CS (MAIN) EXAM, 2010

Serial No. **127** **C-DTN–K–NFB**

MECHANICAL ENGINEERING

Paper—II

Time Allowed : Three Hours *Maximum Marks : 300*

INSTRUCTIONS

Each question is printed both in Hindi and in English.

Answers must be written in the medium specified in the Admission Certificate issued to you, which must be stated clearly on the cover of the answer-book in the space provided for the purpose. No marks will be given for the answers written in a medium other than that specified in the Admission Certificate.

*Candidates should attempt Question nos. 1 and 5 which are compulsory, and any **three** of the remaining questions selecting at least **one** question from each Section.*

The number of marks carried by each question is indicated at the end of the question.

If any data is considered insufficient, assume suitable value. ***Psychrometric chart is attached with this question paper.***

*Wherever coordinate diagrams/graphs are to be drawn, these are to be plotted only on the answer book and **not** on separate graph sheets.*

ध्यान दें : अनुदेशों का हिन्दी रूपान्तर इस प्रश्न-पत्र के पिछले पृष्ठ पर छपा है ।

SECTION—A

1. Answer any **THREE** of the following :

(a) (i) $0{\cdot}5\ m^3$ of gas at 10 kPa and 130°C expands adiabatically to 1 kPa. It is then isothermally compressed to its original volume.

$C_p = 1{\cdot}005$ kJ/kg-K and $C_v = 0{\cdot}718$ kJ/kg-K. Represent these processes on P-V diagram. Find final temperature and pressure of gas.

(ii) For compression work to be minimum, what should be process of compression ? Is it used in practice ? 20

(b) (i) For normal shock wave derive the following expression :

$$\frac{p_{ay}}{p_x} = \left[1 + \frac{\gamma - 1}{2} M_x^2\right]^{\gamma/(\gamma-1)} \cdot \left[\frac{2\gamma}{\gamma+1} M_x^2 - \frac{\gamma-1}{\gamma+1}\right]$$

where x and y are the conditions before and after the shock wave.

(ii) Show Fanno line in adiabatic flow with friction on h-s diagram and explain the physical significance. 20

(Contd.)

खंड 'क'

1. निम्नलिखित में से किन्हीं तीन के उत्तर दीजिए :

(अ) (i) 10 kPa तथा 130°C पर एक गैस ($0 \cdot 5\ m^3$) का 1 kPa तक रुद्धोष्म प्रसरण होता है। फिर इसको अपने पूर्व आयतन तक संपीडित किया जाता है।

$C_p = 1 \cdot 005$ kJ/kg-K तथा $C_v = 0 \cdot 718$ kJ/kg-K. इन प्रक्रमों को P-V आरेख पर व्यक्त कीजिए। गैस का अंतिम ताप तथा दाब ज्ञात कीजिए।

(ii) संपीडन कार्य के न्यूनतम होने के लिए, संपीडन प्रक्रम कौन-सा होना चाहिए ? क्या इसको व्यवहार में प्रयोग किया जाता है ? 20

(ब) (i) अभिलंब प्रघात तरंग के लिए निम्नलिखित व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए :

$$\frac{p_{ay}}{p_x} = \left[1 + \frac{\gamma - 1}{2} M_x^2\right]^{\gamma/(\gamma-1)} \left[\frac{2\gamma}{\gamma + 1} M_x^2 - \frac{\gamma - 1}{\gamma + 1}\right]$$

जहाँ x तथा y क्रमशः प्रघात से पहले तथा बाद की अवस्थाएं हैं।

(ii) घर्षणयुक्त रुद्धोष्म प्रवाह के लिए h-s आरेख पर फैनो रेखा को दिखाइये तथा इसके भौतिक महत्त्व को स्पष्ट कीजिए। 20

(Contd.)

(c) A decorative plastic film on a copper sphere having 10 mm diameter is cured in an oven at 75°C. Upon removal from the oven, the copper sphere is subjected to an air stream at a pressure, temperature and velocity of 1 bar, 23°C and 10 m/s respectively. How long it will take for the sphere to cool down to 35°C ? State the assumptions made and justify the method of analysis used.

For copper, the density, specific heat and thermal conductivity are, respectively, 8933 kg/m^3, 388 J/kg-K and 350 W/m-K. The following correlation for forced convection may be used :

$$Nu_d = 2 + \left[0{\cdot}4\, Re_d^{1/2} + 0{\cdot}06\, Re_d^{2/3}\right] Pr^{0{\cdot}4}$$

For air, kinematic viscosity, thermal conductivity and Prandtl number at the mean film temperature under consideration are $15{\cdot}53 \times 10^{-6}$ m^2/s, 0·025 W/m-K and 0·708 respectively. 20

(d) (i) Derive the following expressions for lift (C_L) and drag (C_D) coefficients for flow with friction through a compressor (axial flow type) cascades :

$$C_L = 2\frac{S}{C}(\tan\alpha_1 - \tan\alpha_2)\cos\alpha_m - C_D \tan\alpha_m$$

(स) 10 mm व्यास के एक ताँबा गोली पर सजावटी प्लास्टिक फिल्म को लगाकर एक आवा में 75°C पर पकाया गया है। आवा से निकालने के बाद ताँबा गोली पर एक वायु धारा प्रवाहित की गई है जिसका दाब, ताप एवं वेग क्रमश: 1 bar, 23°C तथा 10 m/s है। इस गोली को 35°C तक ठंडा होने में कितना समय लगेगा ? की गई संकल्पनाओं को बताइये तथा प्रयुक्त विश्लेषण विधि के औचित्य को बताइये।

ताँबा के लिए घनत्व, विशिष्ट ऊष्मा तथा ऊष्मा चालिता क्रमश: हैं, 8933 kg/m^3, 388 J/kg-K तथा 350 W/m-K। प्रणोदित संवहन के निम्नलिखित सहसंबंध को प्रयोग किया जा सकता है :

$$Nu_d = 2 + \left[0{\cdot}4\, Re_d^{1/2} + 0{\cdot}06\, Re_d^{2/3}\right] Pr^{0{\cdot}4}$$

वायु के लिए, शुद्ध गतिक श्यानता, ऊष्मा चालिता तथा औसत फिल्म ताप के लिए प्रैंटल अंक क्रमश: हैं : $15{\cdot}53 \times 10^{-6}$ m^2/s, 0·025 W/m-K तथा 0·708।

20

(द) (i) एक संपीडित्र (अक्षीय प्रवाह प्ररूप) सोपानों में घर्षण युक्त प्रवाह के लिए उत्थापन (C_L) एवं विकर्ष (C_D) के निम्नलिखित व्यंजकों को व्युत्पन्न कीजिए :

$$C_L = 2\frac{S}{C}(\tan\alpha_1 - \tan\alpha_2)\cos\alpha_m - C_D \tan\alpha_m$$

$$C_D = \xi \frac{S}{C} \cdot \frac{\cos^3 \alpha_m}{\cos^2 \alpha_1}$$

where S, C, α_1, α_2, α_m and ξ denote pitch, chord, inlet flow angle, outlet flow angle, average flow angle and total pressure loss coefficient.

