

(2)

SECTION-1

खण्ड-1

1. (a) Define the term 'resultant of a force system'. State and prove parallelogram law of forces. 25

(b) Four coplanar forces are acting at a point. Three forces have magnitudes of 20 N, 50 N and 20 N acting at angles of 45°, 200° and 270° from the x-axis respectively. Fourth force is unknown. The resultant force has magnitude of 50 N and acts along x-axis. Determine the unknown force and its direction from x-axis. 25

- (क) 'एक बल प्रणाली का परिणाम (रिजल्टेंट)' पद को परिभाषित करें। बलों के समांतर चतुर्भुज नियम का उद्देश्य करें और साबित करें।

(ख) एक बिन्दु पर चार समतलीय बल काम कर रहे हैं। तीन बल, जिनके परिमाण 20 N, 50 N और 20 N हैं, क्रमशः 45°, 200° और 270° का कोण x-अक्ष (axis) से बनाते हुए कार्य कर रहे हैं। चौथा बल अज्ञात है। परिणामी (रिजल्टेंट) बल का परिमाण 50 N है और यह x-अक्ष (axis) के साथ काम कर रहा है। अज्ञात बल को ज्ञात करें और इसकी x-अक्ष (axis) से दिशा निर्धारित करें।

01/FF/CC/M-2021-20/76

(Continued)

(3)

2. (a) What is a projectile? Define the following terms in relation to projectile : 25

(i) Velocity of projection

(ii) Angle of projection

(iii) Range

(iv) Time of flight

(v) Maximum height

(b) A particle is projected with a velocity of 20 m/s in air at an angle α with the horizontal. The x and y coordinates of the particle lying on the trajectory of projection are 20 m and 8 m respectively. Find the angle of projection of the particle. 25

- (क) प्रक्षेप्य (Projectile) क्या होता है? प्रक्षेप्य से संबंधित निम्नलिखित पदों की परिभाषा लिखें :

(i) प्रक्षेपण का वेग

(ii) प्रक्षेपण का कोण

(iii) परास (रेंज)

(iv) उड़ान का समय

(v) अधिकतम ऊँचाई (हाइट)

(ख) एक कण को 20 m/s की गति से हवा में क्षैतिज से α डिग्री का कोण बनाते हुए प्रक्षेपित किया जाता है। कण के प्रक्षेप-वक्र पर किसी बिंदु के x और y निर्देशांक (कोऑर्डिनेट) प्रक्षेपण बिंदु से क्रमशः 20 m और 8 m पर स्थित हैं। कण के प्रक्षेपण का कोण ज्ञात करें।

01/FF/CC/M-2021-20/76

(Turn Over)

3. (a) Explain what you understand by thermal stress and thermal strain. Derive expression for determining stress and strain developed in a body due to change in temperature.

25

- (b) A steel rod of length 4 m and diameter 20 mm is being stayed between two plates. The rod temperature is 60°C . Find out the force exerted by the rod after it has been cooled to 20°C —

- (i) if the plates do not yield;
(ii) if the total yield at the two ends is 1 mm.

Take Young's modulus of steel, $E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ and coefficient of linear expansion of steel, $\alpha_s = 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$.

25

- (क) धर्मल स्ट्रेस और धर्मल स्ट्रेन से आप क्या समझते हैं, व्याख्या करें। किसी वस्तु के तापमान में बदलाव होने के कारण पैदा होने वाले स्ट्रेस और स्ट्रेन ज्ञात करने के लिए सूत्र प्राप्त करें।

- (ख) 4 m की लम्बाई और 20 mm व्यास वाली एक स्टील की छड़ को दो प्लेटों के बीच रोक कर रखा गया है। छड़ का तापमान 60°C है। छड़ को 20°C तक

टंडा करने के बाद इसके द्वारा लगाए गए बल को ज्ञात करें—

- (i) यदि प्लेटें गीलड नहीं करती;
(ii) यदि दोनों सिरों पर कुल गीलड 1 mm है।

मानकर चलो, स्टील का यंग मॉड्यूलस, $E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ और स्टील का थर्मल विस्तार गुणांक $\alpha_s = 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$.

