Roll No:-_____

(Sem-3_OBE) Diploma Exam 2025 (Odd) Supp/Comp

[Time: 3 Hours] **Fire Tech. and Safety (Theory)** **[Full. Marks: 70]**

Thermal Engg.

(T2448303)

- All questions are compulsory. (सभी प्रश्न अनिवार्य है।)

- Marks are mentioned on the right side of each question. (अंक सभी प्रश्न के दाई ओर अंकित किये है।)

Group (A) (ग्रुप -ए)

Q.1 Answer all questions as directed. (2x10=20)
(निर्देशानुसार सभी प्रश्नों के उत्तर दें)

	Marks	CO	BL
a) Entropy generation for a completely reversible process is _____. (maximum, minimum, zero, positive) पूर्णत: प्रतिलोम प्रक्रम के लिए एन्ट्रॉपी सृजन _____ होती है। (अधिकतम, न्यूनतम, शून्य, धनात्मक)	2	1	1
b) For an irreversible process in an isolated system, entropy change of the system is _____. (decreases, zero, increases, depends on path) एक पृथक तंत्र में अपरिवर्तनीय प्रक्रम के लिए तंत्र की एन्ट्रॉपी परिवर्तन □□□□□ ____ होती है। (घटती है, शून्य, बढ़ती है, पथ पर निर्भर)	2	1	2
c) The enthalpy change of an ideal gas depends only on its initial and final temperatures, not on pressure change. (True/False) आदर्श गैस के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन केवल प्रारम्भिक और अन्तिम तापमान पर निर्भर करता है, दाब परिवर्तन पर नहीं। (सत्य/असत्य)	2	2	1
d) The entropy change of mixing two ideal gases is _____ the sum of individual entropies. (less than, equal to, greater than, unrelated to) दो आदर्श गैसों के मिश्रण की एन्ट्रॉपी परिवर्तन, व्यक्तिगत एन्ट्रॉपी का योगफल की तुलना में _____ होती है। (कम, बराबर, अधिक, असंबद्ध)	2	2	2
e) In an ideal Rankine cycle, the turbine expansion is assumed to be _____. (isobaric, isothermal, isentropic, isenthalpic)	2	3	2

आदर्श रैंकाइन चक्र में, टरबाइन प्रसार को _____ माना जाता है। (समदाबी, समतापी, समएन्ट्रॉपी, समएन्थैल्पी)			
f) The purpose of regenerative feedwater heating is to_____. (increase turbine work, reduce heat input by preheating feedwater, raise condenser pressure, superheat the steam) पुनर्जीवित आहार जल ऊष्मन का उद्देश्य _____ है। (टरबाइन कार्य बढ़ाना, आहार जल को पहले से गर्म करके ऊष्मा इनपुट घटाना, संघनित्र दाब बढ़ाना, वाष्प का अधितापन)	2	3	3
g) In a two-stage compressor with perfect intercooling, the total work input is _____ than in a single stage for the same overall pressure ratio. (greater, equal, less, no relation) पूर्ण मध्य-शीतन वाले द्विस्तरीय संपीडक में, समान कुल दाब अनुपात के लिए कुल कार्य निवेश एक-स्तरीय की तुलना में _____ होता है। (अधिक, बराबर, कम, कोई सम्बन्ध नहीं)	2	4	3
h) The theoretical (isentropic) work of compression is always less than the actual work due to irreversibilities. (True/False) सैद्धान्तिक (समएन्ट्रॉपी) संपीड़न कार्य सदैव वास्तविक कार्य से कम होता है क्योंकि अपरिवर्तनीयताएँ होती हैं। (सत्य/असत्य)	2	4	1
i) The Mach number at which flow chokes (sonic condition) is_____. (0.5, 1.0,1.5, 2) जिस माख संख्या पर प्रवाह घुटता है (ध्वनि स्थिति), वह _____ है। (0.5, 1.0, 1.5, 2)	2	5	2
j) Mayer's relation for an ideal gas is _____. $(C_p - C_v = R\ ,\ C_p - C_v = 0\ ,\ C_p/C_v = k\ ,\ C_p \times C_v = R\ )$ आदर्श गैस के लिए मेयर सम्बन्ध _____ है। $(C_p - C_v = R\ ,\ C_p - C_v = 0\ ,\ C_p/C_v = k\ ,\ C_p \times C_v = R\ )$	2	5	1