(ii) Show the variation of C_L and C_D with incidence and discuss physical significance.

20

2. (a) A Carnot engine operates between source temperature of 500 K and sink temperature of 300 K. It produces work utilising the heat of 10 kJ from the source at 500 K. The work produced by this engine is utilised by a Carnot refrigerator operating between refrigerator temperature of 200 K and sink temperature of 300 K.

Represent schematically these engine and refrigerator operations.

Find out :

(i) Work produced by the Carnot engine.

(ii) Refrigerating effect produced at 200 K by the Carnot refrigerator.

$$C_D = \xi \frac{S}{C} \cdot \frac{\cos^3 \alpha_m}{\cos^2 \alpha_1}$$

जहाँ S, C, α_1, α_2, α_m और ξ क्रमशः अंतराल, जीवा, अंतर्गम प्रवाह कोण, बहिर्गम प्रवाह कोण, औसत प्रवाह कोण, तथा समग्र दाब हानि गुणांक को व्यक्त करते हैं।

(ii) C_L और C_D का आपतन से विचलन दिखाइये तथा इसके भौतिक महत्त्व की विवेचना कीजिए। 20

2. (अ) एक कार्नो इंजन 500 K के स्रोत ताप तथा 300 K के अभिगम ताप के मध्य प्रचालन करता है। यह स्रोत से 500 K पर 10 kJ ऊष्मा का प्रयोग करते हुए कार्य उत्पन्न करता है। इस इंजन द्वारा उत्पन्न कार्य को एक कार्नो प्रशीतित्र को प्रचालन करने में प्रयोग किया जाता है जो प्रशीतित्र ताप 200 K तथा अभिगम ताप 300 K के मध्य कार्य करता है।

इस इंजन तथा प्रशीतित्र के प्रक्रमों के आलेख व्यक्त कीजिए।

ज्ञात कीजिए :

(i) कार्नो इंजन द्वारा उत्पन्न कार्य।

(ii) 200 K पर कार्नो प्रशीतित्र द्वारा उत्पन्न प्रशीतन प्रभाव।

(iii) Total heat rejected to the sink at 300 K.

(iv) By how much the refrigerator temperature be increased to get double the refrigerating effect as per (ii) above ?

(v) Total heat rejected to the sink at 300 K when the refrigerator operates as per the temperature for (iv) above. 20

(b) The velocity distribution in the fully developed flow region of steady incompressible laminar flow of a fluid in a horizontal pipe is given by

$\frac{u}{u_m} = 1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2$, where u and u_m are respectively the velocities of any radial distance, r, from the axis and at the axis of the pipe and R is the radius. Show that the kinetic energy correction factor, α and momentum correction factor, β are respectively equal to 2 and 1·33. 20

(c) Air at the rate of 35 kg/s flows through a nozzle in which a normal shock occurs in the diverging section down-stream of the throat. The nozzle has an area of cross section equal to 40 cm^2 at the section of shock. The pressure and velocity of fluid just before the shock are 2·5 bar and 480 m/s respectively. Find the Mach number, pressure and

(iii) अभिगम को 300 K पर कुल परित्यक्त ऊष्मा।

(iv) प्रशीतित्र के ताप को कितना बढ़ा दिया जाए जिससे ऊपर (ii) में प्रशीतन प्रभाव दोगुना हो जाए ?

(v) ऊपर (iv) के अनुसार ताप पर जब प्रशीतित्र प्रचालन करता है तब 300 K पर अभिगम को कुल परित्यक्त ऊष्मा। 20

(ब) एक क्षैतिज नल में अपरिवर्त्य असंपीड्य स्तरीय तरल प्रवाह के पूर्णतः विकसित प्रवाह क्षेत्र में वेग वितरण है $\frac{u}{u_m} = 1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2$, जहाँ u तथा u_m क्रमशः अक्ष से त्रिज्य दूरी r पर वेग, तथा नल के अक्ष पर वेग हैं और R नल का अर्धव्यास है। यह दर्शाइये कि गतिज ऊर्जा संशुद्धि गुणक α तथा संवेग संशुद्धि गुणक β का मान क्रमशः 2 और 1·33 हैं। 20

(स) वायु 35 kg/s की दर से एक तुंड में प्रवाह कर रही है जिसके अपसारी खंड में कंठ के अनुप्रवाह क्षेत्र में अभिलंब प्रघात उत्पन्न होता है। प्रघात वाले परिच्छेद की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 40 cm^2 है। प्रघात से ठीक पहले दाब एवं वेग क्रमशः 2·5 bar और 480 m/s हैं। मॉख (Mach) अंक

temperature after the shock.

Comment on the results.

Normal shock table :

M_1	M_2	p_2 / p_1	T_2 / T_1	ρ_2 / ρ_1	P_{02} / P_{01}
1·42	0·7314	2·1858	1·2676	1·7243	0·9531
1·43	0·7274	2·2190	1·2742	1·7416	0·9503

20

3. (a) The temperature of product of combustion in a boiler decreases from 1100°C to 550°C while the pressure remains constant at 0·1 MPa. Water at 0·8 MPa, 150°C is converted into steam at 0·8 MPa, 250°C with the surroundings is at 100 kPa and 25°C. Sketch the control volume depicting the terminal and process conditions and show on a T-s diagram the processes. Calculate the following :

   (i) change in availability of water on unit mass of water basis,

   (ii) change in availability of product of combustion per kg of water,

   (iii) process irreversibility per unit mass of water,

   (iv) second law efficiency, and

   (v) entropy generated per kg of water.

तथा प्रघात के बाद दाब और ताप ज्ञात कीजिए।
परिणाम पर अपने विचार व्यक्त कीजिए ।
अभिलंब प्रघात तालिका:

M_1	M_2	p_2/p_1	T_2/T_1	ρ_2/ρ_1	P_{02}/P_{01}
1·42	0·7314	2·1858	1·2676	1·7243	0·9531
1·43	0·7274	2·2190	1·2742	1·7416	0·9503

20

3. (अ) एक बॉयलर में दहन–उत्पाद का ताप 1100°C से 550°C तक कम होता है जब कि दाब 0·1 MPa पर स्थिर बना रहता है। 0·8 MPa तथा 150°C पर जल को 0·8 MPa, 250°C भाप में परिवर्तित किया गया है, परिसर 100 kPa तथा 25°C है। सीमान्त तथा प्रक्रम अवस्थाओं पर नियंत्रण आयतन का आरेख बनाइए तथा प्रक्रमों को T-s आरेख पर दिखाइये। निम्नलिखित की गणना कीजिए :

(i) जल के एकांक द्रव्यमान आधार पर जल की उपलब्धता में परिवर्तन,

(ii) दहन उत्पादों की उपलब्धता में परिवर्तन प्रति kg जल के लिए,

(iii) जल के प्रति एकक द्रव्यमान के लिए प्रक्रम अप्रतिक्रम्यता,

(iv) द्वितीय नियम दक्षता, तथा

(v) प्रति kg जल के लिए जनित्र एन्ट्रॉपी।

Take average specific heat of product of combustion as 1·09 kJ/kg-K. Specific enthalpy and specific entropy of water at 0·8 MPa, 150°C are, respectively, at 632·2 kJ/kg and 1·8418 kJ/kg-K and that of steam at 0·8 MPa, 250°C are respectively at 2950 kJ/kg and 7·0389 kJ/kg-K.

