Downloaded From: http://iasexamportal.com

C–AVZ–O–NFDB

यांत्रिक इंजीनियरी

CS (M[illegible]15

प्रश्न-पत्र—II

MECHANICAL ENGINEERING

Paper—II

निर्धारित समय : तीन घंटे *Time Allowed : Three Hours*	अधिकतम अंक : 250 *Maximum Marks : 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 मुख-पृष्ठ 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 दीजिये।

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 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 carry 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.

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

खण्ड—अ

SECTION—A

Q. 1(a) एक आदर्श गैस टरबाईन संयंत्र में अधिकतम निवल कार्य के लिए अनुकूलतम दाब अनुपात निकालिये। T-s चित्र की सहायता से यह दर्शायें कि अनुकूलतम दाब अनुपात होता भी है।

Derive the optimum pressure ratio of an ideal gas turbine plant for maximum network. Also, show with the help of T-s diagram that, an optimum pressure ratio exists. 10

Q. 1(b) एक आदर्श गैस का एक विमीय प्रवाह मानिये। यह दर्शाने के लिए कि नोजल का प्रकार पराध्वनिक प्रवाह के लिए अपसारी अनुप्रस्थ का है, एक व्यंजक ज्ञात कीजिये।

Consider one-dimensional isentropic flow of a perfect gas. Derive an appropriate expression to show that the shape of the nozzle for supersonic flow is divergent in cross-section. 10

Q. 1(c) एक छोटा गोला (बाह्य व्यास 60 मि.मी.) जिसकी सतह का तापक्रम 300°C है को एक बड़े गोला (आन्तरिक व्यास 360 मि.मी.) में उसके ज्यामिति केन्द्र, जिसकी आन्तरिक सतह का तापमान 15°C में रखा जाता है। ज्ञात कीजिए कि बड़े गोले की अन्दर की सतह से छोटे गोले की बाहरी सतह पर कितना उत्सर्जन आपतित होगा। मानिए दोनों पिंडों का बर्ताव कृष्णिका का सा है। दोनों गोलों के बीच कितनी निवल उष्मा का विनिमय होगा।

A small sphere (of outside diameter = 60 mm) with a surface temperature of 300°C is located at the geometric centre of a large sphere (of inside diameter = 360 mm) with an inner surface temperature of 15°C. Calculate how much of emission from the inner surface of the large sphere is incident upon the outer surface of the small sphere. Assume that both bodies approach black body behaviour. What is the net interchange of heat between the two spheres ? 10

Q. 1(d) एक सतही कन्डेसर के कवच (Shell) में भाप वायुमंडलीय दाब पर प्रवेश करती है, जिसमें नलियों के बंडल में पानी 0.05 kg/s का दर से प्रवाह करता है। नली का आन्तरिक व्यास 25 mm है। आन्तरिक व्यास पर आधारित समग्र उष्मा अंतरण गुणांक (U_i) 230 W/m^2°C है। जल का प्रवेश एवं बहिर्गम पर तापमान क्रमश: 15°C एवं 70°C है। भाप का संघनन (Condensation) नली की बाह्य सतह पर होता है।

निम्नलिखित का परिकलन कीजिये :

(i) उष्मा विनिमयित्र की प्रभावशीलता NTU में

(ii) प्रत्येक नली की लम्बाई

(iii) भाप के संघनन की दर

पानी की $C_p = 4.18 \frac{kJ}{kg°C}$; $h_{fg} = 2257 \frac{kJ}{kg}$ (संघनन की गुप्त उष्मा) मानिये।

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Steam at atmospheric pressure enters the shell of a surface condenser, in which the water flows through a tube bundle, at the rate of 0.05 kg/s. The inner diameter of the tube is 25 mm. The overall heat transfer coefficient, (U_i) based on the inner diameter is $230 W/m^2 °C$. The inlet and outlet temperatures of water are 15°C and 70°C, respectively. The condensation of steam takes place on the outside surface of the tubes.

Calculate the following :

(i) The effectiveness of the heat exchanger and NTU.

(ii) Length of each tube.

(iii) The rate of steam condensation.

Assume C_p of water $= 4.18 \frac{kJ}{kg°C}$; $h_{fg} = 2257 \frac{kJ}{kg}$ (latent heat of condensation). 10

Q. 1(e) एक रुद्धोष्म बर्नर में प्रोपेन गैस (C_3H_8) 100% अधिक हवा के साथ जलाई जाती है। ईंधन एवं हवा, दोनों बर्नर में 25°C एवं 1 bar पर प्रवेश करती है। ज्वाला द्वारा प्राप्त अधिकतम तापमान ज्ञात कीजिये। उत्पादित गैसों की मोलीय ऊष्मा क्षमताएं निम्नलिखित हैं :

$C_p^\circ(CO_2) = 19.8 + 7.344 \times 10^{-2}\ T$

$C_p^\circ(H_2O) = 32.24 + 1.924 \times 10^{-3}\ T$

$C_p^\circ(O_2) = 28.11 - 3.68 \times 10^{-6}\ T$

$C_p^\circ(N_2) = 31.15 - 1.357 \times 10^{-2}\ T$

यहाँ C_p° J/mol K में एवं T K में है। इस प्रक्रिया की मानक ऊष्मा $\Delta H^\circ_{298} = -2045.5$ kJ मानिये।

