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 (क्यू० सी० ए०) 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 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 meaning.

Attempts of questions shall be counted in chronological 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) प्रतिवर्ती प्रक्रम वाले बद्ध निकाय में एन्ट्रॉपी (S) के लिए निम्न व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिये :

$$dS = \left(\frac{\delta Q}{T}\right)_{\text{rev}}$$

Derive an expression for entropy (S) as given below

$$dS = \left(\frac{\delta Q}{T}\right)_{\text{rev}}$$

for a closed system undergoing a reversible process. 10

(b) बर्नूली के समीकरण तथा इसके वैध होने की शर्तों को लिखिये। बर्नूली समीकरण का अनुसरण करने वाले एक द्रव की एक बिन्दु पर तुंगता, वेग तथा दाब क्रमशः 30 m, 50 m/s तथा 50 bar है। यदि इसका घनत्व $1000\ \text{kg}/\text{m}^3$ हो, तो इस द्रव की प्रति इकाई मात्रा के लिए सम्पूर्ण ऊर्जा की गणना कीजिये।

Write Bernoulli's equation and the conditions for which it is valid. If a fluid obeying Bernoulli's equation has elevation, velocity and pressure at a point as 30 m, 50 m/s and 50 bar respectively, calculate the total energy per unit mass of this fluid if its density is $1000\ \text{kg}/\text{m}^3$. 10

(c) सम्पीड्यता पर माख संख्या का क्या प्रभाव होता है? माख संख्या से निबन्धित, दाब गुणांक के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिये।

What is the effect of Mach number on the compressibility? Derive an expression for pressure coefficient in terms of Mach number. 10

(d) वीन के विस्थापन नियम की व्याख्या कीजिये। सूर्य को नियत सतह तापमान 5780 K वाली कृष्णिका मानते हुए उस तरंगदैर्घ्य की गणना कीजिये जिस पर इसकी स्पेक्ट्रमी उत्सर्जन शक्ति अधिकतम होगी।

Explain Wien's displacement law. Assuming sun to be a blackbody with a constant surface temperature of 5780 K, calculate the wavelength at which it will have the maximum spectral emissive power. 10

(e) एक प्रामाणिक वाष्प सम्पीडन प्रशीतन चक्र की विभिन्न प्रक्रियाओं की अंतिम दशाओं में प्रशीतक की विशिष्ट एन्थेल्पियाँ बढ़ते क्रम में 74·6 kJ/kg, 185·4 kJ/kg तथा 208·0 kJ/kg हैं। यदि प्रशीतक की मात्रा प्रवाह दर 30 kg/min हो, तो चक्र के शक्ति व्यय तथा निष्पादन गुणांक (COP) की गणना कीजिये।

In a standard vapour compression refrigeration cycle, the specific enthalpies of refrigerant at the end states of different processes in ascending order are 74·6 kJ/kg, 185·4 kJ/kg and 208·0 kJ/kg. If the mass flow rate of refrigerant is 30 kg/min, calculate power consumption and COP of the cycle. 10

2\. (a) सिद्ध कीजिये कि ऊष्मा संचरण तथा तापमान के अनुपात के चक्रीय समाकलन का मान किसी ऊष्मागतिकीय प्रक्रम में शून्य से कम या शून्य के बराबर होता है।

Prove that the cyclic integral of ratio between heat transfer and temperature of any thermodynamic process is less than or equal to zero. 20

(b) एक ऊर्ध्वाधर खड़े पाइप का आन्तरिक व्यास 15·4 cm तथा लम्बाई 3·2 m है। 10·2 cm आन्तरिक व्यास तथा 4·8 m लम्बाई वाले दूसरे पाइप का इस पाइप के शिखर पर वेल्डन किया गया है। कम व्यास वाले पाइप में 2·24 m गहराई तक 22 °C का पानी भरा है। पानी के ऊपर 242 kPa परम दाब पर वायु है। बड़े व्यास वाले पाइप की तली पर पड़ने वाले कुल बल को निकालिये।