4. (a) Explain how many types of belt drive are used for power transmission. Also derive the expression for their velocity ratio.

25

- (b) An open belt drive connects two pulleys 120 cm and 50 cm diameter on parallel shafts 4 m apart. The maximum tension in the belt is 1855.3 N. The coefficient of friction is 0.3. The driver pulley of diameter 120 cm runs at 200 r.p.m. Calculate—

- (i) the power transmitted;
(ii) the torque on each of the two shafts.

25

- (क) शक्ति स्थानांतरण के लिए कितने प्रकार के बेल्ट ड्राइव का उपयोग किया जाता है, समझाएँ। इनके वेग अनुपात ज्ञात करने का व्यंजक भी निकालें।

- (ख) एक ओपेन बेल्ट ड्राइव 4 m की दूरी पर समानांतर रखे शाफ्ट पर दो चर्रियों को, जिनके व्यास 120 cm और 50 cm हैं, जोड़ता है। बेल्ट में

03342
101
03444

(6)

अधिकतम तनाव 1855.3 N है। घर्षण-गुणांक 0.3 है।
120 cm व्यास वाली ड्राइवर चर्खी 200 r.p.m. की
गति से घूमती है। ज्ञात करें—

- (i) स्थानांतरित शक्ति;
(ii) दोनों शाफ्ट में प्रत्येक पर बलाघूर्ण (टॉर्क)।

5. (a) Explain with neat diagrams a simple jig and a simple fixture. Enumerate the advantages of using jigs and fixtures. 25

(b) What is machining process? Explain Electrical Discharge Machining (EDM) and its principle of operation. 25

(क) स्वच्छ चित्रों द्वारा एक साधारण जिग और एक साधारण फिक्सचर का वर्णन करें। जिग और फिक्सचर के उपयोग से होने वाले लाभों की सूची दें।

(ख) मशीनिंग प्रक्रिया क्या होती है? विद्युत् डिस्चार्ज मशीनिंग (EDM) और इसके संचालन-सिद्धांत की व्याख्या करें।

6. (a) What is the importance of inventory in an organization? Classify inventory according to function or material flow. 25

(b) Derive an expression for Economic Order Quantity (EOQ) for instantaneous supply, continuous consumption and zero buffer stock. 25

(क) एक संगठन में इन्वेन्ट्री का क्या महत्त्व है? प्रकार्य (फंक्शन) या सामग्री प्रवाह के अनुसार इन्वेन्ट्री का वर्गीकरण करें।

01/FF/CC/M-2021-20/76

(Continued)

(7)

(ख) तात्कालिक आपूर्ति, निरन्तर खपत और शून्य बफर स्टॉक के लिए इकोनॉमिक ऑर्डर क्वांटिटी निर्धारित करने का एक व्यंजक ज्ञात करें।

SECTION—II

खण्ड—II

7. (a) Prove that the work done per kilogram of a perfect gas during an adiabatic expansion, for which $pV^\gamma = \text{constant}$, is given by

$$W_{1-2} = \frac{R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$$

where T_1 and T_2 are initial and final temperatures, and R is the characteristic gas constant. 25

(b) An ideal gas of mass 0.5 kg expands adiabatically until its pressure is halved. During expansion, the gas does 30 kJ of external work and its temperature falls from 500 K to 410 K. Calculate the adiabatic exponent (γ) and the characteristic gas constant (R). Take, $C_u = 0.667 \text{ kJ/kg-K}$. 25

(क) सिद्ध करें कि एक रुद्धोष्मी (ऐडियाबैटिक) विस्तार, जिसके लिए $pV^\gamma = \text{स्थिरांक}$ है, के दौरान एक आदर्श गैस के प्रति किलोग्राम द्वारा किया गया कार्य $W_{1-2} = \frac{R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$ द्वारा दिया जाता है, जहाँ T_1 और T_2 प्रारंभिक और अंतिम तापमान हैं तथा R विशिष्ट गैस स्थिरांक है।