Propane (C_3H_8) is burned with 100% excess air in an adiabatic burner. Both the fuel and air enter the burner at 25°C and 1 bar. Estimate the maximum temperature that can be attained in the flame. The molar heat capacities of the product gases are as follows :

$C_p^\circ(CO_2) = 19.8 + 7.344 \times 10^{-2}\ T$

$C_p^\circ(H_2O) = 32.24 + 1.924 \times 10^{-3}\ T$

$C_p^\circ(O_2) = 28.11 - 3.68 \times 10^{-6}\ T$

$C_p^\circ(N_2) = 31.15 - 1.357 \times 10^{-2}\ T$

Here C_p° is in J/mol. K and T is in K. Assume standard heat of this reaction as $\Delta H^\circ_{298} = -2045.5$ kJ. 10

Q. 2(a) गतिज ऊर्जा संशुद्धि गुणांक से आप क्या समझते हैं, बताइये। गोल नली में स्तरीय प्रवाह के लिए गतिज ऊर्जा सुधार गुणांक 2 है, बताइये। आगे बताइये, यदि प्रवाह विक्षुब्ध माना जाय तो गतिज ऊर्जा संशुद्धि गुणांक का क्या होगा ?

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Explain what do you mean by kinetic energy correction factor. Show that the kinetic energy correction factor for laminar flow through a circular pipe is 2. Further, explain what will happen to the kinetic energy correction factor when the flow is considered to be turbulent. 20

Q. 2(b) एक समतल दीवार जो 90 mm मोटी है (k = 0.18 W/m°C), की एक सतह ऊष्मा रोधित है, दूसरी सतह को 80° से पर्यावरण को उच्छादित किया गया है। दीवार में ऊष्मा उत्पादन 1.3×10^5 W/m^3 है। यदि दीवार और पर्यावरण के बीच संवहनी ऊष्मा अंतरण गुणांक (h) 520 W/m^2°C हो तो दीवार में अधिकतम तापमान ज्ञात कीजिये। स्थायी दशा, एक-विमीय ऊष्मा चालन के साथ ऊष्मा अंतरण समीकरण से प्रारम्भ करते हुए, जो सूत्र उपयोग में लें, उसे व्युत्पत्ति कीजिये।

A plane wall 90 mm thick (k = 0.18 W/m°C) is insulated on one side while the other side is exposed to environment at 80°C. The rate of heat generation within the wall is 1.3×10^5 W/m^3. If the convective heat transfer coefficient between the wall and the environment, (h) is 520 W/m^2°C, determine the maximum temperature in the wall. Derive the expression used, starting from the steady state one-dimensional heat conduction with heat generation equation. 20

Q. 2(c) दर्शाइए कि प्रतिक्रम्यता रुद्धोष्म प्रक्रम का ढलान को, ताप-दाब चित्र में, यदि C_p से गुणा किया जाये, तो $Tv\beta$ के द्वारा दत्त होगा, दिखाइये।

Show that the slope of a reversible adiabatic process on a temperature versus pressure diagram, when multiplied by C_p is given by $Tv\beta$. 10

Q. 3(a) एक अपकेन्द्री सम्पीडिक 16000 rpm पर चल रहा है, 17°C ताप पर वायु अन्दर लेकर उसे दाब अनुपात 4:1 पर समएन्ट्रोपी दक्षता 82% के साथ सम्पीडित्र करता है। ब्लेड त्रिज्यात्मक झुकी है एवं स्लिप गुणांक 0.85 है। प्रवेश पर निर्देशक फलक पूर्व भंवर 20° कोण पर हवा को अक्षीय दिशा देती है। इम्पेलर आँख का माध्य व्यास 200 mm एवं हवा की प्रवेश पर परम गति 120 m/s है। इम्पेलर टिप का व्यास ज्ञात कीजिये। $C_p = 1.005\frac{kg}{kg\,K}$; $\gamma = 1.4$ लीजिये। वेग त्रिकोणों का चित्र प्रवेश एवं निर्गम पर बनाइये।

A centrifugal compressor running at 16,000 rpm takes in air at 17°C and compresses it through a pressure ratio of 4:1 with an isentropic efficiency of 82%. The blades are radially inclined and the slip factor is 0.85. Guide vanes at inlet give the air an angle of pre-whirl of 20° to the axial direction. The mean diameter of the impeller eye is 200 mm and the absolute air velocity at inlet is 120 m/s. Calculate the impeller tip diameter. Take $C_p = 1.005\frac{kg}{kg\,K}$; $\gamma = 1.4$. Also draw the velocity triangles at inlet and impeller exit. 20

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Q. 3(b) एक नौ (9) सिलेंडर, 4-स्ट्रोक पेट्रोल इंजन 14.5 cm व्यास एवं 18 cm स्ट्रोक का सम्पीडित्र अनुपात 7:1 है और वह 15% कमजोर मिश्रण पर 2000 rpm पर चलते हुए 350 kW उत्पादित करता है। काम में लिये जाने वाले ईंधन का ऊष्मा मान 47 MJ/kg है, जिसने 85.2% C और 14.8% H_2 है। आयतनी दक्षता 15°C एवं 1 bar पर 76% और यांत्रिक दक्षता 90% मानते हुए, इंजन की सूचित तापीय दक्षता ज्ञात कीजिये। R = 287 J/kg-K दिया गया है।

