Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Civil Services (Main) Examination, 2024

PHKM-B-MCH

यांत्रिक इंजीनियरी / MECHANICAL ENGINEERING

प्रश्न-पत्र II / Paper II

निर्धारित समय : तीन घंटे
Time Allowed : **Three** Hours

अधिकतम अंक : **250**
Maximum Marks : **250**

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश

कृपया प्रश्नों के उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित प्रत्येक अनुदेश को ध्यानपूर्वक पढ़ें :

*इसमें **आठ** प्रश्न हैं जो **दो खण्डों** में विभाजित हैं तथा **हिन्दी** और **अंग्रेज़ी** दोनों में छपे हुए हैं ।*

*परीक्षार्थी 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 किन्हीं **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए ।*

प्रत्येक प्रश्न/भाग के 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 (क्यू.सी.ए.) पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए । प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे ।

प्रश्न का उत्तर देने के लिए यदि कोई पूर्वधारणाएँ बनाई गई हों, तो उन्हें स्पष्ट रूप से निर्दिष्ट कीजिए ।

जहाँ आवश्यक हो, आरेखों व चित्राकृतियों को, प्रश्न का उत्तर देने के लिए दिए गए स्थान में ही बनाइए ।

जब तक उल्लिखित न हो, संकेत तथा शब्दावली प्रचलित मानक अर्थों में प्रयुक्त हैं ।

प्रश्नों के उत्तरों की गणना क्रमानुसार की जाएगी । यदि काटा नहीं हो, तो प्रश्न के उत्तर की गणना की जाएगी चाहे वह उत्तर अंशतः दिया गया हो । प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू.सी.ए.) पुस्तिका में खाली छोड़ा हुआ पृष्ठ या उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए ।

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.*

*Questions no. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, any **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 a 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 meanings.

Attempts of questions shall be counted in sequential 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 (QCA) Booklet must be clearly struck off.

Download FREE UPSC E-BOOKS FREE! CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

खण्ड A
SECTION A

Q1. (a) एक पिस्टन-सिलिन्डर विन्यास में 2 gm वायु की मात्रा स्थैतिक-कल्प प्रक्रमों के निम्नलिखित अनुक्रम से गुज़रती है :

(i) एक रुद्धोष्म प्रसार जिसमें आयतन दुगुना हो जाता है।

(ii) एक स्थिर दाब प्रक्रम जिसमें आयतन को घटाकर उसके प्रारंभिक मान तक ले आते हैं।

(iii) एक स्थिर आयतन संपीडन जो घूमकर अपनी प्रारंभिक अवस्था में आ जाता है।

वायु प्रारंभ में 150°C व 5 atm पर है। प्रक्रमों के अनुक्रम में वायु पर किए गए नेट कार्य का परिकलन कीजिए।

A 2 gm quantity of air undergoes the following sequence of quasi-static processes in a piston-cylinder arrangement :

(i) An adiabatic expansion in which the volume doubles.

(ii) A constant pressure process in which the volume is reduced to its initial value.

(iii) A constant volume compression back to the initial state.

The air is initially at 150°C and 5 atm. Calculate net work on the air in the sequence of processes. *10*

(b) एक तुंड पर विचार कीजिए जिसका अन्तर्गम क्षेत्रफल 'A_1' व निर्गम क्षेत्रफल 'A_2' है। उसके अन्तर्गम पर वेग 'V_1' व निर्गम पर 'V_2' है। यह तुंड असंपीड्य तरल ($V_2 > V_1$) को त्वरित करता है एवं दाब को कम करता है। क्या यह तुंड किसी परिस्थिति में तरल को वित्वरित कर सकता है ? यदि हाँ, तो अपने उत्तर को सांतत्य, संवेग व ऊर्जा समीकरणों की सहायता से उचित सिद्ध कीजिए।

Consider a nozzle of inlet area 'A_1' and outlet area 'A_2'. The velocity is 'V_1' at inlet and 'V_2' at outlet. This nozzle accelerates the incompressible fluid ($V_2 > V_1$) and decreases the pressure. Can this nozzle in any condition, deaccelerate the fluid ? If yes, then justify your answer with the help of continuity, momentum and energy equations. *10*

