Download UPPSC/UPPCS Mains 2019 Optional Exam Question Paper

"Mechanical Engineering (Paper-2)"

"Held on 26-09-2020"

No. of Printed Pages : 11

Serial No.

GLPC – 26/19-Paper-II

यांत्रिक अभियांत्रिकी (प्रश्न-पत्र – II)

MECHANICAL ENGINEERING (Paper – II)

निर्धारित समय : तीन घंटे] [अधिकतम अंक : 200

Time Allowed : Three Hours] [Maximum Marks : 200

विशेष अनुदेश :

(i) अभ्यर्थी प्रत्येक भाग से कम से कम दो प्रश्न चुनते हुये पाँच प्रश्नों के उत्तर दें।

(ii) सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

(iii) प्रयुक्त संकेतांक आम अर्थ रखते हैं।

(iv) स्टीम टेबल, रेफ्रीजरेशन टेबल तथा साइक्रोमेटिक चार्ट का प्रयोग अनुमन्य है।

Specific Instructions : (i) Candidates should attempt **five** questions in all, selecting atleast **two** questions from **each** Section.

(ii) **All** questions carry **equal** marks.

(iii) Notations used have **usual** meaning.

(iv) Use of steam tables, refrigeration tables and psychromatic chart is **permitted**.

खण्ड – अ/SECTION – A

1. (a) यदि $u = f(T, v)$ तथा $h = f(T, p)$ हो, तो सिद्ध कीजिये कि $d\mu = C_v dT + \left\{\frac{T\beta}{k} - p\right\} dv$ तथा $dh = C_p dT + v(1 - \beta T)dp$। 15

If $u = f(T, v)$ and $h = f(T, p)$, prove that $d\mu = C_v dT + \left\{\frac{T\beta}{k} - p\right\} dv$ and $dh = C_p dT + v(1 - \beta T)dp$.

Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner

(b) जल का एक द्रव्यमान T_1 तापमान पर, नियत दाब पर तथा रुद्धोष्म रूप से समान द्रव्यमान के एक जल से जो कि T_2 तापमान पर है, मिलाया जाता है। सिद्ध कीजिये कि

$$\Delta s_{\text{यूनीवर्स}} = 2m\, C_p \ln \left\{ \frac{(T_1 + T_2)/2}{\sqrt{T_1 . T_2}} \right\}$$ तथा सिद्ध कीजिये कि इसका मान धनात्मक है। **15**

A mass of water at temperature T_1 is isobasically and adiabatically mixed with an equal mass of water at temperature T_2. Show that

$$\Delta s_{\text{universe}} = 2m\, C_p \ln \left\{ \frac{(T_1 + T_2)/2}{\sqrt{T_1 . T_2}} \right\}$$ and prove that this is positive.

(c) प्रशीतकों के वांछित ऊष्मगतिकीय, रासायनिक एवं भौतिक गुणों को लिखिये। **10**

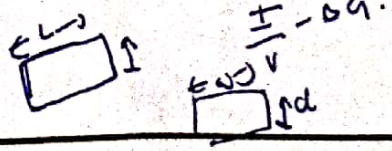
Write down the desired thermodynamic, chemical and physical properties of refrigerants.

2. (a) (i) एक प्लवमान पिण्ड के लिये मेटासेन्टर (आप्लव केन्द्र) का अर्थ समझाइये तथा स्थिर, अस्थिर एवं तटस्थ (उदासीन) संतुलन से गुरुत्व केन्द्र से इसके सम्बन्ध को दर्शाइये।

Explain the meaning of metacentre for a floating body and mention its relation with centre of gravity for the stable, unstable and neutral equilibrium.

(ii) एक आयताकार पीपा (पॉन्टून) 5 m लम्बा, 3 m चौड़ा तथा 1.2 m ऊँचा है। पीपे के डूबने की गहराई 0.80 m पानी में है। यदि पीपे के नीचे के तल से गुरुत्व केन्द्र 0.6 m ऊपर है, तो आप्लव केन्द्र की ऊँचाई ज्ञात कीजिये। पानी का घनत्व 1025 kg/m^3 है। **(8+7=15)**

A rectangular Pontoon is 5 m long, 3 m wide and 1.2 m high. The depth of immersion of the Pontoon is 0.80 m in water. If the centre of gravity is 0.6 m above the bottom of the Pontoon, determine the metacentric height. The density of water is 1025 kg/m^3.



Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner

(b) (i) बर्नौली प्रमेय लिखिये तथा इसमें की गई अभिधारणाओं का उल्लेख कीजिये । इसके उपयोगों को भी लिखिये ।

Write the Bernoulli's theorem and mention the assumptions made. Also write its applications.

(ii) 0.7 आपेक्षिक घनत्व वाला एक तेल 500 लीटर/से. की दर से 30 सें.मी. ब्यास वाले एक पाइप में प्रवाहित हो रहा है । घर्षण के कारण उत्पन्न शीर्ष हानि की गणना कीजिये तथा आवश्यक शक्ति को ज्ञात कीजिये जो कि पाइप के 100 मीटर लम्बाई में बहाव को संरक्षित कर सके । $\nu = 0.29$ स्टोक्स लीजिये । **(8+7 = 15)**

An oil of specific gravity 0.7 is flowing through a pipe of diameter 30 cms at the rate of 500 litres/sec. Find the head lost due to friction and power required to maintain the flow rate for a length of 100 metres.

Take $\nu = 0.29$ stokes.

(c) दो विशाल समानान्तर प्लेटें 800°C तथा 300°C के तापमान पर रखी हैं । उनकी उत्सर्जकतायें क्रमशः 0.3 तथा 0.5 हैं । दोनों के बीच में एक पॉलिश की हुई एल्यूमीनियम शील्ड ($\epsilon = 0.05$) रख दी जाती है । इस स्थिति में दोनों प्लेटों के बीच ऊष्मा संचरण की दर में हुई प्रतिशत कमी का आकलन कीजिये । **10**

Emissivities of two large parallel plates, maintained at 800°C and 300°C are 0.3 and 0.5 respectively. Find the percentage reduction in heat transfer between the plates when a polished aluminium shield ($\epsilon = 0.05$) is placed between them.

3. (a) एक सन्तुलित प्रतिप्रवाही ऊष्मा विनिमयक में, जहाँ $\dot{m}_c C_{p,c} = \dot{m}_h C_{p,h}$ है, प्रदर्शित कीजिये कि **15**

(i) किसी परिच्छेद के लिये $\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T$ ।

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

In a balanced counter flow heat exchanger, when $\dot{m}_c C_{p,c} = \dot{m}_h C_{p,h}$ show that

(i) $\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T$ at any section.

(ii) The temperature profiles of two fluids are parallel and linear.

Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner

(b) एक वाष्प सम्पीडन प्रशीतन चक्र 10 bar तथा 3 bar की दाब सीमाओं के बीच कार्य करता है। सम्पीडन के अंत में कार्यकारी तरल शुष्क रहता है और प्रसार वाल्व के पहिले कोई अवशीतन नहीं होता है। अगर प्रशीतक की प्रवाह दर 10 kg/min हो, तो ज्ञात कीजिये 15

(i) निष्पादन गुणांक।

(ii) प्रशीतित की क्षमता।

A vapour compression refrigeration cycle works between pressure limits of 10 bar and 3 bar. The working fluid is dry at the end of compression and there is no undercooling before the expansion valve. If the refrigerant flow rate is 10 kg/min, determine

(i) COP.

(ii) The capacity of the refrigerator.

(c) प्रशीतन के अमोनिया जल वाष्प अवशोषण निकाय का खंड आरेख खींचे तथा इसकी कार्य पद्धति को समझाइये। सिद्ध कीजिये कि वाष्प अवशोषण निकाय का निष्पादन गुणांक, कार्नोट साइकल की दक्षता तथा कार्नोट प्रशीतन निकाय (रेफ्रीजरेटर) के निष्पादन गुणांक का गुणनफल होता है। 10

Draw the block diagram of Ammonia water vapour absorption system of refrigeration and explain its functioning. Prove that the COP of vapour absorption system is equal to the product of COP of Carnot refrigerator and efficiency of Carnot cycle.