A nine (9)-cylinder, 4-stroke petrol engine of bore 14.5 cm and stroke 18 cm, has a compression ratio of 7:1 and develops 350 kW at 2000 rpm when running on a mixture of 15% weak. The fuel used has a heating value of 47 MJ/kg and contains 85.2% C and 14.8 H_2. Assuming a volumetric efficiency of 76% at 15°C and 1 bar and mechanical efficiency of 90%, calculate the indicated thermal efficiency of the engine. Given, R = 287 J/kg-K. 20

Q. 3(c) 3 m ऊँचाई के एक बायलर की भट्टी शंकु के फलक्रम की आकृति में बनाई गई है जिसके पेंदे का व्यास 5 m (d_1) एवं शिखर का व्यास 6 m (d_2) हैं। दोनों सतहों की उत्सर्जकता 0.9 है। पेंदे की सतह 1000°C एवं शिखर की सतह 500°C पर है। झुकी हुई सतह को उच्चतापसह की सतह मानते हुए, ज्ञात कीजिये (i) पेंदे से शिखर सतह की ऊष्मा अंतरण (ii) झुके हुए पृष्ठ का तापमान विकिरण। आकृति गुणांक $F_{1-2} = 0.4$.

A boiler furnace of 3 m height is made in the shape of a frustum of a cone with the bottom diameter 5 m (d_1) and top diameter 6 m (d_2). The emissivity of both the surfaces is 0.9. The bottom surface is at 1000°C and the top surface is at 500°C. Considering the inclined surface is refractory surface, find (i) the radiation heat transfer from the bottom to top surface and (ii) the inclined surface temperature. Radiation Shape Factor $F_{1-2} = 0.4$. 10

Q. 4(a) एक 2-स्ट्रोक मोटर साईकल पेट्रोल इंजन सिलेण्डर की बाहरी सतह पर 15 पंख बने हैं। प्रत्येक पंख का बाहरी एवं आंतरिक व्यास क्रमश: 200 mm एवं 100 mm है, पंख की सतह का औसत तापमान 475°C एवं वायुमण्डलीय हवा का तापमान 25°C, पंख से ऊष्मा अंतरण दर, निम्नलिखित के लिए परिकलन कीजिये :

(i) जब मोटर साईकल स्थिर हो

(ii) जब मोटर साईकल 60 kmph गति से चल रही हो।

आदर्शतया पंख को उसी क्षेत्रफल की एक एकल क्षैतिज प्लेट मान सकते हैं, और सार्थक लम्बाई $L = 0.9\, d_o$ ले सकते है, जहाँ d_o पंख का बाहरी व्यास है। d_o को 200 mm मान लें। हवा के गुणधर्म निम्नलिखित मान सकते हैं :

$k = 4.266 \times 10^{-2}$ W/m°C; $\nu = 40.61 \times 10^{-6}$ m²/s; Pr = 0.677

विक्षुब्ध प्रवाह के लिए (प्रणोदित संवहन) : $Nu = 0.036\,(Re)^{0.8}\,(Pr)^{0.33}$

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

प्राकृतिक संवहन के लिए :

$Nu = 0.54\ (Gr.\ Pr)^{1/4}$ यदि $(Gr.\ Pr) < 10^9$

$Nu = 0.10\ (Gr.\ Pr)^{0.33}$ यदि $(Gr.\ Pr) > 10^9$.

A 2-stroke motor cycle petrol engine cylinder consists of 15 fins on its outer surface. If the outside and inside diameters of each fin are 200 mm and 100 mm respectively, the average fin surface temperature is 475°C and the atmospheric air temperature is 25°C, calculate the heat transfer rate from the fins for the following cases :

(i) when the motor cycle is stationary;

(ii) when the motor cycle is running at a speed of 60 kmph.

The fin may be idealized as a single horizontal plate of the same area, and the significant length may be taken as $L = 0.9\ d_o$, where d_o is the outer diameter of the fin. Assume d_o as 200 mm.

The properties of air may be taken as follows :

$k = 4.266 \times 10^{-2}$ W/m°C; $\nu = 40.61 \times 10^{-6}$ m²/s; Pr = 0.677

For turbulent flow (forced convection) : $Nu = 0.036\ (Re)^{0.8}\ (Pr)^{0.33}$

For natural convection :

$Nu = 0.54\ (Gr.\ Pr)^{1/4}$ if $(Gr.\ Pr) < 10^9$

$Nu = 0.10\ (Gr.\ Pr)^{0.33}$ if $(Gr.\ Pr) > 10^9$. 20

Q. 4(b) एक गैस टरबाइन जो वास्तविक सरल ब्रेटन चक्र (Brayton cycle) पर कार्य करता है, अधिकतम निर्गत के लिए अभिकल्प किया गया है। यदि अधिकतम एवं न्यूनतम तापमान, सम्पिडक एवं टरबाइन की दक्षता नियत है, अनुकूलतम वास्तविक दाब अनुपात के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिये। यदि अधिकतम एवं न्यूनतम ताप का अनुपात 3 एवं $\gamma = 2$ हो तो टरबाइन के अनुकूलतम दाब का अनुपात क्या होगा ? टरबाइन और सम्पिडक की दक्षता क्रमशः 0.9 एवं 0.8 है।

A gas turbine operating on actual simple Brayton cycle is to be designed for maximum output. If the maximum and minimum temperatures of the cycle, the efficiencies of compressor and turbine are fixed, derive the expression for optimum actual pressure ratio. What will be the value of optimum pressure ratio for turbine, if the ratio of maximum and minimum temperature is 3 and $\gamma = 2$?

