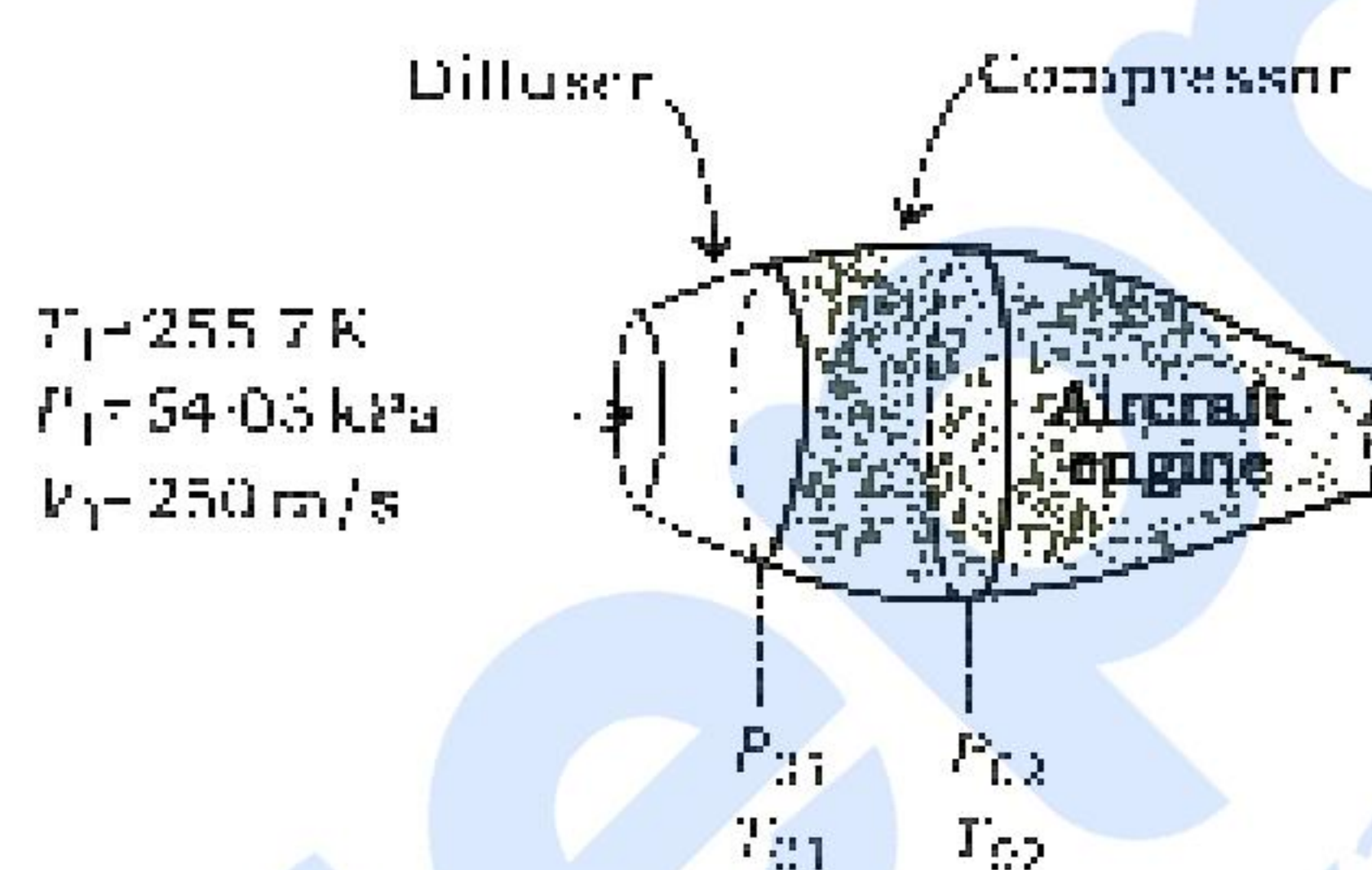


Fig. 2

20

- एक गोलीय संघनित्र, जिसका व्यास 320 mm है, में द्रवित वायु को संग्रहित किया जाता है जिसका -153°C पर गलन हो रहा है। एक कमरे में 27°C पर वायु को एक संकेंद्री गोलीय कोश, जिसका व्यास 360 mm है, में रखा है। दो गोलों के बीच के स्थान को शून्यीकरण कर दिया गया है। गोलों की सतहों को एल्युमिनियम, जिसकी उत्सर्जकता 0.03 है, से सजाकर दिया गया है। द्रवित वायु के वाष्पन की गूहा ऊष्मा 210 kJ/kg लेने 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) SI और CI इंजन आइस इनर्स के इंधन की रीति केम का इरती हे? सक्षेप में व्याख्या कीरिए।
 How are the ratings of the SI and CI engine facts done? Explain in brief. 10
- (b) ढाण शक्ति संवेध में कार्यरती ढाण के ढाणनीन अभिलक्षणों को बतारिए।
 Mention the desirable characteristics of the working fluid in a steam power plant. 10
- (c) ढाणनीन व इंधनरती रीत, ढाणे वरते विभिन्न ढाण के संरिधकों के संक्षेप में समझारिए।
 Explain briefly the different types of compressors used in refrigeration. 10
- (d) ढाण शक्ति ढाण का एक ढाणनीन अभिलेखरत बतारिए।
 Make a typical layout of steam power plant. 10
- (e) ढाणन आरत तथा ढाणनीन ढाणरत का इरती हे? आरतरती ढाणरत पर आरत ढाण का ढाणनीन बतारिए।
 What are human comfort and effective temperature? Sketch comfort zone on psychrometric chart. 10

6. (a) एक ढाणनीन इंधनरत के संरत आँकड़ें निम्नलिखित हैं
 ब्लेड की ढाण = 300 m/s