4. किन्हीं चार पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

Write short notes on any four of the following :

(i) ऊष्मगतिकीय के दूसरे नियम के दोनों कथन तथा उनकी तुल्यता। 10

Two statements of the second law of thermodynamics and their equivalence.

(ii) वर्षभर चलने वाला वातानुकूलन निकाय। 10

Year round air-conditioning system.

Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner

(iii) फिन दक्षता तथा प्रभाविकता । 10

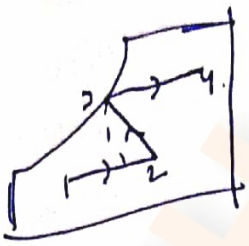
Fin efficiency and effectiveness.

(iv) विमीय विश्लेषण । 10

Dimensional analysis.

(v) क्लेपयेरान समीकरण । 10

Clapeyron equation.



$$\frac{dp}{dT} = \frac{l}{T(v_g - v_f)}$$

खण्ड – ब/SECTION – B

5. (a) एक 4-स्ट्रोक, 2-सिलिण्डर डीज़ल इंजन के लिये निम्न आँकड़ा एकत्रित किया गया : 25

पिस्टन स्ट्रोक (घात) = 60 cm

सिलिण्डर का ब्यास = 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 कैलोरी मान = 43000 kJ/kg

ईंधन का हाइड्रोजन अंश = 13% तथा शेष कार्बन

वायु खपत = 30 kg/min

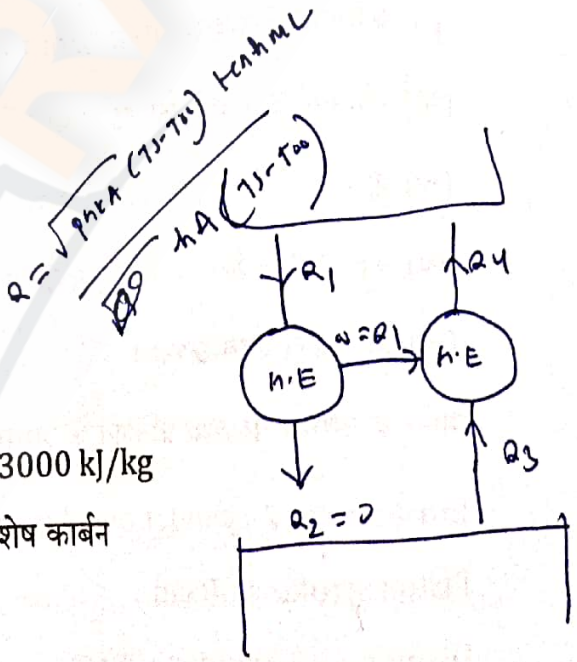
शीतलन जल संचरण = 90 kg/min

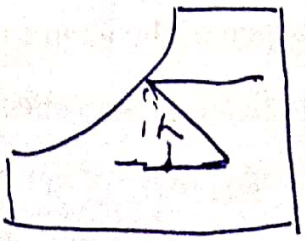
शीतलन जल के तापमान में वृद्धि = 38°C

पिस्टन शीतलन के लिये प्रयुक्त तेल = 45 kg/min

शीतलन तेल के तापमान में वृद्धि = 23°C

जल की C_p = 4.18 kJ/kg-K





Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner

शीतलन 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

प्रति मिनिट निम्न राशियों की गणना कीजिये ।

(i) उपयोगी ब्रेक शक्ति (BP) में परिवर्तित ऊष्मा ।

(ii) शीतलन जल द्वारा ली गई ऊष्मा ।

(iii) शीतलन तेल द्वारा ली गई ऊष्मा ।

(iv) शुष्क रेचन गैसों द्वारा ली गई ऊष्मा ।

(v) जलवाष्प के विरचन में प्रयुक्त ऊष्मा ।

(vi) ईंधन द्वारा प्रदत्त ऊष्मा ।

मिनिट के आधार पर तथा प्रतिशत के आधार पर ऊष्मा संतुलन शीट भी बनाइये ।

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

Piston stroke = 60 cm

Diameter of 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

Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner

C.V. 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

Find the following quantities per minute.