PH

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

(c) एक अपरिमित लम्बाई के "L" m मोटाई के पट्ट, जो कि एक-विमीय स्थायी दशा ऊष्मा चालन के अन्तर्गत है, के तापमान वितरण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। पट्ट समान रूप से $\dot{q}$ W/m^3 की ऊष्मा उत्पन्न करता है। उसकी एक सतह पूर्ण रूप से रोधित है तथा दूसरी सतह T_w°C के स्थिर ताप पर अनुरक्षित है। अधिकतम व न्यूनतम तापमान तथा स्थान निर्धारण का स्पष्ट रूप से उल्लेख करते हुए तापमान प्रोफाइल भी बनाइए।

Deduce an expression for the temperature distribution in an infinite long slab of thickness "L" m under one-dimensional steady state heat conduction. The slab uniformly generates heat of $\dot{q}$ W/m^3. One of its surfaces is perfectly insulated and the other surface is maintained at a constant temperature of T_w°C. Also plot the temperature profile clearly mentioning the maximum and minimum temperatures and the location.

10

(d) अक्षीय प्रवाह प्रतिक्रिया टरबाइनों के विशिष्ट मामलों के लिए प्रतिक्रिया मात्रा $R = \frac{1}{k+1}$ के रूप में है, जहाँ k एक पूर्णांक है। ब्लेड वेग 'u' व तरल अन्तर्गम वेग, वह वेग जो कि अधिकतम उपयोग के लिए है, के मध्य एक विशिष्ट संबंध स्थापित है। दर्शाइए कि यह संबंध

$\frac{u}{V_1} = \frac{k+1}{2k}$ cos 'α' द्वारा व्यक्त किया जाता है।

यहाँ 'α' अन्तर्गम वेग 'V_1' व ब्लेड वेग 'u' के मध्य का कोण है।

For special cases of axial flow reaction turbines with degree of reaction in the form $R = \frac{1}{k+1}$, where k is an integer, a special relationship exists between the blade velocity 'u' and fluid inlet velocity or velocity for maximum utilization. Show that this relationship is given by

$\frac{u}{V_1} = \frac{k+1}{2k}$ cos 'α'.

Here 'α' is angle between inlet velocity 'V_1' and blade velocity 'u'. *10*

Download FREE UPSC E-BOOKS FREE! CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

(e) असंपीड्य तरल जो मुक्त प्रवाह वेग "u" m/s व T°C तापमान पर है, एक चपटी पट्टिका के ऊपर से प्रवाहित होता है जबकि पट्टिका T_w°C ($T \neq T_w$) के स्थिर तापमान पर रखी गई है। प्रवाह स्तरीय क्षेत्र के भीतर है। तीन तरलों के लिए (i) Pr < 1, (ii) Pr = 1 व (iii) Pr > 1, चपटी पट्टिका पर विकसित हुए ऊष्मीय व द्रवगतिक सीमान्त परतों की आपेक्षिक मोटाइयों का आरेख खींचिए। उपयुक्त रूप से अपने उत्तर का औचित्य बताइए।

(बेहतर स्पष्टता के लिए तीन तरलों के लिए तीन आरेख बनाइए)

Incompressible fluid having free stream velocity of "u" m/s and temperature of T°C flows over a flat plate maintained at a constant temperature of T_w°C ($T \neq T_w$). Flow is within the laminar region. Draw the relative thicknesses of thermal and hydrodynamic boundary layers developed on the flat plate for three fluids having (i) Pr < 1, (ii) Pr = 1 and (iii) Pr > 1. Justify your answer appropriately.

(Draw three diagrams for three fluids for better clarity) *10*

Q2. (a) वायु 5 cm व्यास के पाइप से बह रही है। मापन बताते हैं कि पाइप के अन्तर्गम पर वेग 70 m/s, तापमान 80°C व दाब 1 MPa है। यदि पाइप 25 m लम्बी है, तो पाइप के निर्गम पर तापमान, दाब एवं मैक संख्या ज्ञात कीजिए। मान लीजिए कि प्रवाह रुद्धोष्म है तथा माध्य घर्षण गुणक 0·005 है। संलग्न फैनो (Fanno) तालिका का प्रयोग कीजिए।

Air flows through a 5 cm diameter pipe. Measurements indicate that at the inlet to the pipe the velocity is 70 m/s, the temperature is 80°C and the pressure 1 MPa. Find the temperature, the pressure, and the Mach Number at the exit of the pipe if the pipe is 25 m long. Assume that the flow is adiabatic and the mean friction factor is 0·005.