20

(b) A heat transfer equipment utilises 5 mm diameter, 10 cm long smooth circular cross-sectioned conduits drilled horizontally in a plate longitudinally on which a constant heat flux is imposed uniformly. Air enters each conduit at 27°C with a mean velocity of 3·0 m/s and leaves at 77°C. If 20 conduits are arranged in the plate, calculate the following :

(i) total rate of heat removed from the plate,

(ii) exit conduit wall temperature, and

(iii) local heat transfer coefficient at the exit of each conduit.

Sketch the variation in local heat transfer coefficient along the length of conduit.

The following correlations are known for convection heat transfer :

(1) $Nu_d = 4{\cdot}364$, for fully developed laminar flow,

(2) $Nu_d = 0{\cdot}023\ Re_d^{0{\cdot}8}\ Pr^{0{\cdot}4}$, for turbulent flow,

दहन उत्पाद की औसत विशिष्ट ऊष्मा 1·09 kJ/kg-K मानिए । जल की 0·8 MPa, 150°C पर विशिष्ट एन्थैल्पी तथा विशिष्ट एन्ट्रॉपी क्रमश: 632·2 kJ/kg और 1·8418 kJ/kg-K हैं तथा 0·8 MPa, 250°C पर भाप के लिए क्रमश: 2950 kJ/kg और 7·0389 kJ/kg-K हैं ।

20

(ब) एक ऊष्मा अंतरण उपस्कर में 5 mm व्यास, 10 cm लंबाई के चिक्कण कंड्यूटों को प्रयोग में लाया गया है। ये कंड्यूट एक प्लेट में अनुदैर्घ्य दिशा में क्षैतिज वेधित हैं जिस पर एकसमान ऊष्मा फ्लक्स रोपित है। प्रत्येक कंड्यूट में वायु 27°C एवं औसत वेग 3·0 m/s से प्रवेश करती है तथा 77°C पर निकलती है। यदि प्लेट में 20 कंड्यूट लगे हैं, तब निम्नलिखित की गणना कीजिए :

(i) प्लेट से कुल अपनीत ऊष्मा दर

(ii) निर्गम कंड्यूट दीवार ताप, और

(iii) प्रत्येक कंड्यूट के निर्गम पर स्थानिक ऊष्मा अंतरण गुणांक।

कंड्यूट की लंबाई में स्थानिक ऊष्मा अंतरण गुणांक के विचलन का रेखाचित्र बनाइये।

संवहन ऊष्मा अंतरण के लिए निम्नलिखित सहसंबंध ज्ञात हैं :

(1) $Nu_d = 4{\cdot}364$, पूर्णत: विकसित स्तरीय प्रवाह के लिए,

(2) $Nu_d = 0{\cdot}023\ Re_d^{0{\cdot}8}\ Pr^{0{\cdot}4}$, विक्षुब्ध प्रवाह के लिए,

(3) $Nu_z = 1{\cdot}3\left[\frac{Re_d\ Pr}{(z/d)}\right]^{1/3}$, developing flow with

$$\left[\frac{Re_d\ Pr}{(z/d)}\right] > 10$$

'z' is the axial location from the inlet along the length of conduit. Properties of air at 52°C : C = 1006 J/kg-K, ρ = 1·1774 kg/m^3, $\nu = 18{\cdot}22 \times 10^{-6}$ m^2/s, K = 0·028 W/m-K, Pr = 0·703. 20

(c) A 0·5 m diameter disc heater is horizontally placed and enclosed concentrically in a hemispherical shaped surface. The surface of the enclosure having an emissivity of 0·7 is maintained at 500 K. The disc heater, having emissivity of 0·8 is maintained at 1200 K. The diameter of the hemisphere is 2 m and the remaining base area enclosed is open to surroundings at 300 K and may be considered as black with reference to radiation exchange. Sketch the schematic and thermal radiation network. Using thermal network method, calculate the heat exchange between heater and hemispherical enclosure and that between heater and surroundings. Neglect convection heat transfer. Assume heater and hemispherical surface are opaque, diffuse and gray. 20

(3) $Nu_z = 1 \cdot 3 \left[\frac{Re_d \, Pr}{(z/d)} \right]^{1/3}$, विकास कर रहे प्रवाह के लिए जिसमें $\left[\frac{Re_d \, Pr}{(z/d)} \right] > 10$ है।

'z' कंड्यूट की लंबाई की दिशा में अक्षीय अवस्थिति है। 52°C पर वायु के गुणधर्म : $C = 1006$ J/kg-K, $\rho = 1 \cdot 1774$ kg/m^3, $\nu = 18 \cdot 22 \times 10^{-6}$ m^2/s, $K = 0 \cdot 028$ W/m-K, $Pr = 0 \cdot 703$. 20

(स) एक 0·5 m व्यास के चक्रिका तापक को एक अर्धगोलीय पृष्ठ के अंदर क्षैतिज रूप से संकेंद्रित रखा गया है। अहाता (एन्क्लोज़र) को जिसकी उत्सर्जकता 0·7 है, 500 K पर बनाए रखा गया है। चक्रिका तापक को जिसकी उत्सर्जकता 0·8 है, 1200 K पर रखा गया है। अर्धगोले का व्यास 2 m है तथा शेष आधार क्षेत्र खुले परिवेश अहाते में 300 K पर है तथा इसको विकिरण विनिमय की दृष्टि से काला माना जा सकता है। इसका योजनाबद्ध तथा ऊष्मीय विकिरण नेटवर्क का चित्र बनाइये। ऊष्मीय नेटवर्क विधि का प्रयोग करते हुए तापक तथा अर्धगोलीय पृष्ठ के मध्य और तापक तथा परिवेश के मध्य ऊष्मा विनिमय ज्ञात कीजिए। संवहन ऊष्मा अंतरण को नगण्य मानिए। यह मान लीजिए कि तापक तथा अर्धगोलीय पृष्ठ अपारदर्शी, विसारी तथा धूसर हैं। 20

4. (a) An open cycle gas turbine takes in air at 300 K and 1 bar and develops a pressure ratio of 20. The turbine inlet temperature is 1650 K. The polytropic efficiency of compressor and turbine each is 90%. The pressure loss in the combustor is 3% and the alternator efficiency is 97%. Take $c_{p_a} = 1 \cdot 005$ kJ/kg-K and $c_{pg} = 1 \cdot 128$ kJ/kg-K for air and gas respectively. The calorific value of fuel is 42 MJ/kg. Work out the following :

(i) Sketch the system and show the process on T-s diagram.