Group (B) (ग्रुप -बी)

Answer all five questions. **4x5=20**
(सभी पाँच प्रश्नों के उत्तर दें|)

Q.2	Explain the entropy generation principle and show that the entropy of an isolated system never decreases (i.e., $\Delta S_universe \geq 0$). एन्ट्रॉपी सृजन सिद्धान्त समझाइए और दिखाइए कि पृथक तंत्र की एन्ट्रॉपी कभी घटती नहीं है (अर्थात् $\Delta S_$विश्व ≥ 0)।	4	1	2
	OR (अथवा)			
	Compute the entropy change when 2 kg of water is heated from 293 K to 353 K at constant pressure, given C_p=4.2 kJ/kg·K. 2 किलोग्राम जल को 293 K से 353 K तक स्थिर दाब पर गर्म करने पर एन्ट्रॉपी परिवर्तन ज्ञात कीजिए, यदि C_p=4.2 kJ/kg·K हो।	4	1	2
Q.3	Describe the Law of Corresponding States and its implication for reduced variables of different gases. समान्तर अवस्थाओं का नियम समझाइए और विभिन्न गैसों के अपकृत चरों पर इसका प्रभाव बताइए।	4	2	1
	OR (अथवा)			
	Calculate the work done in compressing 0.1 m³ of air (ideal gas) isothermally at 300 K from 1 atm to 5 atm. 0.1 m³ वायु (आदर्श गैस) को 300 K पर 1 atm से 5 atm तक समतापीय संपीड़न करने पर किया गया कार्य ज्ञात कीजिए।	4	2	1
Q.4	Explain the Rankine cycle using a *T-S* diagram, and derive the cycle efficiency in terms of enthalpies at key points. *T-S* आलेख की सहायता से रैंकाइन चक्र समझाइए और प्रमुख बिन्दुओं पर एन्थैल्पी के रूप में चक्र दक्षता व्युत्पन्न कीजिए।	4	3	2
	OR (अथवा)			
	Given boiler pressure 100 bar, condenser pressure 0.1 bar, and turbine inlet dry saturated steam, compute the net work output per kg of steam. यदि उबालक दाब 100 bar, संघनित्र दाब 0.1 bar और टरबाइन प्रविष्टि पर शुष्क संतृप्त वाष्प हो, तो प्रति किलोग्राम वाष्प का शुद्ध कार्य उत्पादन ज्ञात कीजिए।	4	3	2
Q.5	Explain the volumetric efficiency of a reciprocating compressor and derive its expression considering clearance volume. आवर्तक संपीडक की आयतनिक दक्षता समझाइए और शेष आयतन को ध्यान में रखते हुए इसका व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।	4	4	3
	OR (अथवा)			
	A single-stage reciprocating air compressor has a swept volume of 0.2 m³, clearance volume 5%, inlet pressure 1 bar, outlet pressure 8 bar, and $n = 1.3$. Calculate the volumetric efficiency.	4	4	3