01/FF/CC/M-2021-20/76

(Turn Over)

(ख) 0.5 kg मात्रा की एक आदर्श गैस ऐडियाबैटिक तरीके से फैलती है जब तक कि इसका दबाव आधा न हो जाए। इस विस्तार के दौरान, गैस 30 kJ बाह्य कार्य करती है और इसका तापमान 500 K से गिरकर 410 K हो जाता है। ऐडियाबैटिक एक्सपॉनेंट (γ) और विशिष्ट गैस स्थिरांक (R) ज्ञात करें। $C_v = 0.667 \text{ kJ/kg-K}$ लें।

8. (a) Explain what you understand by dimensionless numbers. Define and explain Reynolds' number, Froude's number and Mach number. Derive expression for any two of these numbers.

25

(b) The suction pipe of a pump rises a slope of 2 vertical in 3 along the pipe, which is 100 mm in diameter. The pipe is 6.8 m long, its lower end being just below the water surface in the reservoir. For design reasons, it is desirable that the pressure at the inlet to the pump shall fall to more than 70 kPa below atmospheric pressure. Neglecting friction, determine the maximum discharge that the pump may deliver. Take atmospheric pressure as 101.32 kPa.

25

(क) आयामहीन संख्याओं से आप क्या समझते हैं, समझाएं। रेनॉल्ड्स संख्या, फ्राउड संख्या तथा मैक संख्या को परिभाषित करते हुए समझाएं। इन संख्याओं में से किन्हीं दो के लिए सूत्र ज्ञात करें।

(ख) एक पम्प की सक्शन पाइप, जिसका व्यास 100 mm है, पाइप के साथ 3 में 2 ऊर्ध्वाधर का दलान उठती है। पाइप की लंबाई 6.8 m है और इसका निचला छोर टंकी में पानी की सतह से ठीक नीचे है। डिजाइन के कारण यह वांछनीय है कि पम्प के इनलेट पर दबाव वायुमंडलीय दबाव से 70 kPa से अधिक गिरना चाहिए। घर्षण की उपेक्षा करते हुए पम्प द्वारा अधिकतम डिस्चार्ज ज्ञात करें। वायुमंडलीय दबाव 101.32 kPa लें।

9. ~~(a)~~ Derive an expression for the heat transfer per m^2 from a slab of thickness L , when the thermal conductivity varies according to the relation $k = (a + bT^2)$, where T is in $^{\circ}\text{C}$.

25

~~(b)~~ A cold storage room has walls made of 0.23 m of brick in the outside, 0.08 m of plastic foam, and finally 1.5 cm of wood in the inside. The outside and inside air temperatures are 22°C and -2°C respectively. If the inside and outside heat transfer coefficients are respectively $29 \text{ W/m}^2\text{-K}$ and $12 \text{ W/m}^2\text{-K}$, and the thermal conductivities of brick, plastic foam and wood are 0.98 W/m-K , 0.02 W/m-K and 0.17 W/m-K respectively, determine (i) the rate of heat removed by refrigeration if the total wall area is 90 m^2 and (ii) the temperature of the inside surface of the brick.

25

- (क) L मोटाई के एक स्तंभ के प्रति वर्गमीटर से ऊष्मा स्थानांतरण के लिए एक व्यंजक ज्ञात करें जब ऊष्मा चालकता $k = (a + bT^2)$ सूत्र के अनुसार बदलती है, जहाँ T , $^{\circ}\text{C}$ में है।

- (ख) एक कोल्ड स्टोरेज के कमरे की बाहरी दीवार 0.23 m के ईट, 0.08 m के प्लास्टिक फोम और अंतिम भाग अन्दर की तरफ 1.5 cm की लकड़ी की बनी है। बाहर और अंदर की हवा का तापमान क्रमशः 22°C और -2°C है। यदि अन्दर और बाहर ऊष्मा स्थानांतरण गुणांक क्रमशः $29 \text{ W/m}^2\text{-K}$ और $12 \text{ W/m}^2\text{-K}$, और ईट, प्लास्टिक फोम और लकड़ी की ऊष्मा चालकता क्रमशः 0.98 W/m-K , 0.02 W/m-K और 0.17 W/m-K हैं, तो ज्ञात करें (i) यदि कुल दीवार क्षेत्र 90 m^2 है, तो रेफ्रिजेशन द्वारा हटायी गयी ऊष्मा की दर और (ii) ईट के अन्दर की सतह का तापमान।