(ii) The overall efficiency.

(iii) The specific power output.

(iv) The fuel to air ratio.

(v) The specific fuel consumption.

(vi) Show in general the variation of gas turbine thermal efficiency with compressor ratio for various turbine inlet temperatures.

(vii) What is the reason that thermal efficiency of gas turbine plant increases with decrease in compressor inlet temperature ? 20

(Contd.)

4. (अ) एक विवृत्त चक्र गैस टरबाइन 300 K तथा 1 bar पर वायु लेती है तथा दाब अनुपात 20 विकसित करती है। टरबाइन का अंतर्गम ताप 1650 K है। संपीडित्र तथा टरबाइन प्रत्येक की पॉलीट्रापिक दक्षता 90% है। दाहक में दाब हानि 3% है तथा प्रत्यावर्तित्र की दक्षता 97% है। c_{p_a} = 1·005 kJ/kg-K और c_{pg} = 1·128 kJ/kg-K क्रमशः वायु तथा गैस के लिए मानिये। ईंधन का ऊष्मीय मान 42 MJ/kg है। निम्नलिखित को पूरा कीजिए :

(i) तंत्र का चित्र बनाइये तथा प्रक्रम को T-s आरेख पर दिखाइये।

(ii) समग्र दक्षता।

(iii) विशिष्ट शक्ति निर्गम।

(iv) ईंधन-वायु अनुपात।

(v) विशिष्ट ईंधन खपत।

(vi) टरबाइन के विभिन्न अंतर्गम तापों के लिए गैस टरबाइन ऊष्मा दक्षता का संपीडित्र अनुपात से सामान्य विचलन को दर्शाइये।

(vii) क्या कारण है कि गैस टरबाइन संयंत्र की ऊष्मा दक्षता में वृद्धि संपीडित्र अंतर्गम ताप में कमी के कारण होती है ? 20

(Contd.)

(b) During a test on a two stroke engine on full load, the following observations were recorded :

Speed = 350 rpm

Net brake load = 590 N

Mean effective pressure = 2·8 bar

Fuel oil consumption = 4·3 kg/h

Cooling water required = 500 kg/h

Rise in cooling water temperature = 25°C

Air used per kg of fuel = 33 kg

Room temperature = 25°C

Exhaust gas temperature = 400°C

Cylinder diameter = 220 mm

Stroke length = 280 mm

Effective brake diameter = 1 m

C.V. of fuel oil = 43900 kJ/kg

Proportion of hydrogen in fuel = 15%

Mean specific heat of exhaust gases = 1·0 kJ/kg-K

Specific heat of steam = 2·09 kJ/kg-K

Calculate the following :

(i) Indicated power

(ii) Brake power

(iii) Draw heat balance sheet on the basis of kJ/min.

20

(ब) दो स्ट्रोक इंजन पर पूर्ण भार (Load) लगाकर परीक्षण के दौरान निम्नलिखित प्रेक्षण अभिलेखित हुए :

चाल = 350 rpm

नेट ब्रेक भार = 590 N

माध्य प्रभावी दाब = 2·8 bar

ईंधन तेल खपत = 4·3 kg/h

आवश्यक शीतन जल = 500 kg/h

शीतन जल की तापवृद्धि = 25°C

प्रति kg ईंधन के लिए प्रयुक्त वायु = 33 kg

कक्ष ताप = 25°C

रेचन गैस ताप = 400°C

सिलिंडर व्यास = 220 mm

स्ट्रोक लंबाई = 280 mm

प्रभावी ब्रेक व्यास = 1 m

ईंधन तेल की सी.वी. = 43900 kJ/kg

ईंधन में हाइड्रोजन समानुपात = 15%

रेचन गैसों की औसत विशिष्ट ऊष्मा = 1·0 kJ/kg-K

भाप की विशिष्ट ऊष्मा = 2·09 kJ/kg-K

निम्नलिखित की गणना कीजिए :

(i) सूचित शक्ति

(ii) ब्रेक शक्ति

(iii) kJ/min के आधार पर ऊष्मा संतुलन पत्र बनाइये।

20

(Contd.)

(c) A cross flow heat exchanger consists of a bundle of 32 straight 0·6 m long tubes in a rectangular duct of cross sectional area of 0·6 m^2. Hot water at 150°C and a mean velocity of 0·5 m/s enters each tube having inner and outer diameters of 10·2 mm and 12·5 mm respectively. Atmospheric air at 10°C enters the heat exchanger with a volumetric flow rate of 1 m^3/s. The mean convective heat transfer coefficient on the outside air flow is 400 W/m^2-K. Assume tube side flow is fully developed and negligible thermal resistance due to tube wall. Heat transfer is only between air and water. Calculate exit temperatures of water and air and the total heat transfer rate. The following properties are known :

For air : at 10°C, ρ = 1·2407 kg/m^3, at 40°C, ρ = 1·1181 kg/m^3, C_p = 1007 J/kg-K. For water : ρ = 922 kg/m^3, C_p = 4297 J/kg-K, K = 0·688 W/m-K, $\mu = 188 \times 10^{-6}$ N-s/m^2, Pr = 1·18. Take cross flow correction factor as 0·8. Heat transfer correlations :

(1) $Nu_d = 4.364$, for fully developed laminar tube flow.

(2) $Nu_d = 0.023\ Re_d^{0.8}\ Pr^{0.3}$, for turbulent flow in tube.

(स) एक प्रति प्रवाह (Cross flow) ऊष्मा विनिमयित्र में 0·6 m लंबी 32 नलिकाओं का बंडल एक 0·6 m^2 अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल के आयताकार वाहिनी में लगा है। 150°C पर तप्त जल 0·5 m/s के औसत वेग से प्रत्येक नलिका में प्रवेश करता है जिसका आंतरिक एवं बाह्य व्यास क्रमश: 10·2 mm तथा 12·5 mm है। वायुमंडलीय वायु 10°C पर आयतनिक प्रवाह दर 1 m^3/s से ऊष्मा विनिमयित्र में प्रवेश करती है। बाहरी वायु प्रवाह पर औसत संवहनी ऊष्मा अंतरण गुणांक 400 W/m^2-K है। मान लीजिए नलिका पार्श्व प्रवाह पूर्णत: विकसित है तथा नलिका दीवार के कारण ऊष्मीय प्रतिरोध नगण्य है। ऊष्मा अंतरण केवल वायु तथा जल के बीच होता है । जल तथा वायु के निर्गम ताप और समग्र ऊष्मा अंतरण दर की गणना कीजिए। निम्नलिखित गुणधर्म ज्ञात हैं :

वायु के लिए 10°C ताप पर, $\rho = 1{\cdot}2407$ kg/m^3, 40°C ताप पर, $\rho = 1{\cdot}1181$ kg/m^3, $C_p = 1007$ J/kg-K. जल के लिए : $\rho = 922$ kg/m^3, $C_p = 4297$ J/kg-K, $K = 0{\cdot}688$ W/m-K, $\mu = 188 \times 10^{-6}$ N-s/m^2, Pr = 1·18. प्रतिप्रवाह संशुद्धि गुणक 0·8 मान लीजिए।

ऊष्मा अंतरण सहसंबंधन :

(1) $Nu_d = 4{\cdot}364$, पूर्ण विकसित स्तरीय नलिका प्रवाह के लिए।

(2) $Nu_d = 0{\cdot}023\ Re_d^{0{\cdot}8}\ Pr^{0{\cdot}3}$, नलिका में विक्षुब्ध प्रवाह के लिए।

 (Contd.)

