www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

ALL RIGHTS RESERVED
सर्वाधिकार सुरक्षित

49/FG/CC/M–2022–20

2022

MECHANICAL ENGINEERING
यांत्रिक अभियांत्रिकी

Time Allowed : 3 hours
समय : 3 घण्टे

Maximum Marks : 300
पूर्णांक : 300

Instructions :

- The figures in the margin indicate full marks.
- Answer **all** questions.
- Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.
- All questions have been printed both in English and Hindi. In case of any ambiguity in Hindi version, the English version shall be considered authentic.
- Parts of the same question must be answered together and must not be interposed between answers to other questions.

अनुदेश :

- उपान्त के अंक पूर्णांक के द्योतक हैं।
- **सभी** प्रश्नों का उत्तर देना अनिवार्य है।
- परीक्षार्थी यथासम्भव अपने शब्दों में ही उत्तर दें।
- सभी प्रश्न अंग्रेजी और हिन्दी दोनों भाषाओं में छपे हैं। यदि हिन्दी भाषा में कोई संदेह है, तो अंग्रेजी भाषा को ही प्रामाणिक माना जाएगा।
- एक ही प्रश्न के विभिन्न भागों के उत्तर अनिवार्य रूप से एक साथ ही लिखे जाएँ तथा उनके बीच में अन्य प्रश्नों के उत्तर न लिखे जाएँ।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

SECTION—I

खण्ड—I

1. *(a)* Define the principle of virtual work. Under what situation is the virtual work method preferred to equilibrium equation method? What is virtual displacement? Explain. 10

(b) A heavy spherical ball of weight W rests in a V-shaped trough whose sides are inclined at α and β to horizontal. Determine the pressure exerted on each side. Neglect friction. 10

(c) What is Coriolis acceleration component? In which case does it occur? How is it determined? 10

(d) Explain FAST diagram in value engineering. What are its advantages? 10

(e) A carbide tool with mild steel workpiece was found to give life of 2 hours while cutting at 48 m/min. If Taylor's exponent $n = 0 \cdot 27$, determine—

(i) the tool life if the same tool is used at a speed 20 percent higher than the previous one;

(ii) the value of cutting speed if the tool is required to have tool life of 3 hours. 10

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(क) कल्पित कार्य के सिद्धान्त को परिभाषित कीजिये। किस परिस्थिति में कल्पित कार्य विधि, साम्यावस्था समीकरण विधि से अधिक पसन्द किया जाता है? कल्पित विस्थापन क्या है? समझाइये।

(ख) W भार की एक भारी गोलाकार गेंद V-आकृति वाले गर्त, जिसके पार्श्व क्षैतिज से α तथा β पर नत हैं, पर टिकी हुयी है। प्रत्येक पार्श्व पर लगाया गया दाब ज्ञात कीजिये। घर्षण की उपेक्षा कीजिये।

(ग) कोरिऑलिस त्वरण अवयव क्या है? किस प्रकरण में यह घटित होता है? यह कैसे ज्ञात किया जाता है?

(घ) अर्हता (वैल्यू) अभियांत्रिकी में FAST आरेख को समझाइये। इसके क्या लाभ हैं?

(ङ) मृदु इस्पात कार्य-खण्ड के साथ, एक कार्बाइड औजार 48 m/min पर कर्तन करते हुये 2 घंटे की आयु देते हुये पाया गया। यदि टेलर का चर घातांक $n = 0{\cdot}27$ है, ज्ञात कीजिये—

(i) औजार की आयु, यदि वही औजार पिछले से 20 प्रतिशत अधिक गति से प्रयोग में लाया जाता है;

(ii) कर्तन गति का मान, यदि औजार की आयु 3 घंटे अपेक्षित है।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

2. *(a)* Derive the following relations in terms of elastic constants for an isotropic material :

$$E = 2C(1+\mu) = 3K(1-2\mu)$$

where, K = bulk modulus, E = modulus of elasticity, μ = Poisson's ratio, C = modulus of rigidity. 25

(b) A 30 m length of railway is to be laid in such a way that there is no stress in the rails at 10 °C. Determine the stress induced in the rails at 60 °C, if *(i)* there is no allowance for expansion and *(ii)* there is an expansion allowance of 8 mm per rail.