A pipe having 15·4 cm inside diameter and 3·2 m length stands vertically. Another pipe having 10·2 cm inside diameter and 4·8 m length is welded on top of this pipe. Water at 22 °C fills the smaller diameter pipe to a depth of 2·24 m. Above the water is air under an absolute pressure of 242 kPa. Determine the total force on the bottom of the larger diameter pipe. 15

(c) एक गैस टरबाइन के फलकों पर गर्म गैसें 550 m/s की गति से प्रवेश करती हैं तथा 120 m/s की गति से बाहर निकलती हैं। गैसों की 5·1 kJ/kg तक की मात्रा की एन्थेल्पी की वृद्धि फलकों के पथ में हो जाती है। यदि गैस प्रवाह दर 98 kg/min हो, तो शक्ति उत्पादन निकालिये।

Hot gases enter the blades of a gas turbine with a velocity of 550 m/s and leave with a velocity of 120 m/s. There is an increase in the enthalpy of the gases in the blade passages to the extent of 5·1 kJ/kg. The rate of gas flow is 98 kg/min. Determine the power produced. 15

3. (a) एक तुंड में होने वाले अभिलम्ब प्रघात तरंग के लिए एन्ट्रॉपी परिवर्तन के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिये। प्रघात के पूर्व माख संख्या के साथ (एक आरेख के रूप में) इस एन्ट्रॉपी परिवर्तन की प्रवृत्ति (उपनति) दर्शाइये।

Derive an expression for entropy change across a normal shock wave occurring in a nozzle. Show the trend of this entropy change (in the form of a diagram), with respect to the Mach number value before the shock. 15

(b) एक आबद्ध तथा अपरिवर्ती प्रवाह निकाय के लिए प्राप्यता को परिभाषित कीजिये। 100 kPa, 27 °C से 500 kPa, 117 °C तक वायुमण्डलीय वायु अपरिवर्तनीय रूप से एक सम्पीडक द्वारा सम्पीडित की जा रही है, जो कि वायुमण्डलीय वायु द्वारा ही ठंडी की जाती है। गतिज ऊर्जा में परिवर्तन को नगण्य मानते हुए, प्रति किलोग्राम सम्पीडित वायु के लिए आवश्यक न्यूनतम कार्य की गणना कीजिये।

Define availability of a closed and steady-flow system. Atmospheric air is compressed steadily from 100 kPa, 27 °C to 500 kPa, 117 °C, by a compressor that is cooled only by atmospheric air. Neglecting kinetic energy changes, determine the minimum work required per kg of air compressed. 15

(c) एक सन्तुलित प्रतिप्रवाही ऊष्मा विनिमयक में, जहाँ $\dot{m}_c C_{p,c} = \dot{m}_h C_{p,h}$ है, प्रदर्शित कीजिये कि—

In a balanced counterflow heat exchanger, where $\dot{m}_c C_{p,c} = \dot{m}_h C_{p,h}$, show that—

(i) किसी परिच्छेद के लिए $\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T$;

$\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T$ at any section;

(ii) दोनों तरलों के लिए तापमान प्रोफाइल समानान्तर एवं रेखीय हैं।

the temperature profiles of two fluids are parallel and linear. 20

4. *(a)* एक द्विनलिका ऊष्मा विनिमयक में $\dot{m}_h C_{p,h} = 0 \cdot 5 \dot{m}_c C_{p,c}$ है। गर्म और शीतल तरलों का अंतर्गम तापमान क्रमशः $T_{h,i}$ तथा $T_{c,i}$ है। $T_{h,i}$, $T_{c,i}$ तथा $T_{h,o}$ के रूप में प्रतिप्रवाही तथा समानान्तर प्रवाही ऊष्मा विनिमयकों के क्षेत्रफलों के अनुपात का व्यंजक ज्ञात कीजिये जो कि उनके निर्गम पर गर्म तरल का समान तापमान $T_{h,o}$ दे। यदि $T_{h,i} = 150\ °\text{C}$, $T_{c,i} = 30\ °\text{C}$ तथा $T_{h,o} = 90\ °\text{C}$ हों, तो उस अनुपात की गणना कीजिये।