(3) $\varepsilon = \dfrac{1 - e^{\left\{-C_R[1 - e^{-N}]\right\}}}{C_R}$, minimum fluid mixed and the other unmixed in cross flow exchanger

$\varepsilon = 1 - e^{-\left\{[1 - e^{-(C_R N)}] \cdot \frac{1}{C_R}\right\}}$, minimum fluid unmixed and the other mixed in cross flow exchanger, where

ε : effectiveness, C_R : capacity ratio, N : Number of Transfer Units.

Symbols have the usual meaning. 20

SECTION—B

5. Answer any **THREE** of the following :

(a) Two identical petrol engines having the following specifications are used in vehicles :

Engine 1 : Swept volume = 3300 cc, Normally aspirated, bmep = 9·3 bar, rpm = 4500, Compression ratio = 8·2, Efficiency ratio = 0·5, Mechanical efficiency = 0·9, Mass of the engine = 200 kg.

Engine 2 : Super charged, Swept volume = 3300 cc, bmep = 12·0 bar, rpm = 4500, Compression ratio = 5·5, Efficiency ratio = 0·5, Mechanical efficiency = 0·92, Engine mass = 220 kg.

(3) $\varepsilon = \dfrac{1 - e^{\left\{-C_R[1 - e^{-N}]\right\}}}{C_R}$, न्यूनतम मिश्रित तरल तथा दूसरा प्रतिप्रवाह ऊष्मा विनिमयित्र में अमिश्रित

$\varepsilon = 1 - e^{-\left\{[1 - e^{-(C_R N)}] \cdot \frac{1}{C_R}\right\}}$, न्यूनतम अमिश्रित तरल तथा दूसरा प्रतिप्रवाह ऊष्मा विनिमयित्र में मिश्रित

जहाँ ε : प्रभावशालिता, C_R : धारिता अनुपात, N : अंतरण एककों की संख्या।

संकेतांकों के सामान्य अर्थ हैं। 20

खंड 'ख'

5. निम्नलिखित में से किन्हीं **तीन** के उत्तर दीजिये :

(अ) दो एकसमान पेट्रोल इंजन जो वाहनों में प्रयोग किए जाते हैं, उनके विनिर्देश निम्नलिखित हैं :

इंजन 1 : प्रसर्पित आयतन = 3300 cc, साधारण वायु चूषित, बी.एम.ई.पी. = 9·3 bar, rpm = 4500, संपीडन अनुपात = 8·2, दक्षता अनुपात = 0·5, यांत्रिक दक्षता = 0·9, इंजन का द्रव्यमान = 200 kg.

इंजन 2 : अधिभारित प्रसर्पित आयतन = 3300 cc, बी.एम.ई.पी. = 12·0 bar, rpm = 4500, संपीडन अनुपात = 5·5, दक्षता अनुपात = 0·5, यांत्रिक दक्षता = 0·92, इंजन द्रव्यमान = 220 kg.

If both the engines are supplied with just adequate quantity of petrol for the test run, determine the duration of test run so that the specific mass per kW of brake power is same for both the engines.

Calorific value of petrol = 44000 kJ/kg.

Assume both the engines operate on four stroke cycle.

Also compare two engines and suggest their applications with reasoning. 20

(b) (i) With the help of a sketch discuss the working principle of a high pressure Benson boiler with advantages.

(ii) Discuss the purpose of drum used in boiler and show internal details for mechanism of separation of moisture in drum. 20

(c) (i) Derive the expression for optimum ratio for blade velocity to steam velocity in the case of Parson's reaction steam turbine with the sketch of blade shape of a stage and velocity triangles.

(ii) Give a cylinder layout of a 500 MW steam turbine and explain the reasons of double flow cylinders used. 20

यदि दोनों इंजनों के परीक्षण-काल के लिए सीमित मात्रा में पेट्रोल प्रदान किया गया है, परीक्षण अवधि को ज्ञात कीजिए, जिससे प्रति kW ब्रेक शक्ति के लिए द्रव्यमान दोनों इंजनों में बराबर हो।

पेट्रोल का ऊष्मीय मान = 44000 kJ/kg।

मान लीजिए कि दोनों इंजन चार स्ट्रोक चक्र पर कार्य करते हैं।

दोनों इंजनों की तुलना भी कीजिए तथा कारण स्पष्ट करते हुए इनके अनुप्रयोगों को सुझाइये। 20

(ब) (i) चित्र की सहायता से उच्च दाब बेन्सन बॉयलर के कार्य सिद्धान्त की विवेचना कीजिए तथा उसके लाभ बताइये।

(ii) बॉयलर में ढोल (Drum) प्रयोग करने की क्या आवश्यकता है तथा इसके आंतरिक विवरणों को दिखाइये जिससे ढोल में नमी को पृथक किया जाता है। 20

(स) (i) पार्सन प्रतिक्रिया भाप टरबाइन के लिए ब्लेड वेग तथा भाप वेग के इष्टतम अनुपात का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। एक पद के ब्लेड की आकृति तथा वेग त्रिभुजों के चित्र बनाइये।

(ii) एक 500 MW भाप टरबाइन के सिलिंडर विन्यास को बनाइये तथा उन कारणों की विवेचना कीजिए कि इसमें दोहरे प्रवाह वाले सिलेंडरों का उपयोग क्यों किया जाता है । 20

(d) Comment on the following (Be brief) with the help of schematic diagram, if required

(i) In the reciprocating compressors used in vapour compression system, the mass of refrigerant discharged by the compressor reduces as the pressure ratio is increased.

(ii) Thermostatic expansion valve is preferred over automatic expansion valve as throttling device.

(iii) COP of refrigeration system increases when water cooled condenser is used in place of air cooled condenser.

(iv) Vapour at suction to the hermetically sealed compressor is always superheated vapour.

(v) For low sensible heat factor applications, re-heat is necessary. 20

6. (a) (i) Discuss the requirements of an injection system of a diesel engine.

(ii) With the help of a sketch discuss the working of common rail injection system.

(iii) Show the performance curves of a S.I. engine on constant speed and constant load tests.