 नोजल में सन्तुलनीय ढाणनीन की ढाणरत = 450 kJ/kg
 नोजल की इक्षता = 0.9
 नोजल का ढाण = 20°
 ब्लेड का वेग ढाणरत = 0.85
 ब्लेड का नरिण ढाण = 25°
 ढाण आँकड़ों के बतारिए और 1 kg/s के इंधनरत इंधन का के लिए निम्नलिखित का ढाणनीन कीरिए .
 (i) ढाण ब्लेड का इंधन ढाण
 (ii) इंधनरत ढाणरत
 (iii) ढाण पर ढाणरत ढाण
 (iv) आरत शक्ति (इंधनरत ढाणरत)
 (v) ढाण के ढाणरत ढाणरत में ढाणरत का ढाण

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

- The inlet angle of moving blade
- The axial thrust
- The driving force on the wheel
- The diagram power
- The energy lost in the blades due to friction

20

- (b) एक प्रयोगशाला और में साइकोमीटर द्वारा शुष्क-बुलब तापमान तथा आर्द्र-बुलब तापमान क्रमशः 35 °C तथा 28 °C दर्शाए गए। (i) वाष्प का दबाव, (ii) अपेक्षित आर्द्रता, (iii) विशिष्ट आर्द्रता, (iv) हवा में वाष्प का घनत्व, (v) आंशिक चमक का तापमान और (vi) मिश्रण की एन्थैल्पी का पॉस्कलम कीजिए। बैरोमीटर का दबाव 101325 bar है। साइकोमेट्रिक चार्ट का उपयोग नहीं करना है। पानी के वाष्प का सतृप्त दबाव 35 °C और 28 °C पर क्रमशः 0.05628 bar तथा 0.03782 bar है। पानी के वाष्प का अंशिक दबाव पर सतृप्त 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 101325 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 में प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष इन प्रणाली का अर्थ क्या कहने कक्षा में हम आकर होता है? सी० आइ० इंजनों के किन्हीं दो प्रकार के चमक कक्षा के अर्थों को ब्याख्या एवं चमकित कीजिए।