Young's modulus $= 2 \times 10^5$ N/mm^2

Coefficient of linear expansion

$= 12 \times 10^{-6}$ per °C

25

(क) एक समदैशिक पदार्थ के लिये प्रत्यास्थ स्थिरांकों के पदों में निम्न सम्बन्धों को व्युत्पन्न कीजिये :

$$E = 2C(1+\mu) = 3K(1-2\mu)$$

जहाँ K = आयतन मापांक, E = प्रत्यास्थता मापांक, μ = प्वासों अनुपात, C = दृढ़ता मापांक।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(ख) एक 30 m लम्बाई का रेल पथ इस प्रकार बिछाया जाना है कि रेलों में 10 °C पर कोई प्रतिबल न हो। रेलों में 60 °C पर प्रेरित प्रतिबल ज्ञात कीजिये, यदि *(i)* प्रसार के लिये कोई छूट नहीं है और *(ii)* प्रति रेल 8 mm की प्रसार छूट है।

यंग का मापांक $= 2 \times 10^5$ N/mm^2

रेखीय प्रसार का गुणांक $= 12 \times 10^{-6}$ प्रति °C

OR / अथवा

(a) A short column of rectangular cross-section 200 mm × 150 mm carries a load of 400 kN at a point 50 mm from longer side and 87·5 mm from shorter side. Find the maximum compressive stress in the section. 25

(b) State and prove Castigliano's theorem. 25

(क) 200 mm × 150 mm आयताकार अनुप्रस्थ काट का एक लघु स्तम्भ लम्बे किनारे से 50 mm तथा छोटे किनारे से 87·5 mm की दूरी के किसी बिन्दु पर 400 kN का भार वहन करता है। काट में अधिकतम सम्पीड्य प्रतिबल ज्ञात कीजिये।

(ख) केस्टिग्लियानो प्रमेय को बताइये तथा सिद्ध कीजिये।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

3. *(a)* The following data relate to two meshing gears :

Velocity ratio = $\frac{1}{3}$, module = 4 mm, pressure angle = 20°, centre distance = 200 mm

Find the number of teeth and the base circle radius of the gear wheel. 25

(b) What is a clutch? Make a sketch of a single-plate clutch and describe its working. 25

(क) निम्नलिखित आँकड़े दो मेशिंग गियरों को सम्बद्ध करते हैं :

वेग अनुपात = $\frac{1}{3}$, मॉड्यूल = 4 mm, दाब कोण = 20°, केन्द्र दूरी = 200 mm

गियर पहिया के दाँतों की संख्या तथा आधार वृत्त त्रिज्या ज्ञात कीजिये।

(ख) क्लच क्या है? एकल-प्लेट क्लच का रेखाचित्र बनाइये तथा इसका कार्यचालन समझाइये।

OR / अथवा

(a) What is the effect of centrifugal tension on the tight and slack sides of a belt drive? Derive the condition for maximum power transmitted by a belt drive considering the effect of centrifugal tension. 25

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(b) The following data refer to a single-cylinder reciprocating engine :

Mass of revolving parts = 30 kg at crank radius
Mass of reciprocating parts = 40 kg
Speed = 150 r.p.m.
Stroke = 350 mm

Determine the (i) balance mass required at a radius of 320 mm and (ii) unbalanced force when the crank has turned 45° from the top dead centre. 25

(क) एक बेल्ट चालन के कसे तथा ढीले किनारों पर अपकेन्द्री तनाव का क्या प्रभाव है? अपकेन्द्री तनाव के प्रभाव पर विचार करते हुये एक बेल्ट चालन द्वारा अधिकतम शक्ति प्रेषण के लिये दशा/शर्त व्युत्पन्न कीजिये।