20

(द) निम्नलिखित पर अपने विचार व्यक्त कीजिए (संक्षेप में) तथा यदि आवश्यक हो तो योजनाबद्ध रेखाचित्र भी बनाइए :

(i) वाष्प संपीडन तंत्र में प्रयुक्त प्रत्यागामी संपीडित्र द्वारा निस्सरित प्रशीतक का द्रव्यमान, दाब अनुपात के बढ़ने के कारण, कम हो जाता है।

(ii) उपरोधन युक्ति के रूप में ताप स्थैतिक प्रसरण वाल्व को स्वचालित प्रसरण वाल्व की अपेक्षा अधिमान्य पाया जाता है।

(iii) प्रशीतन तंत्र का सी ओ पी, जलशीतित संघनित्र को वायुशीतित संघनित्र के स्थान पर प्रयोग करने से, बढ़ जाता है।

(iv) संमुद्रित संपीडित्र के चूषण पर वाष्प सदैव अतितप्त होती है।

(v) निम्न संवेदी ऊष्मा गुणक वाले अनुप्रयोगों में पुनस्तापन आवश्यक होता है। 20

6. (अ) (i) डीज़ल इंजनों के अंत:क्षेपण तंत्र की आवश्यकताओं की विवेचना कीजिए।

(ii) एक चित्र बनाकर साधारण रेल अंत:क्षेपण तंत्र की विवेचना कीजिए।

(iii) एस.आई. इंजन के लिए स्थिर चाल तथा स्थिर लोड परीक्षणों के लिए निष्पादन वक्रों को दिखाइये। 20

(Contd.)

(b) A saturated vapour compression refrigeration system is extracting heat from a thermal reservoir at –10°C and rejecting heat to another thermal reservoir at 36°C. The saturation temperature of evaporator is –20°C and that of condenser is 46°C. The mass flow rate of refrigerant (R—134 a) is 0·1 kg/s. Assume environment temperature equal to 36°C. Find :

(i) Refrigerating capacity in Tons

(ii) Power input in kW

(iii) COP

(iv) COP of Carnot refrigeration cycle

(v) Second law efficiency of the cycle.

Compare with the help of T-s diagram, the vapour compression cycle and Carnot refrigeration cycle and show the deviation between the two cycles by shaded areas.

Properties of refrigerant (Saturated)

Temp (°C)	Saturation Pressure (MPa)	Enthalpy (kJ/kg) Sat liquid h_f	Sat vapour h_g	Entropy (kJ/kg-K) Sat liquid s_f	Sat vapour s_g
–20	0·13273	173·64	386·55	0·9002	1·7413
–10	0·20060	186·70	392·66	0·9506	1·7334
36	0·91185	250·48	417·65	1·1717	1·7124
46	1·1903	265·47	421·92	1·2186	1·7089

(Contd.)

(ब) एक संतृप्त वाष्प संपीडन प्रशीतन तंत्र एक –10°C के ऊष्माशय से ऊष्मा निष्कर्ष करता है और ऊष्मा का परित्याग एक अन्य ऊष्माशय को 36°C पर करता है। वाष्पित्र का संतृप्तन ताप –20°C तथा संघनित्र का 46°C है। प्रशीतक (R—134 a) का द्रव्यमान प्रवाह दर 0·1 kg/s है। परिवेश का ताप 36°C मान लीजिए।

ज्ञात कीजिए :

(i) प्रशीतन क्षमता Ton में

(ii) निवेश शक्ति kW में

(iii) सी ओ पी

(iv) कार्नो प्रशीतन चक्र का सी ओ पी

(v) चक्र का द्वितीय नियम दक्षता।

T-s आरेख की सहायता से वाष्प संपीडन चक्र तथा कार्नो प्रशीतन चक्र की तुलना कीजिए तथा दोनों चक्रों में विचलन को छायांकित क्षेत्र से दिखाइये।

प्रशीतक के गुणधर्म (संतृप्त)

ताप (°C)	संतृप्त दाब (MPa)	एन्थैल्पी (kJ/kg) संतृप्त द्रव h_f	संतृप्त वाष्प h_g	एन्ट्रॉपी (kJ/kg-K) संतृप्त द्रव s_f	संतृप्त वाष्प s_g
–20	0·13273	173·64	386·55	0·9002	1·7413
–10	0·20060	186·70	392·66	0·9506	1·7334
36	0·91185	250·48	417·65	1·1717	1·7124
46	1·1903	265·47	421·92	1·2186	1·7089

Super heated

Pressure (MPa)	h_g (kJ/kg)	s_g (kJ/kg-K)
1	428·91	1·7413
1·2	436·12	1·7413

20

(c) (i) Derive the following expression for the critical pressure ratio (r_c) in a steam nozzle where steam enters with initial velocity and the flow is accompanied with friction :

$$r_c = \left[\frac{z}{n'+1}\right]^{n'/(n'-1)} \left[1+\frac{C_1^2}{2\eta n' p_1 v_1}\right]$$

where :

C_1 = initial steam velocity

p_1 = initial steam pressure

η = small stage expansion efficiency $\approx \eta_n$

n' = actual exponent of expansion

v_1 = initial steam specific volume.

(ii) Show the effect of variation of back pressure on distribution of pressure and velocity all along in a convergent-divergent nozzle. 20

(Contd.)

प्रशीतक के गुणधर्म (अतितप्त)

दाब (MPa)	h_g (kJ/kg)	s_g (kJ/kg-K)
1	428·91	1·7413
1·2	436·12	1·7413

20

(स) (i) एक भाप तुंड के क्रान्तिक दाब अनुपात (r_c) के लिए निम्नलिखित व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिए जहाँ भाप आरंभिक वेग से प्रवेश करती है तथा प्रवाह घर्षण युक्त है :

$$r_c = \left[\frac{z}{n'+1}\right]^{n'/(n'-1)} \left[1 + \frac{C_1^2}{2\eta n' p_1 v_1}\right]$$

जहाँ :

C_1 = आरंभिक भाप वेग

p_1 = आरंभिक भाप दाब

η = लघु पद प्रसार दक्षता $\approx \eta_n$

n' = प्रसार का वास्तविक घातांक

v_1 = आरंभिक भाप विशिष्ट आयतन ।

(ii) एक अभिसारी-अपसारी तुंड में संपूर्ण प्रवाह दिशा में पश्च दाब के विचलन का प्रभाव दाब एवं वेग आबंटन पर दिखाइये । 20

(Contd.)

7. (a) In a steam power plant, the steam generator generates steam at the rate of 120 t/h at a pressure of 100 bar and temperature of 500°C. The calorific value of fuel used by steam generator is 41 MJ/kg with an overall efficiency of 85%. In order to have efficient combustion, 17 kg of air per kg of fuel is used for which a draught of 25 mm of water gauge is required at the base of stack. The flue gases leave the steam generator at 240°C. The average temperature of gases in the stack may be taken as 200°C and the atmospheric temperature is 30°C. Work out the following :

(i) The height of stack required.

(ii) The diameter of stack at its base.

(iii) Draw the draught distribution considering balanced draught system in a steam generator and mention the advantages of balanced draught.