Use Fanno table attached. *20*

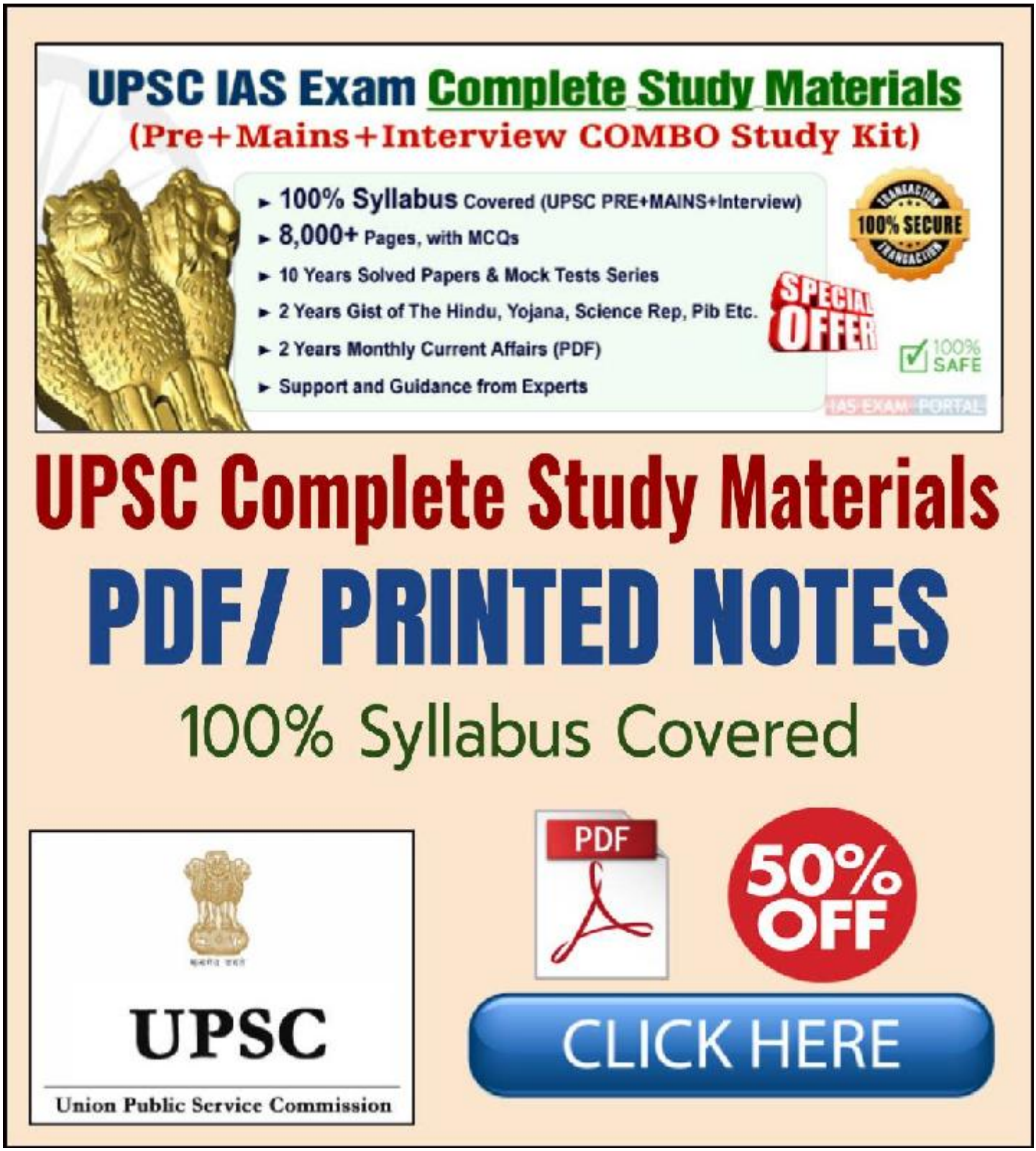
Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Question 2(a)