(ख) एक एकल-सिलेन्डर प्रत्यागामी इन्जन के लिये निम्नलिखित आँकड़े दिये गये हैं :

परिक्रमी अवयवों का द्रव्यमान = 30 kg, क्रैन्क त्रिज्या पर
प्रत्यागामी अवयवों का द्रव्यमान = 40 kg
गति = 150 r.p.m.
आघात (स्ट्रोक) = 350 mm

ज्ञात कीजिये (i) 320 mm की त्रिज्या पर अपेक्षित सन्तुलित द्रव्यमान तथा (ii) असन्तुलित बल, जब क्रैन्क शीर्ष निष्क्रिय केन्द्र से 45° घूम चुका हो।

www.prepp.in

SECTION—II

खण्ड—II

4. (a) Define internal energy and show that it is a property of the system. 10

(b) What do you mean by fin effectiveness and fin efficiency? Why is the assumption of one-dimensional heat flow made in the analysis of fins? 10

(c) Distinguish between the following : 10

(i) Black body and Gray body

(ii) Absorptivity and Emissivity of a surface

(iii) Laminar and Turbulent flow

(d) Explain the physical significance of Biot number and Fourier number. Enlist the assumptions made in lumped capacity analysis. 10

(e) Describe briefly the various phases of combustion in CI engine. 10

(क) आन्तरिक ऊर्जा की परिभाषा दीजिये तथा दर्शाइये कि प्रणाली का यह एक गुण है।

(ख) फिन प्रभावशीलता तथा फिन दक्षता से आप क्या समझते हैं? फिन के विश्लेषण में एक-विमीय ऊष्मा प्रवाह की मान्यता क्यों है?

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(ग) निम्नलिखित में भेद कीजिये :

(i) श्याम पिण्ड तथा ग्रे पिण्ड

(ii) सतह की अवशोषकता तथा उत्सर्जकता

(iii) परतीय एवं प्रक्षुब्ध प्रवाह

(घ) बॉयट संख्या तथा फोरियर संख्या का भौतिक महत्त्व समझाइये। पिंडित क्षमता विश्लेषण में बनी हुयी मान्यताओं की सूची दीजिये।

(ङ) सी० आइ० इन्जन में दहन के विभिन्न चरणों का संक्षिप्त विवरण दीजिये।

5. (a) Describe the principle and working of bootstrap air-refrigeration system using neat diagram. 25

(b) Explain the actual vapour compression system on *p-h* chart clearly showing the variation from theoretical system. Discuss the effect of subcooling on the coefficient of performance of simple vapour compression refrigeration system. 25

(क) स्वच्छ चित्र का प्रयोग करते हुये बूटस्ट्रैप वायु-प्रशीतन प्रणाली का सिद्धान्त तथा कार्य समझाइये।

(ख) सैद्धान्तिक प्रणाली से स्पष्ट रूप से परिवर्तन दर्शाते हुये *p-h* चार्ट पर वास्तविक वाष्प सम्पीडन प्रणाली समझाइये। सरल वाष्प सम्पीडन प्रशीतन प्रणाली के निष्पादन गुणांक पर अवशीतलन के प्रभाव की चर्चा कीजिये।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

OR / अथवा

(a) At one stage of a multistage Parson's reaction turbine, the mean ring diameter is 1·4 m and the speed ratio is 0·7. If the rotor turns at 3000 r.p.m., determine *(i)* the blade inlet angle if the blade exit angle is 20° and *(ii)* the diagram efficiency. 25

(b) Discuss the influence of reheating, regeneration and intercooling on the performance of a gas turbine cycle. 25

(क) पार्सन की एक बहुचरण प्रतिक्रिया टरबाइन के एक चरण पर औसत रिंग व्यास 1·4 m है तथा गति अनुपात 0·7 है। यदि घूर्णक (रोटर) 3000 r.p.m. पर चक्कर लगता है, *(i)* ब्लेड प्रवेश कोण, यदि ब्लेड निकास कोण 20° है तथा *(ii)* डायग्राम दक्षता ज्ञात कीजिये।