Take the following steam properties for solution :

$h = 3375$ kJ/kg, $h_f = 632{\cdot}2$ kJ/kg. 20

(b) Draw a neat sketch of aqua-ammonia vapour absorption system. On this sketch :

(i) Indicate thermodynamic state points with (1) at the inlet of pump.

7. (अ) एक भाप शक्ति संयंत्र में भाप जनित्र 120 t/h की दर से 100 bar दाब और 500°C ताप भाप उत्पन्न करता है। जनित्र द्वारा प्रयुक्त ईंधन का ऊष्मीय मान 41 MJ/kg है तथा संयंत्र की समग्र दक्षता 85% है। दक्ष दहन प्राप्त करने के लिए 17 kg वायु प्रति kg ईंधन के लिए प्रयुक्त होती है जिसके लिए स्टैक के आधार पर 25 mm जल गेज प्रवात की आवश्यकता होती है। भाप जनित्र से फ्लू गैसें 240°C पर बाहर निकलती हैं। गैसों का स्टैक में औसत ताप 200°C लिया जा सकता है तथा वायुमंडलीय ताप 30°C है। निम्नलिखित को पूरा कीजिए :

(i) स्टैक की आवश्यक ऊंचाई।

(ii) स्टैक का आधार पर व्यास।

(iii) भाप जनित्र में संतुलित प्रवात तंत्र की संकल्पना करते हुए उसमें प्रवात वितरण (बंटन) को खींचिए तथा संतुलित प्रवात के लाभ का उल्लेख कीजिए।

हल के लिए निम्नलिखित भाप गुणधर्मों का प्रयोग कीजिए :

$h = 3375$ kJ/kg, $h_f = 632{\cdot}2$ kJ/kg. 20

(ब) एक अमोनिया-जल वाष्प अवशोषण तंत्र का स्वच्छ रेखाचित्र बनाइये। इस चित्र पर :

(i) पंप के अंतर्गम पर ऊष्मागति अवस्था बिन्दुओं को (1) से दिखाइये।

(Contd.)

(ii) Show the direction of the following energy transfers to various components :

e_A — energy transfer to absorber

e_p — energy transfer to pump

e_g — energy transfer to generator

e_D — energy transfer to dephlegmator

e_c — energy transfer to condenser

e_e — energy transfer to evaporator.

(iii) Mention for each of the energy transfers in (ii) above whether it is in the form of work or heat.

(iv) With heat sink temperature of 27°C, heat source temperature of 127°C and refrigeration temperature of −13°C, find max COP of the vapour absorption system and mention the assumptions made. 20

(c) (i) With the help of a neat sketch show a steam/gas combined cycle with two pressures heat recovery steam generator (HRSG).

(ii) Show the processes of topping and bottoming cycle on one T-s diagram and also show T-Q diagram for process in HRSG.

(iii) Discuss the advantages of combined cycles.

20

(Contd.)

(ii) निम्नलिखित ऊर्जा-अंतरण की दिशाओं को विभिन्न घटकों के लिए दिखाइये :

e_A — अवशोषक को ऊर्जा अंतरण

e_p — पंप को ऊर्जा अंतरण

e_g — जनित्र को ऊर्जा अंतरण

e_D — डिफ्लेगमेटर को ऊर्जा अंतरण

e_c — संघनित्र को ऊर्जा अंतरण

e_e — वाष्पित्र को ऊर्जा अंतरण ।

(iii) ऊपर (ii) में प्रत्येक ऊर्जा अंतरण के लिए बताइये कि यह कार्य के रूप में है या ऊष्मा के ।

(iv) ऊष्मा अभिगम ताप 27°C, ऊष्मा स्रोत ताप 127°C तथा प्रशीतन ताप –13°C मानते हुए 'वाष्प अवशोषण तंत्र का अधिकतम सी ओ पी ज्ञात कीजिए तथा की गई संकल्पनाओं का उल्लेख कीजिए। 20

(स) (i) एक स्वच्छ चित्र की सहायता से किसी भाप/गैस संयुक्त चक्र को दिखाइये जिसमें दो दाब ऊष्मा पुनर्प्राप्ति भाप जनित्र (एच आर एस जी) प्रयुक्त होते हैं।

(ii) उच्चस्तरीय (टॉपिंग) तथा अधिस्तलन (बॉटमिंग) चक्र के प्रक्रमों को एक T-s आरेख पर दिखाइये तथा एच आर एस जी में प्रक्रम को T-Q आरेख पर दिखाइये।

(iii) संयुक्त चक्रों के लाभ की विवेचना कीजिए। 20

8. (a) (i) Discuss the objectives of supercharging and show the process on p-v diagram.

(ii) Give sketches of two common type of supercharging and turbocharging configurations.

(iii) Discuss parameters affecting engine heat transfer. 20

(b) (i) Give a practical feed heating arrangement of a 660 MW steam power plant by showing steam and feed flow paths. Mention its special features.

(ii) In low pressure steam turbine, steam is wet. With the help of velocity diagrams show the direction of flow of steam and water particles on moving blades and guide vanes so that the causes of erosion of blades get established. 20

(c) Illustrate the following processes on psychrometric chart with initial state of moist air as dry bulb temperature equal to 20°C and relative humidity of 50% :

(i) Cooling and humidification

(ii) Heating and humidification

(iii) Humidification at constant dry bulb temperature.

Mention one application each for above humidification processes.

8. (अ) (i) अतिभरण के उद्देश्यों की व्याख्या कीजिए तथा इस प्रक्रम को p-v आरेख पर दिखाइये।

(ii) दो सामान्य प्ररूप के अतिभरण तथा टर्बोअतिभरण के विन्यासों के रेखाचित्र बनाइये।

(iii) इंजन ऊष्मा अंतरण को प्रभावित करने वाले प्राचलों की व्याख्या कीजिए। 20

(ब) (i) एक 660 MW भाप शक्ति संयंत्र के लिए व्यावहारिक प्रभरण तापन व्यवस्था को, भाप तथा प्रभरण प्रवाह के पथों को दिखाते हुए, बताइये। इसके विशिष्ट लक्षणों का उल्लेख कीजिए।

(ii) निम्न दाब भाप टरबाइन में भाप आर्द्र होती है। वेग आरेख की सहायता से गतिमान ब्लेडों तथा निर्देशक वेनों में भाप एवं जलकणों के प्रवाह की दिशाओं को दिखाइये जिससे ब्लेड में अपरदन के कारणों को स्पष्ट किया जा सके। 20

(स) निम्नलिखित प्रक्रमों को साइक्रोमीटरी चार्ट पर दिखाइये जिसमें नम वायु की आरंभिक अवस्था शुष्क बल्ब ताप 20°C तथा आपेक्षिक आर्द्रता 50% है :

(i) शीतन तथा आर्द्रण

(ii) तापन तथा आर्द्रण

(iii) स्थिर शुष्क बल्ब ताप पर आर्द्रण।

उपर्युक्त प्रत्येक आर्द्रण प्रक्रमों के एक उदाहरण का उल्लेख कीजिए।

(Contd.)