एक एक-स्तरीय आवर्तक वायु संपीडक का आवर्त आयतन 0.2 m³, शेष आयतन 5%, प्रविष्टि दाब 1 bar, निर्गम दाब 8 bar तथा $n = 1.3$ है। आयतनिक दक्षता ज्ञात कीजिए।			
Q.6 Explain the Joule–Kelvin effect and derive the condition for which an ideal gas has a Joule–Kelvin coefficient $\mu_{JT} = 0$. जूल–केल्विन प्रभाव समझाइए और वह दशा व्युत्पन्न कीजिए जिसके लिए आदर्श गैस का जूल–केल्विन गुणांक $\mu_{JT} = 0$ हो।	4	5	1
OR (अथवा)			
Calculate the speed of sound in air at 300 K ($a = \sqrt{\gamma RT}$, $\gamma = 1.4$). वायु में 300 K पर ध्वनि का वेग ज्ञात कीजिए ($a = \sqrt{\gamma RT}$, $\gamma = 1.4$)।	4	5	1
Group (C) (ग्रुप - सी)			
Answer all five questions. **6x5=30** **(सभी पाँच प्रश्नों के उत्तर दें।)**	6	1	2
Q.7 Prove the Clausius inequality $\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$ for any cyclic process, starting from the definition of entropy and using a reversible Carnot engine. किसी भी चक्रीय प्रक्रम के लिए क्लॉसियस असमानता $\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$ सिद्ध कीजिए, एन्ट्रॉपी की परिभाषा और प्रतिलोम कार्नोट इंजन के प्रयोग से।			
OR (अथवा)			
An ideal gas undergoes a polytropic compression from P_1=1 bar, V_1=0.1 m³ to P_2=5 bar. If the polytropic index n=1.3 and the gas has k=1.4 , find the work done and entropy generation. एक आदर्श गैस P_1 =1 bar, V_1=0.1 से P_2 =5 bar तक बहुपदीय संपीड़न करती है। यदि n=1.3 तथा गैस के लिए k =1.4 हो, तो किया गया कार्य और एन्ट्रॉपी सृजन ज्ञात कीजिए।	6	1	2
Q.8 Derive the relation between C_p and C_v for an ideal gas using the definition of enthalpy and internal energy. एन्थैल्पी और आन्तरिक ऊर्जा की परिभाषा का उपयोग कर आदर्श गैस के लिए C_p और C_v के बीच सम्बन्ध व्युत्पन्न कीजिए।	6	2	1
OR (अथवा)			
Calculate the entropy generation in a closed system when 100 kJ of heat is irreversibly lost to the environment at 300 K. एक बन्द तंत्र में जब 100 kJ ऊष्मा अपरिवर्तनीय रूप से 300 K ताप पर परिवेश को खो दी जाती है, तब एन्ट्रॉपी सृजन ज्ञात कीजिए।	6	2	1

Q.9	Derive expressions for the work output and heat input of a Rankine cycle with one reheating stage. एक पुनःऊष्मन चरण वाले रैंकाइन चक्र के कार्य उत्पादन और ऊष्मा निवेश के व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। **OR (अथवा)** Show that for a given boiler and condenser pressure, superheating always increases the work output in the turbine. दिखाइए कि निश्चित उबालक और संघनित्र दाब पर, अधितापन सदैव टरबाइन में कार्य उत्पादन को बढ़ाता है।	6 6	3 3	2 2
Q.10	For a two-stage compressor with intercooling to the initial temperature, derive the optimum intermediate pressure to minimize work (using equal pressure ratio assumption). मध्य-शीतन सहित द्विस्तरीय संपीडक के लिए, न्यूनतम कार्य हेतु, समान दाब अनुपात मान्य करते हुए, इष्टतम मध्य दाब व्युत्पन्न कीजिए। **OR (अथवा)** A refrigeration compressor takes in refrigerant vapor at low pressure and compresses it to high pressure. Explain how the concepts of volumetric efficiency and clearance apply to such compressors. एक प्रशीतन संपीडक, प्रशीतक वाष्प को निम्न दाब से लेकर उच्च दाब तक संपीड़ित करता है। समझाइए कि आयतनिक दक्षता और शेष आयतन की अवधारणाएँ ऐसे संपीडकों में कैसे लागू होती हैं।	6 6	4 4	1 1
Q.11	Derive the relation for pressure ratio p_0/p across a normal shock for a perfect gas in terms of upstream Mach number. सिद्ध कीजिए कि एक सामान्य आघात के पार दाब अनुपात p_0/p, एक आदर्श गैस के लिए अग्रगामी माख संख्या के रूप में क्या होगा। **OR (अथवा)** For a constant C_p ideal gas, integrate the *T–dS* relation to show $s_2 - s_1 = C_p ln(T_2/T_1) - Rln(P_2/P_1)$. स्थिर C_p आदर्श गैस के लिए *T–dS* सम्बन्ध का समाकलन कर दिखाइए: $s_2 - s_1 = C_p ln(T_2/T_1) - Rln(P_2/P_1)$.	6 6	5 5	3 3