Take efficiencies of turbine and compressor as 0.9 and 0.8 respectively. 20

Q. 4(c) समझाइए कि एस.आई. इंजनों के लिए, उच्चतम उपयोगी सम्पिडित्र अनुपात (HUCR) से आप क्या समझते हैं और इसका महत्व भी बताइये।

Explain what do you mean by Highest Useful Compression Ratio (HUCR) for S.I. engines and also state its importance. 10

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

खण्ड—ब

SECTION—B

Q. 5(a) स्वचलित प्रसार वाल्व की तुलना में ताप स्थापीय वाल्व की उपयुक्तता को तर्क देकर उचित ठहराइये।

Justify the suitability of thermostatic expansion valve in comparison to automatic expansion valve. 10

Q. 5(b) आई.सी. इंजन में रफ्तार की सीमा के साथ, वायु आवेश, वायु उपभोग, बलआघूर्ण एवं यांत्रिक दक्षता कैसे परिवर्तित होती है, साफ चित्र के साथ समझाइये।

Explain with a neat sketch, how air charge, air consumption, torque and mechanical efficiency vary with the range of speed in I.C. engines. 10

Q. 5(c) (i) एक भाप शक्ति संयंत्र रेन्को चक्र पर स्थिर भाप तापक्रम पर कार्य करता है। सम्पिडक दाब 25, 50 एवं 75 mm पारा (Hg) एवं भाप प्रवेश दाब 20 से 160 bar तक परिवर्तित होता है। निष्पादन वक्र के साथ कारण सहित समझाइये तापीय दक्षता कैसे परिवर्तित होगी।

A steam power plant, working on Rankine cycle has constant steam temperature. The condenser pressures are 25, 50 and 75 mm of Hg and inlet steam pressure varies from 20 to 160 bar. Explain with the help of performance curve and reason how the thermal efficiency will vary.

(ii) नोजल की दक्षता को कौन-कौन से कारक प्रभावित करते हैं ?

Which are the factors effecting Nozzle efficiency ? 6+4

Q. 5(d) एक गोल वाहिनी में, जो अनुप्रस्थकाट में अचानक सिकुड़ जाती है, हवा प्रवाहित होती है। प्रवाह का चित्र बनाइये और उस पर उन बिन्दुओं को दर्शाइये जहां विक्षुब्ध प्रवाह होगा और गतिज ह्रास गुणांक की परिकलन कीजिये। संकुचन गुणांक 0.62 मान लें।

Air flows in a circular duct which suddenly contracts in the cross sectional area. Draw the flow sketch and locate the points on the sketch where turbulent flow will occur and calculate the dynamic loss co-efficient. Take the co-efficient of contraction as 0.62. 10

Q. 5(e) ओरसेट उपकरण (Orsat Apparatus) क्या है ? ओरसेट उपकरण का साफ चित्र बनाइये ओर उसकी कार्यप्रणाली की व्याख्या कीजिये।

What is an Orsat apparatus ? Draw a neat diagram of Orsat apparatus and explain its functioning. 10

Q. 6(a) एक अपरिवर्ती शुष्कक को वायुमंडलीय हवा 30°C और 101.325 kPa, 40% आपेक्षिक आर्द्रता पर प्रथम स्थिर दबाव पर 110°C तापक्रम तक गर्म किया जाता है। इसके पश्चात् गर्म हवा शुष्कक में रखे सुखाने वाले पदार्थ पर प्रवाहित की जाती है और हवा शुष्कक 70°C तापमान पर 0.5 आपेक्षिक आर्द्रता पर निर्गम करती है। पदार्थ से 60 kg/min आर्द्रता (Moisture) हटाई जानी है, आवश्यक शुष्क हवा की