If the moist air leaves the system for the case (iii) above, at 90% relative humidity, determine per unit mass of dry air :

(i) increase in humidity ratio, ΔW

(ii) increase in enthalpy, Δh

(iii) increase in dry bulb temperature, Δt

(iv) Determine Sensible Heat Factor (SHF) for this process. 20

यदि उपर्युक्त स्थिति (iii) के लिए नम वायु 90% आपेक्षिक आर्द्रता पर तंत्र से निकलती है, तब शुष्क वायु के प्रति एकक द्रव्यमान के लिए ज्ञात कीजिए :

(i) आर्द्रता अनुपात में वृद्धि, ΔW

(ii) ऐन्थैल्पी में वृद्धि, Δh

(iii) शुष्क बल्ब ताप में वृद्धि, Δt

(iv) इस प्रक्रम के लिए संवेद्य ऊष्मा गुणक (एस एच एफ) ज्ञात कीजिए। 20

Serial No. | C-DTN–K–NFB

यांत्रिक इन्जीनियरी

प्रश्न-पत्र—II

समय : तीन घण्टे | पूर्णांक : 300

अनुदेश

प्रत्येक प्रश्न हिन्दी और अंग्रेजी दोनों में छपा है।

प्रश्नों के उत्तर उसी माध्यम में लिखे जाने चाहिए जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख उत्तर-पुस्तक के मुख-पृष्ठ पर अंकित निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्रवेश-पत्र पर उल्लिखित माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

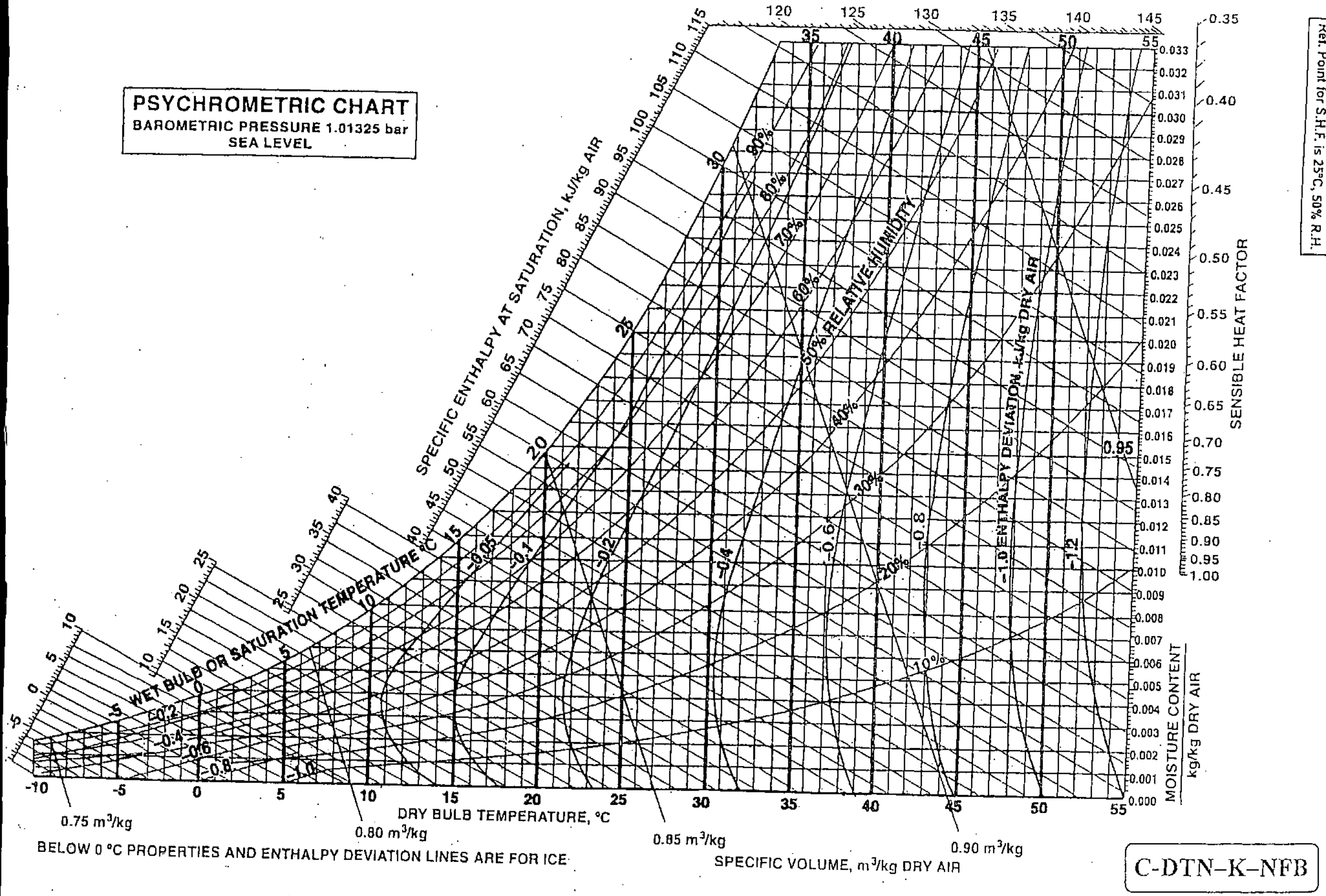
*प्रश्न संख्या **1** और **5** अनिवार्य हैं। बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम **एक** प्रश्न चुनकर किन्हीं **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।*

प्रत्येक प्रश्न के लिए नियत अंक प्रश्न के अन्त में दिये गए हैं।

*यदि कुछ आँकड़े अपर्याप्त प्रतीत हों, तो उचित मान स्वयं स्थापित कर लीजिए। **आर्द्रतामितीय चार्ट (Psychrometric chart) इस प्रश्न-पत्र के साथ संलग्न है।***

जहाँ निर्देशांक आरेख/ग्राफ खींचे जाने हैं, ये केवल उत्तर-पुस्तिका पर आलेखित कीजिए, पृथक् ग्राफ पेपर पर नहीं।

Note : *English version of the Instructions is printed on the front cover of this question paper.*


PSYCHROMETRIC CHART
BAROMETRIC PRESSURE 1.01325 bar
SEA LEVEL
SPECIFIC ENTHALPY AT SATURATION, kJ/kg AIR
WET BULB OR SATURATION TEMPERATURE °C
50% RELATIVE HUMIDITY
-1.0 ENTHALPY DEVIATION, kJ/kg DRY AIR
DRY BULB TEMPERATURE, °C
0.75 m³/kg
0.80 m³/kg
0.85 m³/kg
0.90 m³/kg
SPECIFIC VOLUME, m³/kg DRY AIR
BELOW 0 °C PROPERTIES AND ENTHALPY DEVIATION LINES ARE FOR ICE
MOISTURE CONTENT
kg/kg DRY AIR
SENSIBLE HEAT FACTOR
Ref. Point for S.H.F. is 25°C, 50% R.H.
C-DTN-K-NFB