(i) Heat converted to useful Brake Power (BP). [23%]

(ii) Heat carried away by cooling water. [14295.6]

(iii) Heat carried away by cooling oil. [2277]

(iv) Heat carried away by dry exhaust gases. [13851.9]

(v) Heat carried away by steam formed. [3534.12]

(vi) Heat supplied by fuel. [57333.3]

Draw up also a heat balance sheet on minute basis and percentage basis.

Downloaded from: http://studymarathon.com/

Scanned with CamScanner

(b) (i) SI तथा CI इंजनों में ज्वलन की अवस्थाओं की व्याख्या कीजिए ।

Explain the stages of combustion in SI and CI engines.

(ii) SI और CI इंजनों में नॉक (knock) की घटना की व्याख्या कीजिए । (8+7=15)

Explain the phenomenon of knock in SI and CI engines.

6. (a) आधुनिक वाष्पित्रों में साधारण वाष्पित्रों की तुलना में कौन-से विशिष्ट अभिलक्षण होते हैं ? एक आधुनिक वाष्पित्र की कार्य प्रणाली सचित्र समझाइये । 15

In comparison with ordinary boilers what special features are obtained in modern boilers ? With the help of a neat sketch, describe the working of a modern boiler.

(b) (i) एक अभिसारी-अपसारी तुंड (नोजल) में पश्च दाब के परिवर्तन का द्रव्यमान प्रवाह दर पर तथा दाब वितरण पर क्या प्रभाव होगा, विवेचना कीजिये ।

Discuss the effect of variation of back pressure on mass flow rate and pressure distribution in a convergent-divergent nozzle.

(ii) तुण्डों (नोजलों) में भाप के अतिसन्तृप्त प्रवाह से आप क्या अर्थ निकालते हैं ? (7+8=15)

What do you mean by supersaturated flow of steam in nozzles ?

(c) यद्यपि वेग-संयोजित आवेग टरबाइन कम दक्ष (एफिशिएंट) होते हैं, उच्च दाब की आरम्भिक अवस्थाओं में टरबाइन सामान्यत: वेग-संयोजित होते हैं । ऐसा क्यों है ? वेग-संयोजित और दाब-संयोजित आवेग टरबाइनों में दाब और वेगों के विचारण का आरेख बनाइये । 10

Even though velocity-compounded impulse turbines are less efficient, in the initial stages of high pressure turbines are normally velocity-compounded. Why ? Plot the variation of pressure and velocities in velocity-compounded and pressure-compounded impulse turbines.

Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner

7. (a) एक आवेग टरबाइन के संगत आँकड़े निम्नलिखित हैं :

ब्लेड की चाल = 300 m/s

नोजल में समएन्ट्रॉपी एन्थैल्पी की गिरावट = 450 kJ/kg

नोजल की दक्षता = 0.9

नोजल का कोण = 20°

ब्लेड का वेग गुणांक = 0.85

ब्लेड का निर्गम कोण = 25°

ब्लेड का वेग आरेख को बनाइये और 1 kg/s की द्रव्यमान प्रवाह दर के लिये निम्नलिखित का परिकलन कीजिये :

(i) चल ब्लेड का प्रवेश कोण ।

(ii) अक्षीय प्रणोद ।

(iii) चक्के पर चालन बल ।

(iv) आरेख शक्ति (डायग्राम पावर) ।

(v) घर्षण के कारण ब्लेड़ों में ऊर्जा का क्षय । 15

The data pertaining to an impulse turbine are as follows :

Blade speed = 300 m/s

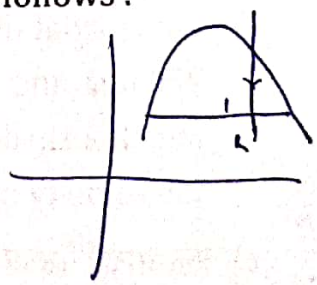
Isentropic enthalpy drop in nozzles = 450 kJ/kg