In a double-pipe heat exchanger, $\dot{m}_h C_{p,h} = 0 \cdot 5 \dot{m}_c C_{p,c}$. The inlet temperatures of hot and cold fluids are $T_{h,i}$ and $T_{c,i}$. Determine an expression, in terms of $T_{h,i}$, $T_{c,i}$ and $T_{h,o}$, for the ratio of area of counterflow heat exchanger to that of parallel-flow heat exchanger, which will give same hot fluid outlet temperature $T_{h,o}$. Also find out the ratio, if $T_{h,i} = 150\ °\text{C}$, $T_{c,i} = 30\ °\text{C}$ and $T_{h,o} = 90\ °\text{C}$. 25

(b) 100 cm ऊँचाई तथा 25 cm चौड़ाई की एक तप्त प्लेट को 25 °C वाली वायुमण्डलीय वायु में उच्छादित (exposed) किया गया है। प्लेट की सतह का तापमान 95 °C है। प्लेट की दोनों सतहों से होने वाली ऊष्मा हानि को निकालिये। यदि प्लेट की ऊँचाई 50 cm घटा दी जाय तथा चौड़ाई बढ़ाकर 40 cm कर दी जाय, तो ऊष्मा हानि में परिवर्तन की गणना कीजिये।

निम्न सम्बन्धों का उपयोग कीजिये :

$$\text{Nu} = 0 \cdot 59\ (\text{Gr} \cdot \text{Pr})^{0 \cdot 25} \quad \text{यदि} \quad \text{Gr} \cdot \text{Pr} < 10^9$$
$$= 0 \cdot 10\ (\text{Gr} \cdot \text{Pr})^{0 \cdot 33} \quad \text{यदि} \quad \text{Gr} \cdot \text{Pr} > 10^9$$

वायु के गुणधर्म हैं :

$$\rho = 1 \cdot 06\ \text{kg} / \text{m}^3$$
$$C_p = 1004\ \text{J} / \text{kg-K}$$
$$k = 0 \cdot 029\ \text{W} / \text{m-K}$$
$$\nu = 18 \cdot 97 \times 10^{-6}\ \text{m}^2 / \text{sec}$$

A hot plate of 100 cm height and 25 cm wide is exposed to atmospheric air at 25 °C. The surface temperature of the plate is 95 °C. Find the heat loss from both the surfaces of the plate. Also find the change in heat loss if the height of the plate is reduced to 50 cm and the width is increased to 40 cm.

Use the following relations :

$$\text{Nu} = 0 \cdot 59\ (\text{Gr} \cdot \text{Pr})^{0 \cdot 25} \quad \text{if} \quad \text{Gr} \cdot \text{Pr} < 10^9$$
$$= 0 \cdot 10\ (\text{Gr} \cdot \text{Pr})^{0 \cdot 33} \quad \text{if} \quad \text{Gr} \cdot \text{Pr} > 10^9$$

The properties of air are :

$$\rho = 1 \cdot 06\ \text{kg} / \text{m}^3$$
$$C_p = 1004\ \text{J} / \text{kg-K}$$
$$k = 0 \cdot 029\ \text{W} / \text{m-K}$$ 15
$$\nu = 18 \cdot 97 \times 10^{-6}\ \text{m}^2 / \text{sec}$$

(c) क्या आप सोचते हैं कि वेग सीमा परत तथा ऊष्मीय सीमा परत प्रांड्ल नम्बर पर निर्भर करते हैं? यदि हाँ, तब उचित रूप से समझाइये। स्वच्छ रेखाचित्रों की सहायता से वेग सीमा परत तथा ऊष्मीय सीमा परत की आपेक्षिक मोटाई की सार्थकता को निम्न के लिए समझाइये :

Do you think that velocity boundary layer and thermal boundary layer depend on Prandtl number? If yes, explain properly. Also explain, with the help of neat sketches, the significance of relative thickness of velocity boundary layer and thermal boundary layer for the following :

(i) तरल धातु / Liquid metals

(ii) तेल / Oils

10

खण्ड—B / SECTION—B

5. (a) ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम के केल्विन-प्लेंक तथा क्लासियस कथनों की व्याख्या कीजिये तथा सिद्ध कीजिये कि दोनों कथन समानार्थक हैं।

Explain Kelvin-Planck and Clausius statements of the second law of thermodynamics and prove that both the statements are equivalent. 10

(b) SI इंजन के ज्वलन में अपस्फोटन पर निम्न प्राचलों का क्या प्रभाव होता है?