Frictional, Adiabatic, Constant-Area Flow (Fanno Line)
Perfect Gas, $k = 1.4$

M	T/T^*	p/p^*	p_0/p_0^*	V/V^* and ρ^*/ρ	F/F^*	$4fL_{max}/D$
0.00	1.2000	∞	∞	0.00000	∞	∞
.05	1.1994	21.903	11.5914	.05476	9.1584	280.02
.10	1.1976	10.9435	5.8218	.10943	4.6236	66.922
.15	1.1946	7.2866	3.9103	.16395	3.1317	27.932
.20	1.1905	5.4555	2.9635	.21822	2.4004	14.533
.25	1.1852	4.3546	2.4027	.27217	1.9732	8.4834
.30	1.1788	3.6190	2.0351	.32572	1.6979	5.2992
.35	1.1713	3.0922	1.7780	.37880	1.5094	3.4525
.40	1.1628	2.6958	1.5901	.43133	1.3749	2.3085
.45	1.1533	2.3865	1.4486	.48326	1.2763	1.5664
.50	1.1429	2.1381	1.3399	.53453	1.2027	1.06908
.55	1.1315	1.9341	1.2549	.58506	1.1472	.72805
.60	1.1194	1.7634	1.1882	.63481	1.10504	.49081
.65	1.10650	1.6183	1.1356	.68374	1.07314	.32460
.70	1.09290	1.4934	1.09436	.73179	1.04915	.20814
.75	1.07856	1.3848	1.06242	.77893	1.03137	.12728
.80	1.06383	1.2892	1.03823	.82514	1.01853	.07229
.85	1.04849	1.2047	1.02067	.87037	1.00966	.03632
.90	1.03270	1.12913	1.00887	.91459	1.00399	.014513
.95	1.01652	1.06129	1.00215	.95782	1.00093	.003280
1.00	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0
1.05	.98320	.94435	1.00203	1.04115	1.00082	.002712
1.10	.96618	.89359	1.00793	1.08124	1.00305	.009933
1.15	.94899	.84710	1.01746	1.1203	1.00646	.02053
1.20	.93168	.80436	1.03044	1.1583	1.01082	.03364
1.25	.91429	.76495	1.04676	1.1952	1.01594	.04858
1.30	.89686	.72848	1.06630	1.2311	1.02169	.06483
1.35	.87944	.69466	1.08904	1.2660	1.02794	.08199
1.40	.86207	.66320	1.1149	1.2999	1.03458	.09974
1.45	.84477	.63387	1.1440	1.3327	1.04153	.11782
1.50	.82759	.60648	1.1762	1.3646	1.04870	.13605
1.55	.81054	.58084	1.2116	1.3955	1.05604	.15427
1.60	.79365	.55679	1.2502	1.4254	1.06348	.17236
1.65	.77695	.53421	1.2922	1.4544	1.07098	.19022
1.70	.76046	.51297	1.3376	1.4825	1.07851	.20780
1.75	.74419	.49295	1.3865	1.5097	1.08603	.22504
1.80	.72816	.47407	1.4390	1.5360	1.09352	.24189
1.85	.71238	.45623	1.4952	1.5614	1.1009	.25832
1.90	.69686	.43936	1.5552	1.5861	1.1083	.27433
1.95	.68162	.42339	1.6193	1.6099	1.1155	.28989
2.00	.66667	.40825	1.6875	1.6330	1.1227	.30499
2.05	.65200	.39389	1.7600	1.6553	1.1297	.31965
2.10	.63762	.38024	1.8369	1.6769	1.1366	.33385
2.15	.62354	.36728	1.9185	1.6977	1.1434	.34760
2.20	.60976	.35494	2.0050	1.7179	1.1500	.36091

PHKM



CLICK LINK FOR STUDY NOTES :

https://iasexamportal.com/study-kit/upsc-complete-study-material

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

(b) एक क्षैतिज ताँबे ($k = 330$ W/mK) की नलिका, जिसका आन्तरिक व्यास 25 mm, मोटाई 2·5 mm व लम्बाई 10 m है, के द्वारा एक संतृप्त द्रव प्रशीतक – 7°C पर प्रवाहित होता है। नलिका 20°C पर परिवेश वायु से अनावृत है। यदि प्रवाह दर 0·0012 kg/s व वाष्पन की गुप्त ऊष्मा 400 kJ/kg है, तो नलिका से निर्गम पर प्रशीतक का शुष्कतांश ज्ञात कीजिए।