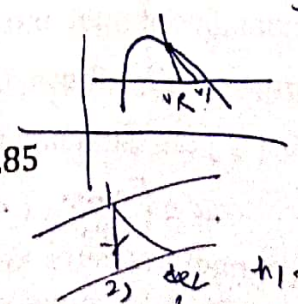
Nozzle efficiency = 0.9

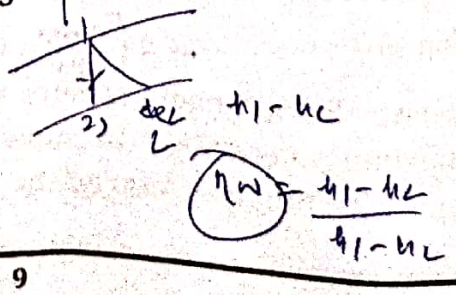
Nozzle angle = 20°

Blade velocity coefficient = 0.85

Blade exit angle = 25°







Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner

Sketch the blade velocity diagram and calculate for a mass flow rate 1 kg/s of the following :

(i) The inlet angle of the moving blade. 29.4°

(ii) The axial thrust. 82.6 N

(iii) The driving force on the wheel. 1029.25 N

(iv) The diagram power. 308.775 kW

(v) The energy lost in blades due to friction. 54.52 kW

(b) एक अपकेन्द्री सम्पीडक 16000 r.p.m. पर चल रहा है, 17°C पर वायु अन्दर लेकर उसे दाब अनुपात 4 : 1 पर समएन्ट्रॉपी 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 । इम्पैलर टिप आँख का माध्य ब्यास 200 mm एवं हवा की प्रवेश पर परम गति 120 m/s है । इम्पैलर टिप का ब्यास ज्ञात कीजिए । C_p = 1.005 kg/kg-K तथा γ = 1.4 है । वेग त्रिकोणों का चित्र प्रवेश एवं निर्गम पर बनाइये । 15

A centrifugal compressor running at 16000 r.p.m. 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 tip eye is 200 mm and the absolute velocity at inlet is 120 m/s. Calculate the impeller tip diameter. Take C_p = 1.005 kg/kg-K and γ = 1.4. Also draw the velocity triangles at inlet and impeller exit. D ≈ 527.2 mm

(c) एक आदर्श गैस टरबाइन संयंत्र में अधिकतम निवलकार्य (network) के लिये अनुकूलतम दाब अनुपात निकालिये । T-s चित्र की सहायता से यह दर्शाये कि अनुकूलतम दाब अनुपात होता भी है । 10

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.

Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner

8. किन्हीं **चार** पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

Write short notes on **any four** of the following :

(i) पवन ऊर्जा संयंत्र । **10**

Wind Power Plant.

(ii) अक्षीय प्रवाह सम्पीडक । **10**

Axial Flow compressor.

(iii) शीतलन मीनार । **10**

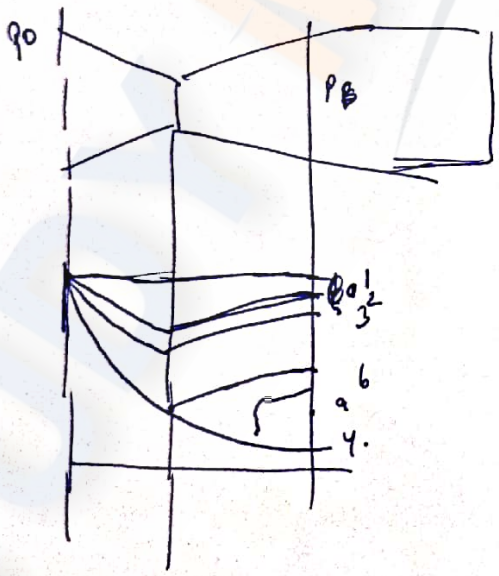
Cooling Tower.

(iv) स्टीम शक्ति संयंत्र में ईंधन के निर्वाह (उढाने-रखने) का निकाय । **10**

Fuel handling system in steam power plant.

(v) मल्टी प्वांइट फ्यूल इन्जेक्शन । **10**

Multi point fuel injection.



Downloaded from: http://studymarathon.com/
Scanned with CamScanner