How do the following parameters influence knocking in SI engine combustion?

(i) ईंधन का स्व-प्रज्वलन तापमान

Self-ignition temperature of the fuel

(ii) वायु-ईंधन अनुपात

Air-fuel ratio

(iii) अवशिष्ट गैस की तनुता

Dilution by residual gas

(iv) परिच्छादित अंतर्गम वाल्व

Shrouded inlet valve

(v) ज्वलन कोष्ठ अभिकल्प

Combustion chamber design

10

(c) एक चिमनी में तप्त गैसें 430 °C पर हैं तथा चिमनी की ऊँचाई 32 m है। बाह्य वायु का तापमान 28 °C है। भट्टी को भेजी जाने वाली वायु प्रति किलोग्राम जले हुए कोयले हेतु 17 kg है। गणना कीजिये—

Hot gases inside a chimney are at 430 °C and the chimney height is 32 metres. The temperature of outside air is 28 °C. The furnace is supplied with 17 kg of air per kg of coal burnt. Calculate—

(i) जल प्रवाह, mm में;

draught in mm of water;

(ii) तप्त गैसों की प्रवाह ऊँचाई, m में।

draught height in metres of hot gases.

10

(d) उप-पथ गुणक (बी० पी० एफ०) की क्या सार्थकता है? एक तप्त कुण्डली के लिए उप-पथ गुणक के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिये। तप्त कुण्डली की दक्षता के व्यंजक को भी ज्ञात कीजिये।

What is the significance of by-pass factor? For a heating coil, derive an expression of by-pass factor. Find the expression for efficiency also for heating coil. 10

(e) एक गोलीय कवच की आंतरिक एवं बाह्य सतहें क्रमशः T_i तथा T_o तापमानों पर इस तरह संधारित हैं कि $T_i > T_o$. यदि कवच के आंतरिक एवं बाह्य अर्द्धव्यास r_i तथा r_o हों, तथा ऊष्मा चालकता k हो, तो कवच में होने वाले ऊष्मा चालन की दर के लिए व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिये। स्थायी दशा तथा कवच में शून्य ऊष्मा उत्पादन की कल्पना कीजिये।

Inner and outer surfaces of a spherical shell are maintained at temperatures T_i and T_o respectively such that $T_i > T_o$. If inner and outer radii of the shell are r_i and r_o and its conductivity is k, derive an expression for the rate of heat conduction through the shell. Assume steady state and no heat generation within the shell. 10

6. (a) एक 4-स्ट्रोक, 2-सिलिण्डर डीज़ल इंजन के लिए निम्न आँकड़ा एकत्रित किया गया :

पिस्टन स्ट्रोक (घात) = 60 cm
सिलिण्डर का व्यास = 40 cm
इंजन की गति = 250 r.p.m.
सूचित माध्य प्रभावी दाब = 8 bar
इंजन की ब्रेक शक्ति = 220 kW
ईंधन की खपत = 80 kg/hr
प्रयुक्त ईंधन का ऊष्मा मान = 43000 kJ/kg
ईंधन का हाइड्रोजन अंश = 13% तथा शेष कार्बन
वायु खपत = 30 kg/min
शीतन जल संचारण = 90 kg/min
शीतन जल के तापमान में वृद्धि = 38 °C
पिस्टन शीतन के लिए प्रयुक्त तेल = 45 kg/min
शीतन तेल के तापमान में वृद्धि = 23 °C
जल की C_p = 4·18 kJ/kg-K
शीतन तेल की C_p = 2·2 kJ/kg-K
रेचन गैसों की C_p = 1·1 kJ/kg-K
अतितप्त जलवाष्प की C_p = 2 kJ/kg-K
जलवाष्प की गुप्त ऊष्मा = 2520 kJ/kg
रेचन गैस का तापमान = 450 °C
वायुमण्डलीय तापमान = 27 °C