10. (a) Define specific speed of a turbine and derive an expression for the same. 25

- (b) Two jets strike the buckets of a Pelton wheel, which is having shaft power as 15450 kW . The diameter of each jet is given as 200 mm . If the net head on the turbine is 400 m , find the overall efficiency and specific speed of the turbine. Take $C_u = 1.00$. 25

- (क) टर्बाइन की विशिष्ट चाल (स्पेसिफिक स्पीड) की परिभाषा लिखें और उसको ज्ञात करने के लिए एक व्यंजक प्राप्त करें।

- (ख) दो जेट पेल्टन व्हील की बाल्टियों (buckets) को स्ट्राइक (strike) करते हैं, जिसका शॉफ्ट पावर 15450 kW है। प्रत्येक जेट का व्यास 200 mm है। यदि टर्बाइन के ऊपर कुल हेड (net head) 400 m है, तो टर्बाइन की समग्र दक्षता और स्पेसिफिक स्पीड ज्ञात करें। $C_u = 1.00$ लें।

11. (a) Describe, with the help of a neat diagram, the operation of an air refrigeration system working on reversed Carnot cycle. Also write the reasons why practical application of this cycle is not feasible. 25

- (b) A perfect reversed heat engine is used for making ice at -5°C from water available at 25°C . The temperature of freezing mixture is -10°C . Calculate the quantity of ice formed per kWh . For ice, specific heat = 2.1 kJ/kg-K and latent heat = 335 kJ/kg . For water, specific heat = 4.186 kJ/kg-K . 25

- (क) एक स्वच्छ चित्र की सहायता से उत्क्रमित (रिवर्स) कार्नो चक्र पर आधारित एअर रेफ्रिजेशन सिस्टम के संचालन का वर्णन करें। इस चक्र (cycle) के व्यावहारिक अनुप्रयोग के संभव न होने के कारणों को भी लिखें।

- (ख) 25°C पर उपलब्ध पानी से -5°C पर बर्फ बनाने के लिए एक परफेक्ट रिवर्सर्ड हीट इंजन का उपयोग किया जाता है। फ्रीजिंग मिक्सचर का तापमान -10°C है।

बनी हुई बर्फ की मात्रा प्रति kWh में ज्ञात करें।

बर्फ के लिए विशिष्ट ऊष्मा (स्पेसिफिक हीट) = 2.1 kJ/kg-K और गुप्त ऊष्मा = 335 kJ/kg .
पानी के लिए स्पेसिफिक हीट = 4.186 kJ/kg-K .

12. (a) Discuss two main disadvantages of

two-stroke cycle SI engine. How are these disadvantages avoided in two-stroke cycle CI engines?

20

(b) Explain the phenomenon of cavitation in hydraulic machines. What precautions should be taken for its prevention?

15

(c) Explain convection as a mode of heat transfer. Also explain in short the difference between free and forced convection.

15

(क) दो-स्ट्रोक साइकिल एस० आइ० इंजन (SI engine) के दो मुख्य दोषों की चर्चा करें। दो-स्ट्रोक साइकिल सी० आइ० इंजन (CI engine) में इन दोषों से कैसे बचा जाता है?

(ख) हाइड्रोलिक मशीनों में होने वाली कैविटेशन (cavitation) घटना की व्याख्या करें। इसको रोकने के लिए क्या सावधानियाँ बरतनी चाहिए?

(ग) ऊष्मा स्थानांतरण की संवहन प्रणाली का वर्णन करें। मुक्त (फ्री) और प्रणोदित (फोर्स्ड) संवहन के बीच अंतर की संक्षेप में व्याख्या करें।