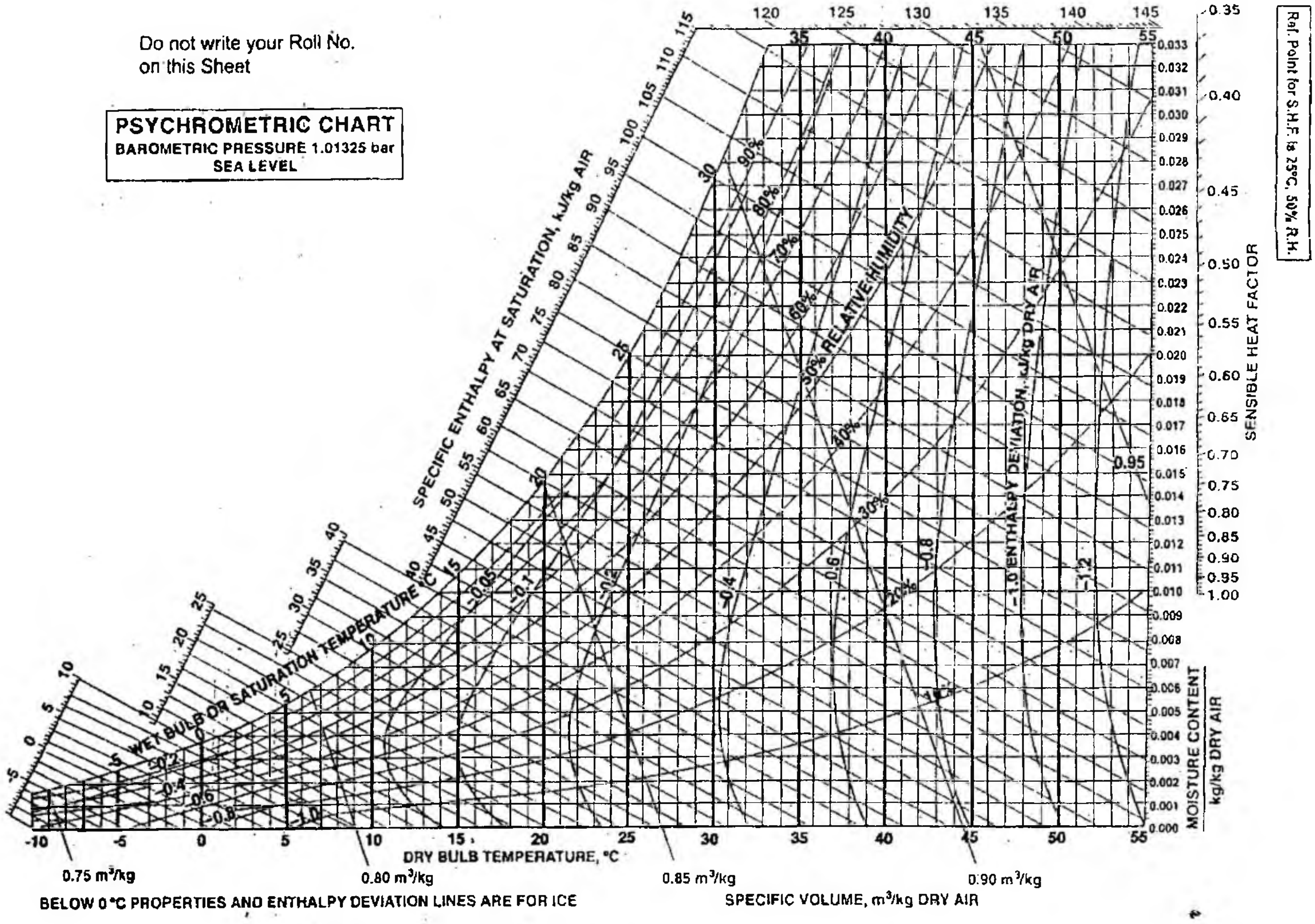
Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

दर kg/min और हवा को, उष्मा अतंरण की दर जब वह गर्म करने वाली इकाई में से गुजरती है, ज्ञात कीजिये। $h_{g\,110°C}^{1\,bar} = 2696.12$ kJ/kg लिजिये।

In a drier operating at steady state atmospheric air at 30°C and 101.325 kPa with a relative humidity of 40% is first heated to 110°C at constant pressure. The heated air is then allowed to pass over the material to be dried and the air leaves the drier at 70°C with a relative humidity of 0.5. If it is required to remove 60 kg/min of moisture from the material, determine the mass flow rate of dry air required in kg/min and the rate of heat transfer to the air as it passes through the heating unit. Use $h_{g\,110°C}^{1\,bar} = 2696.12$ kJ/kg. 20

Do not write your Roll No. on this Sheet



C-AVZ-O-NFDB

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Q. 6(b) एक 50% प्रतिक्रिया भाप टरबाइन में ब्लेडिंग के प्रवेश एवं निर्गम के कोण क्रमश: 35° एवं 20° हैं। एक स्थिति में घूमने की गति 1500 rpm है, रिंग का माध्य व्यास 0.67 m एवं भाप की अवस्था 1.5 bar 0.96 शुष्क (dry) है। प्राक्कलन कीजिये (i) 3.6 kg/s भाप प्रवाहित करने के लिए आवश्यक ब्लेडिंग (Blading) की ऊँचाई (ii) रिंग द्वारा उत्पादित शक्ति (Power)।

1.5 bar दबाव पर $v_f = 0.001052 \frac{m^3}{kg}$ और $v_{fg} = 1.15937 \frac{m^3}{kg}$ मानिये।

The angles at inlet and discharge of the blading of a 50% reaction steam turbine are 35° and 20° respectively. The speed of rotation is 1500 rpm and at a particular stage, the mean ring diameter is 0.67 m, and the steam condition is 1.5 bar, 0.96 dry. Estimate (i) the required height of blading to pass 3.6 kg/s of steam, and (ii) the power developed by the ring.

Assume, at 1.5 bar pressure, $v_f = 0.001052 \frac{m^3}{kg}$ and $v_{fg} = 1.15937 \frac{m^3}{kg}$. 20

Q. 6(c) प्रशीतित मशीन में सम्पिडक के क्या प्रकार्य होते हैं ? विभिन्न सम्पिडकों के प्रकार के नाम लिखिये। साफ चित्र की सहायता से वाष्पनिक (Evaporative) सम्पिडक का वर्णन कीजिये।

What are the functions of condenser in a refrigerating machine ? Name different types of condensers. Describe with neat sketch the evaporative condenser. 10

Q. 7(a) एक प्रशीतक मशीन जिसकी निर्धारित क्षमता 40 टन प्रशीतन है, सम्पिडक एवं वाष्पिक के कार्यशील तापमान क्रमश: 42° एवं 6°C के मध्य वातानुकूलन के लिए कार्य करती है। प्रशीतक सम्पिडक के अन्त में शुष्क संतृप्त (dry saturated) है। संयंत्र की क्षमता, शक्ति एवं सम्पिडक एवं संघनित्र की क्षमता ज्ञात कीजिये।

प्रशीतक के गुण

Temp. (°C)	दाब बार	एन्थाल्पी (kJ/kg)		एन्ट्रापी (kJ/kg-K)		आयतन (m^3/kg)
		h_f	h_g	s_f	s_g	
42	1.957	249.7	410.7	1.125	1.6712	0.6975
6	0.5160	—	407.15	1.018	1.687	0.04035
–32	0.0875	—	390.85	0.9178	1.715	0.1665

यदि वाष्पित्र (evaporator's) का तापमान घटाकर –32°C कर दिया जाए, तो संयंत्र की क्षमता, शक्ति और सम्पिडक एवं संघनित्र की क्षमता पर क्या प्रभाव पड़ेगा ?