In a 4-stroke, 2-cylinder diesel engine, the following data was collected :

Piston stroke = 60 cm
Diameter of the cylinder = 40 cm
Speed of the engine = 250 r.p.m.
Indicated mean effective pressure = 8 bar
Brake power of the engine = 220 kW

Fuel consumption = 80 kg/hr
CV of fuel used = 43000 kJ/kg
Hydrogen content in fuel = 13% and remaining is carbon
Air consumption = 30 kg/min
Cooling water circulated = 90 kg/min
Rise in temperature of cooling water = 38 °C
Piston cooling oil used = 45 kg/min
Rise in temperature of cooling oil = 23 °C
C_p of water = 4·18 kJ/kg-K
C_p of cooling oil = 2·2 kJ/kg-K
C_p of exhaust gases = 1·1 kJ/kg-K
C_p of superheated steam = 2 kJ/kg-K
Latent heat of steam = 2520 kJ/kg
Exhaust gas temperature = 450 °C
Ambient temperature = 27 °C

प्रति मिनट निम्न राशियों की गणना कीजिये :
Find the following quantities per minute :

(i) उपयोगी ब्रेक शक्ति (BP) में परिवर्तित ऊष्मा
Heat converted to useful brake power (BP)

(ii) शीतन जल द्वारा ली गई ऊष्मा
Heat carried away by cooling water

(iii) शीतन तेल द्वारा ली गई ऊष्मा
Heat carried away by cooling oil

(iv) शुष्क रेचन गैसों द्वारा ली गई ऊष्मा
Heat carried away by dry exhaust gases

(v) जलवाष्प के विरचन में प्रयुक्त ऊष्मा
Heat carried away by steam formed

(vi) ईंधन द्वारा संभरित ऊष्मा
Heat supplied by fuel

मिनट के आधार पर तथा प्रतिशत के आधार पर ऊष्मा संतुलन पत्र भी बनाइये।
Draw up also a heat balance sheet on minute basis and percentage basis. 40

(b) साधारण ज्वलन SI इंजन के दाब क्रैंक कोण आरेख पर प्रज्वलन (ignition) बिन्दु, ज्वलन (combustion) बिन्दु, अग्रता कोण, प्रज्वलन पश्चता तथा ज्वलन अवधि को दर्शाइये।
In the pressure crank angle diagram of normal combustion SI engine, show the point of ignition, point of combustion, angle of advance, ignition lag and combustion period. 10

7. *(a)* *T-s* आरेख की सहायता से, कार्नो तथा रैन्किन वाष्प चक्रों में भेद कीजिये। रैन्किन चक्र के लाभ लिखिये तथा इसकी ऊष्मीय दक्षता के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिये।

With the help of *T-s* diagrams, differentiate between Carnot and Rankine vapour cycles. State the advantages of Rankine cycle and derive the expression for its thermal efficiency. 15

(b) एक संयुक्त चक्र शक्ति संयंत्र मरकरी (पारा) तथा वाष्प चक्रों पर आधारित है। मरकरी चक्र, वाष्प चक्र के ऊपर अध्यारोपित किया गया है, जो कि वाष्पित्र की निर्गम दशा 40 bar तथा 400 °C ($h = 3215 \cdot 7$ kJ/kg तथा $s_g = 6 \cdot 713$ kJ/kg-K) एवं 40 °C के संघनित्र तापमान पर कार्य कर रहा है। मरकरी के $0 \cdot 2$ bar पर संघनन से निर्मुक्त ऊष्मा वाष्प चक्र में जल के वाष्पन हेतु गुप्त ऊष्मा प्रदान करने के लिए प्रयुक्त होती है। मरकरी टरबाइन में मरकरी 10 bar पर संतृप्त वाष्प के रूप में प्राप्त होती है। प्रति इकाई पानी की मात्रा के लिए परिसंचरित मरकरी की मात्रा तथा इस द्विआधारी चक्र की दक्षता की गणना कीजिये।

संतृप्त मरकरी तथा वाष्प के गुणधर्म हैं :