(ख) एक गैस टरबाइन चक्र के निष्पादन पर पुनर्तापन, पुनर्जनन तथा अंतराशीतलन के प्रभाव की चर्चा कीजिये।

6. *(a)* Explain steam stop valve with reference to its function, location, construction and operation. 25

(b) A Pelton turbine running at 720 r.p.m. uses 300 kg of water per second. If the head available is 425 m, determine the hydraulic efficiency. The direction of jet at inlet is parallel to tangential velocity of runner. The bucket deflects the jet by 165°. Also find the diameter of runner

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

and jet. The coefficient of velocity for the nozzle is 0·97. The velocity ratio is 0·46. The relative velocity at exit is 0·9 times the relative velocity at inlet. 25

(क) कार्य, स्थिति, बनावट तथा प्रचालन के संदर्भ में भाप स्टॉप वाल्व को समझाइये।

(ख) 720 r.p.m. पर चलते हुये एक पेल्टन टरबाइन 300 kg का जल प्रति सेकेण्ड प्रयोग में लाती है। हाइड्रॉलिक दक्षता ज्ञात कीजिये यदि उपलब्ध शीर्ष 425 m है। प्रवेश पर जेट की दिशा, रनर के स्पर्शीय वेग के समानान्तर है। बकेट, जेट को 165° मोड़ती है। रनर तथा जेट का व्यास भी ज्ञात कीजिये। तुण्ड के लिये वेग गुणांक 0·97 है। वेग अनुपात 0·46 है। निकास पर सापेक्ष वेग, प्रवेश पर सापेक्ष वेग का 0·9 गुना है।

OR / अथवा

(a) Explain the following terms : 25

(i) Degree of saturation

(ii) Specific humidity

(iii) Relative humidity

(iv) Dew-point temperature

(v) Thermodynamic wet-bulb temperature

(b) Liquid sodium is to be heated from 120 °C to 149 °C at a rate of 2·3 kg/s in a 2·5 cm diameter electrically heated tube (constant heat flux). Calculate the minimum length of the tube if its wall temperature is not to exceed 200 °C.

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

The properties of sodium at 134·5 °C are density = 916 kg/m^3, kinematic viscosity = $0 \cdot 594 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$, Prandtl number = 0·0087, specific heat at constant pressure = 1·3565 kJ/kg-K, thermal conductivity $= 84 \cdot 9 \frac{W}{mK}$. Use the relation $\overline{Nu} = 4 \cdot 83 + 0 \cdot 0185 Pe^{0 \cdot 827}$. 25

(क) निम्नलिखित पदों को समझाइये :

(i) संतृप्ति की मात्रा

(ii) विशिष्ट आर्द्रता

(iii) सापेक्ष आर्द्रता

(iv) ओसांक

(v) ऊष्मागतिक आर्द्र-बल्ब तापमान

(ख) 2·5 cm व्यास की विद्युत् से तापित नलिका (स्थिर ऊष्मा फ्लक्स) में द्रव सोडियम को 120 °C से 149 °C तक 2·3 kg/s की दर से तापित किया जाना है। यदि दीवार का तापमान 200 °C से ज्यादा न हो सके, नलिका की न्यूनतम लम्बाई ज्ञात कीजिये। 134·5 °C पर सोडियम के गुण हैं : घनत्व = 916 kg/m^3, गतिक श्यानता $= 0 \cdot 594 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$, प्रांड्ल संख्या = 0·0087, स्थिर दाब पर विशिष्ट ऊष्मा = 1·3565 kJ/kg-K, ऊष्मा चालकता $= 84 \cdot 9 \frac{W}{mK}$. $\overline{Nu} = 4 \cdot 83 + 0 \cdot 0185 Pe^{0 \cdot 827}$ सम्बन्ध का प्रयोग कीजिये।

★★★