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

A refrigerating machine, rated to produce 40 tons of refrigeration, is used for air conditioning between the operative temperatures of 42° and 6°C of condenser and evaporator respectively. The refrigerant is dry saturated at the end of compressor. Find the capacity of the plant, power and capacities of compressor and condenser.

Properties of refrigerant

Temp. (°C)	Pressure bar	Enthalpy (kJ/kg)		Entropy (kJ/kg-K)		Volume (m^3/kg)
		h_f	h_g	s_f	s_g	
42	1.957	249.7	410.7	1.125	1.6712	0.6975
6	0.5160	—	407.15	1.018	1.687	0.04035
–32	0.0875	—	390.85	0.9178	1.715	0.1665

If the evaporator's temperature is reduced to –32°C, what will be effect on capacity of plant, power and capacities of compressor and condenser ? 20

Q. 7(b) एस.आई. इंजिन में सामान्य एवं असामान्य ज्वलन में अन्तर बताइये। तीन मुख्य अपस्टोन (Knock) नियंत्रित प्राचल मापदंड लिखिये एवं इंजन डिज़ाइन में इनके उपयोग की व्याख्या कीजिये।

Differentiate between normal and abnormal combustion in SI engines. List out the three major knock limited parameters and explain its use in the engine design. 10

Q. 7(c) एक अभिसारी-अपसारी तुंड में 5 bar पर शुष्क-संतृप्त भाप 100 m/s वेग पर प्रवेश करती है। निर्गम दाब 1.5 bar है। कंठ एवं बहिर्गम क्षेत्रफल क्रमश: 1280 mm^2 एवं 1600 mm^2 है। कंठ तक समएन्ट्रोपी प्रवाह मानते हुए एवं क्रांतिक (Critical) दाब अनुपात 0.58, मात्रा प्रवाह की दर ज्ञात कीजिये। यदि नोजल की दक्षता 0.973 हो तो बहिर्गम पर भाप की दशा शुष्कता गुणांक (dryness fraction) ज्ञात कीजिये। क्रिया को T-s एवं h-s चित्रों पर बताइये।

भाप के गुण

P (bar)	एन्थाल्पी (kJ/kg)		एन्ट्रापी (kJ/kg K)		आयतन (m^3/kg)	
	h_f	h_{fg}	s_f	s_{fg}	v_f	v_{fg}
5.0	640.23	2108.5	1.8607	4.9606	0.00109	0.3708
2.9	556	2168	1.660	5.344	0.00107	0.6253
1.5	467.11	2226.5	1.4336	5.7897	0.00105	1.158

Dry saturated steam at 5 bar enters a convergent-divergent nozzle at a velocity of 100 m/s. The exit pressure is 1.5 bar. The throat and exit areas are 1280 mm^2 and 1600 mm^2 respectively. Assuming isentropic flow upto the throat and taking the critical

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

pressure ratio as 0.58, estimate the mass flow rate. If the nozzle efficiency is 0.973, determine the exit condition of steam dryness fraction. Show the process on T-s and h-s diagrams.

Properties of Steam

P (bar)	Enthalpy (kJ/kg)		Entropy (kJ/kg K)		Volume (m^3/kg)	
	h_f	h_{fg}	s_f	s_{fg}	v_f	v_{fg}
5.0	640.23	2108.5	1.8607	4.9606	0.00109	0.3708
2.9	556	2168	1.660	5.344	0.00107	0.6253
1.5	467.11	2226.5	1.4336	5.7897	0.00105	1.158

20

Q. 8(a) एक सहउत्पादक संयंत्र में शक्तिभार 5.6 MW एवं तापन भार 1.163 MW है। भाप 40 bar एवं 500°C पर उत्पादित होकर समएन्ट्रोपी विधि से टरबाईन में संघनित्र में 0.6 bar तक प्रसार होती है। उष्मीय भार टरबाइन से 2.0 bar पर भाप निचोड़ करके प्रदाय किया जाता है, जो प्रोसेसर (Processor) साधन में 2.0 bar पर संतृप्त द्रव में द्रवित होती है। परिकलन कीजिये (i) बायलर की भाप उत्पादक क्षमता kg/hr में, (ii) बायलर में दी गई उष्मा kW में, (iii) बायलर में जलने वाले ईंधन की दर t/h में, यदि जलाने वाले कोयले की तापीय उष्मा 25 MJ/kg एवं बायलर दक्षता 88 है, (iv) संघनित्र को छोड़ी गई उष्मा, (v) संघनित्र में शीतल जल की प्रवाह की दर, यदि जल के तापक्रम में वृद्धि 6°C है, पम्प कार्य नगण्य है। T-s चित्र बनाइये।

भाप के 40 bar 500°C पर गुण : $v = 0.08643$ m^3/kg, $h = 3445.3$ kJ/kg, $s = 7.0901$ kJ/kgK.