	P (bar)	*T* (°C)	एन्थेल्पी (kJ/kg)		एन्ट्रॉपी (kJ/kg-K)		विशिष्ट आयतन (m^3 / kg)	
			h_f	h_g	s_f	s_g	v_f	v_g
मरकरी	10	515·5	72·23	363	0·1478	0·5167	$80 \cdot 5 \times 10^{-6}$	0·0333
	0·2	277·3	38·35	336·55	0·0967	0·6385	$77 \cdot 4 \times 10^{-6}$	1·163
वाष्प	0·074	40	167·5	2574·4	0·572	8·258	0·001	19·546

A combined cycle power plant operates with mercury and steam cycles. Mercury cycle is superimposed over the steam cycle operating between boiler outlet condition of 40 bar and 400 °C ($h = 3215 \cdot 7$ kJ/kg and $s_g = 6 \cdot 713$ kJ/kg-K) and condenser temperature of 40 °C. The heat released by mercury condensing at $0 \cdot 2$ bar is used to impart the latent heat of vaporization to the water in steam cycle. Mercury turbine receives mercury as saturated vapour at 10 bar. Calculate the mass of mercury circulated per unit mass of water and the efficiency of this binary cycle.

Properties of saturated mercury and steam are :

	P (bar)	*T* (°C)	*Enthalpy* (kJ/kg)		*Entropy* (kJ/kg-K)		*Sp. vol.* (m^3 / kg)	
			h_f	h_g	s_f	s_g	v_f	v_g
Mercury	10	515·5	72·23	363	0·1478	0·5167	$80 \cdot 5 \times 10^{-6}$	0·0333
	0·2	277·3	38·35	336·55	0·0967	0·6385	$77 \cdot 4 \times 10^{-6}$	1·163
Steam	0·074	40	167·5	2574·4	0·572	8·258	0·001	19·546

35

8. *(a)* 15 °C DBT तथा 80% सापेक्षिक आर्द्रता की 100 m^3 वायु प्रति मिनट संवेद्य रूप से 22 °C तापमान होने तक गर्म हो रही है। 15 °C तथा 22 °C पर जलवाष्प का संतृप्ति दाब क्रमशः 0·017 bar तथा 0·02645 bar है। वायु को प्रति मिनट दी जाने वाली ऊष्मा को ज्ञात कीजिये। वायुमण्डलीय दाब = 1·013 bar लीजिये।

100 m^3 of air per minute at 15 °C DBT and 80% relative humidity is sensibly heated until its temperature becomes 22 °C. Saturation pressures of water vapour at 15 °C and 22 °C are 0·017 bar and 0·02645 bar respectively. Find heat added to air per minute. Take atmospheric pressure = 1·013 bar. 25

(b) खाद्य पदार्थों के भण्डारण में प्रयुक्त वायु प्रशीतक 50 tons प्रशीतन प्रदान करता है। सम्पीडक में प्रविष्ट होने वाली वायु का तापमान 7 °C है तथा प्रसारित्र में प्रवेश होने के पूर्व वायु का तापमान 27 °C है। सैद्धान्तिक आवश्यकता से 30% अधिक शक्ति की आवश्यकता की कल्पना करते हुए ज्ञात कीजिये *(i)* चक्र का वास्तविक निष्पादन गुणांक (COP) और *(ii)* सम्पीडक को चलाने हेतु kW में क्षमता।
निकाय में प्रसारित वायु का परिमाण 100 kg/min है। सम्पीडन तथा प्रसारण के नियम हैं $pv^{1\cdot 3}$ = स्थिरांक, $\gamma = 1\cdot 4$ लीजिये तथा वायु के लिए $C_p = 1$ kJ/kg-°C

An air refrigerator used for food storage provides 50 tons of refrigeration. The temperature of air entering the compressor is 7 °C and the temperature of air before entering into the expander is 27 °C. Assuming 30% more power is required than theoretical, find *(i)* actual COP of the cycle and *(ii)* kW capacity required to run the compressor.
The quantity of air circulated in the system is 100 kg/min. The compression and expansion follow the law $pv^{1\cdot 3}$ = constant. Take $\gamma = 1\cdot 4$ and $C_p = 1$ kJ/kg-°C for air.

25

★★★