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

10

7. (a) एक चार स्ट्रोक डीजल इंजन के इंजन परीक्षण के दौरान निम्न डेटा प्राप्त हुए

सेलनों (सिलिंडरों) की संख्या = 4
 पिस्टन का व्यास = 10 cm
 स्ट्रोक की लम्बाई = 15 cm
 शुक्ति भाग्य दबाव दबाव = 0.67 MPa
 चाल = 2000 r.p.m.
 विशिष्टता की संख्या = 980/minute
 ग्रेड बल-आपूर्ति = 181.5 N-m
 इंजन की क्षमता = 11.80 kg/hr
 ईंधन का कैलोरी मान = 41800 kJ/kg
 अपेक्षित दक्षता (ग्रेड शक्ति के आधार पर) = 0.3
 ग्रेड शक्ति गलती मात्रा = 1020 kg/hr
 शक्ति गलती के तापमान की वृद्धि = 35 °C
 शक्ति गलती की विशिष्ट ऊष्मा = 4.18 kJ/kg-°C

अपेक्षित प्रेरणायों के आधार पर निम्नलिखित इंगन प्रचलनों को जान कीजिए :

- वांछित दक्षता
- ब्रेक-नपीय दक्षता
- नाइ मानक दक्षता
- ब्रेक विशिष्ट ईंधन खपत
- ब्रेक 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

- Mechanical efficiency
- Brake thermal efficiency
- Air standard efficiency
- Brake specific fuel consumption
- Percent heat loss to jacket cooling water

20

- (b) (i) एक अभिसारी-अपसारी नुंदा (नोज़ल) में प्रवाह दाब के परिवर्तन का द्रव्यमान प्रवाह दर तथा दाब वितरण पर क्या प्रभाव होगा, निवेदन कीजिए।

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

- (ii) बुझी (नोज़ली) में भाव के असिद्ध प्रवाह से आप क्या अर्थ निकालते हैं?

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

20

- (c) ग्रीन वातावरणन नर का एक संयुक्त चित्र बनाइए और इसके प्रक्रम को साइकोमेट्रिक चार्ट पर दर्शाइए।

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

10

8. (a) क्रियां 12 पर आधारित एक प्रशीतक (रेफ्रिजरेटर) में ठंडक प्रभाव 20 kJ/s है और यह सरल चक्र पर कार्य करता है, जिसमें दाब की सीमाएँ 1.509 bar और 9.607 bar हैं। वाष्प, कॉम्प्रेसर से शुष्क संतृप्त अवस्था में बाहर निकलता है और प्रशीतक को अवशोषित नहीं किया गया है। इस चक्र के लिए आवश्यक शक्ति का निर्धारण कीजिए। यदि संपीडक 300 r.p.m. पर कार्य करता है और उसका क्लियरेंस आयतन, स्ट्रोक आयतन का 3% हो, तो संपीडक के पिस्टन का विस्थापन दूर कीजिए। संपीडक में विस्तार का नियम $pV^{1.13} = \text{निरंतर मान}$ है। संपीष्ट के दाब पर वाष्प की विशिष्ट ऊष्मा 0.747 kJ/kg-K है।

गणनी : प्रश्नक R-12 के गुणधर्म

दाब (bar)	t (°C)	v_g (m^3/kg)	एन्थैल्पी (kJ/kg)		एन्ट्रॉपी (kJ/kg-K)
			h_f	h_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 $pV^{1.13} = \text{constant}$. 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	
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 पुनर्जीव चक्र, कभी-कभी चक्र की दक्षता को प्राप्त कर सकता है। साथ ही कारण भी बताइए कि आदर्श पुनर्जीव 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 चक्र की कार्यप्रणाली को रेखाचित्र की सहायता से समझाइए।

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

10