P_{sat} (bar)	आयतन (m^3/kg)		एन्थाल्पी (kJ/kg)		एन्ट्रापी (kJ/kg K)	
	v_f	v_g	h_f	h_g	s_f	s_g
2.0	0.00106	0.8857	520.72	2712.1	1.5706	7.0878
0.06	0.00101	25.22	149.79	2565.79	0.520	8.335

In a cogeneration plant, the power load is 5.6 MW and the heating load is 1.163 MW. Steam is generated at 40 bar and 500°C and is expanded isentropically through a turbine to a condenser at 0.06 bar. The heating load is supplied by extracting steam from the turbine at 2.0 bar, which is condensed in the processor device to saturated liquid at 2.0 bar and then pumped back to the boiler. Compute, (i) the steam generation capacity of the boiler in kg/hr, (ii) the heat input to the boiler in kW, (iii) the fuel burning rate of the boiler in t/h, if a coal of calorific value 25 MJ/kg is burned and the boiler efficiency is

Downloaded From: http://iasexamportal.com

Downloaded From: http://iasexamportal.com

88 , (iv) the heat rejected to the condenser (v) the rate of flow of cooling water in the condenser if the temperature rise of water is 6°C. Neglect pump works. Draw the T-s diagram. Properties of steam : At 40 bar 500°C.

v = 0.08643 m^3/kg, h = 3445.3 kJ/kg, s = 7.0901 kJ/kgK.

P_{sat} (bar)	Volume (m^3/kg)		Enthalpy (kJ/kg)		Entropy (kJ/kg K)	
	v_f	v_g	h_f	h_g	s_f	s_g
2.0	0.00106	0.8857	520.72	2712.1	1.5706	7.0878
0.06	0.00101	25.22	149.79	2565.79	0.520	8.335

20

Q. 8(b) इंजिन के निम्नलिखित पुरज़ों के स्नेहन की चित्र की सहायता से व्याख्या कीजिये :

(i) मुख्य बियरिंग

(ii) सिलेन्डर एवं कनेक्टिंग रॉड की छोटे सिरे की बियरिंग

(iii) क्रेन्क एवं गजन पिन।

Discuss the lubrication of the following engine parts with the help of neat sketches :

(i) Main bearings

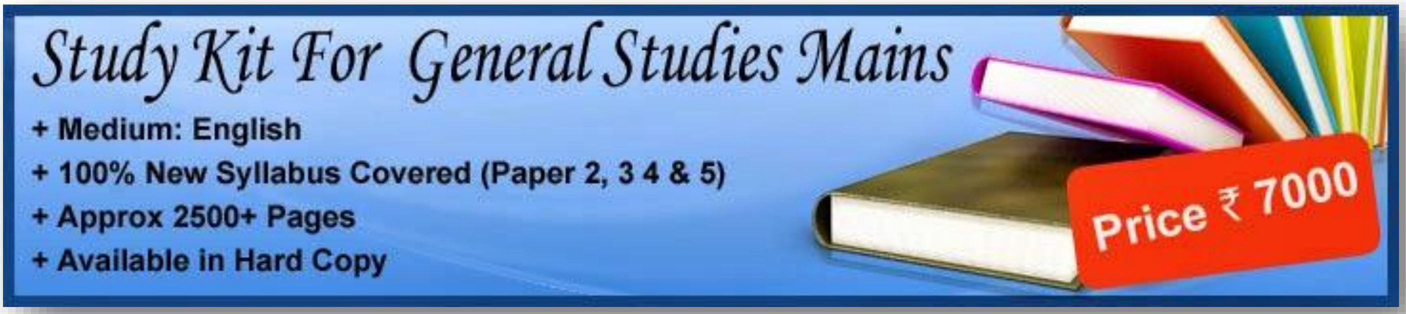
(ii) Cylinder and small end bearing of connecting rod

(iii) Crank and Gudgeon pin. 15

Q. 8(c) जल नली बायलरों में, प्रभरण जल से भाप उत्पादन तक विभिन्न अवस्थाओं में उष्मा किस प्रकार अवशोषित होती है; चित्र सहित व्याख्या कीजिये।

Explain with a sketch how heat is absorbed at various stages from feed water to steam generation in water tube boilers. 15

Downloaded From: http://iasexamportal.com



What you will get:

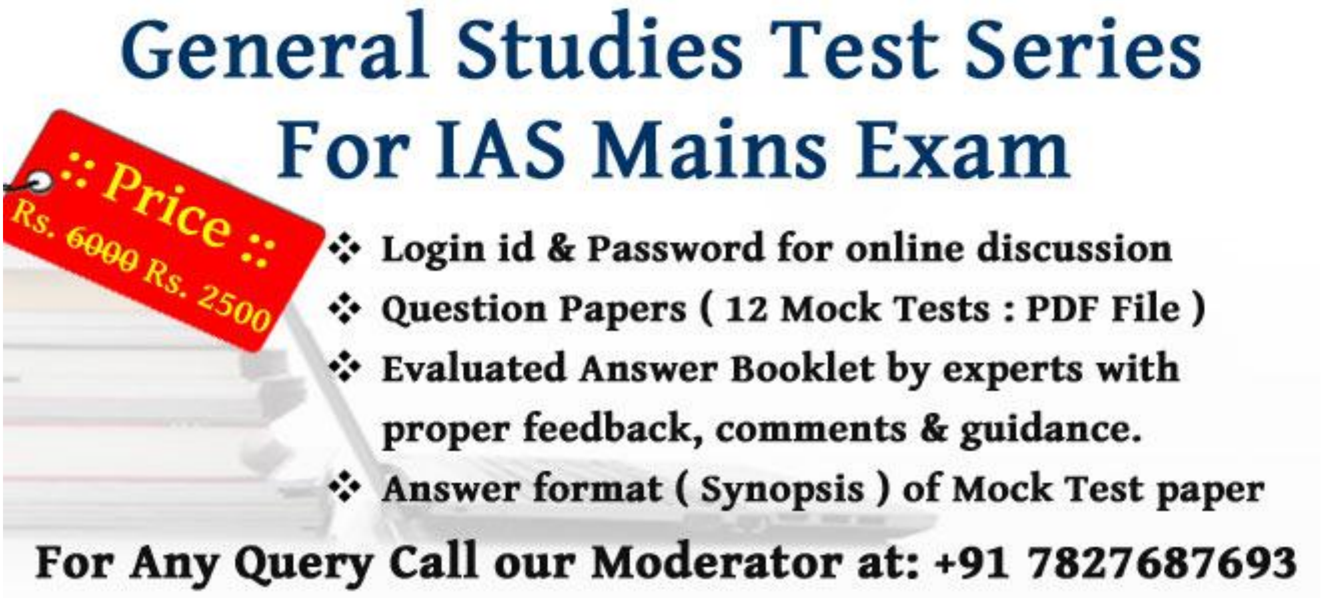
- 100% G.S. Syllabus Covered
- 8+ Booklets
- More Than 2500+ Pages
- Guidance & Support from Our Experts

Our Objectives:

- Firstly to cover 100% civil service Mains examination (IAS) syllabus.
- Secondly to compile all the required study materials in a single place, So to save the precious time of the aspirants.

For More Information Click below Link

http://iasexamportal.com/civilservices/study-kit/gs-mains



General Studies Test Series for IAS Mains Examination

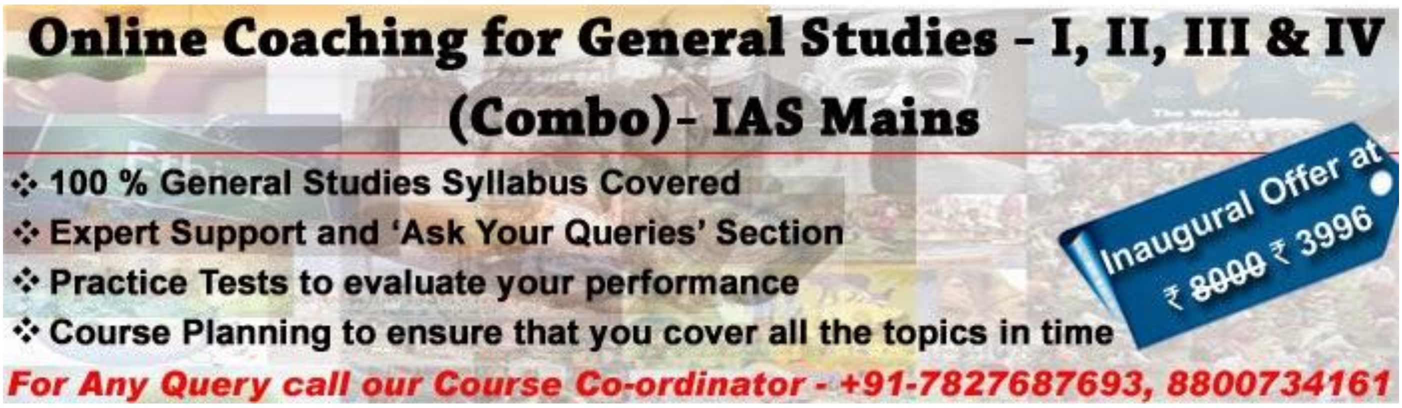
What you will get:

- **Login id & Password for online discussion**
- **Question Papers (12 Mock Tests : PDF File)**
- **Evaluated Answer Booklet by experts with proper feedback, comments & guidance.**
- **Answer format (Synopsis) of Mock Test paper**
- **Comprehensive analysis of previous year questions &**
- **Mode of Discussion: Email ,Telephonic and Online Discussion**
- **Value Addition material like**

  a. **Current General Studies Magazine**
  b. **Solved papers of General Studies Mains 2013**
  c. **Categorised question papers of last ten years of General Studies Mains Exam**
  d. **Trend Analysis**

For More Information Click below Link

http://iasexamportal.com/civilservices/test-series/ias-mains-gs



Online Coaching for IAS Mains General Studies I, II, III & IV (Combo)

What you will Get (?)

- General Studies (Paper – I, II, III & IV) Online 100 % Reading Material of the Syllabus (Which can be saved easily)
- Slides (For Giving Summary of Each Topics)
- Categorized Unit and Sub-Unit Wise Question Papers of General Studies
- Current General Studies Magazine (Indispensable Magazine for General Studies)
- Daily Answer Writing Challenge for IAS Mains Contemporary Issues
- It is full of tips on areas of emphasis, caution while reading and writing , how to write the answer (?) .
- Model Test Question Paper for General Studies - I, II, III and IV for Mains Exam

- Online and Telephonic interaction with the course director, and continuous evaluation through a regular online writing session in every chapter and topic.

For More Information Click below Link

http://iasexamportal.com/civilservices/courses/ias-mains-gs-combo