280 K पर वायु के गुणों के मान, निम्नवत हैं :

$\rho = 1{\cdot}271\ kg/m^3, \quad k = 0{\cdot}0246\ W/mK$

$\gamma = 1{\cdot}4 \times 10^{-5}\ m^2/s, \quad Pr = 0{\cdot}717$

एक क्षैतिज नलिका से प्राकृतिक संवहन के लिए निम्नलिखित सहसंबंध का प्रयोग कीजिए :

$\overline{Nu_f} = (0{\cdot}48)[Gr \,.\, Pr]^{0{\cdot}25}$

ताँबे की नलिका व प्रशीतक के मध्य ताप-अंतर नगण्य मानिए। ताँबे की नलिका का ऊष्मीय प्रतिरोध भी नगण्य मानिए।

Saturated liquid refrigerant at – 7°C flows through a horizontal copper ($k = 330$ W/mK) tube of inside diameter 25 mm, thickness 2·5 mm and length 10 m. The tube is exposed to surrounding air at 20°C. Find the exit dryness fraction of the refrigerant from the tube if the flow rate is 0·0012 kg/s and latent heat of evaporation is 400 kJ/kg.

Take the property values of air at 280 K as given below :

$\rho = 1{\cdot}271\ kg/m^3, \quad k = 0{\cdot}0246\ W/mK$

$\gamma = 1{\cdot}4 \times 10^{-5}\ m^2/s, \quad Pr = 0{\cdot}717$

For natural convection from a horizontal tube, the following correlation be used :

$\overline{Nu_f} = (0{\cdot}48)[Gr \,.\, Pr]^{0{\cdot}25}$

Neglect the temperature difference between the copper tube and the refrigerant. Also neglect the thermal resistance of copper tube. *20*

(c) (i) प्लांक के नियम से स्टेफान-बोल्ट्ज़मान नियम पर पहुँचने की विधि समझाइए। एक काले गोले की कुल उत्सर्जक शक्ति भी ज्ञात कीजिए जिसका व्यास 5 cm एवं जिसको 500 K पर अनुरक्षित किया गया है।

$\sigma = 5{\cdot}67 \times 10^{-8}\ W/m^2K^4$ लीजिए।

Explain the procedure to arrive at Stefan-Boltzmann law from the Planck's law. Also find the total emissive power of a black sphere of 5 cm diameter maintained at 500 K.

Take $\sigma = 5{\cdot}67 \times 10^{-8}\ W/m^2K^4$. *5*

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

(ii) प्लांक के नियम से वीन के विस्थापन नियम तक पहुँचने की विधि समझाइए। यदि वह तरंगदैर्ध्य जिस पर अधिकतम एकवर्णी उत्सर्जक शक्ति पाई जाती है, 0·55 μm हो, तो सूर्य के तापमान को भी ज्ञात कीजिए।

वीन स्थिरांक = 2·9 mm K लीजिए।

Explain the procedure of arriving at Wien's displacement law from Planck's law. Also find the temperature of the sun if the wavelength at which maximum monochromatic emissive power is received is 0·55 μm.

Take Wien's constant = 2·9 mm K. 5

Q3. (a) एक कोश और नलिका ऊष्मा विनियमित्र जिसका उपयोग एक ऊष्मीय शक्ति संयंत्र में किया जाता है, उसका डिज़ाइन 20 kPa पर 500 kg/s संतृप्त भाप को जो संघनित्र में प्रवेश कर रही है, उसे संतृप्त जल में संघनित करने का है। शीतन जल ऊष्मा विनियमित्र की ताँबे की नलिकाओं से जो 50 mm व्यास तथा नगण्य मोटाई की हैं, 35°C पर प्रवेश कर 45°C पर बाहर निकलता है। संपूर्ण अनुमानित ऊष्मा अंतरण गुणांक 1500 W/m^2K है। ऊष्मा विनियमित्र के लिए निम्नलिखित को ज्ञात कीजिए :

(i) कुल आवश्यक जल प्रवाह दर।

(ii) आवश्यक नलिकाओं की संख्या यदि नलिका में जल का वेग = 1·0 m/s हो।

(iii) प्रत्येक नलिका की लंबाई।

(iv) नलिकाओं की कुल लंबाई।

निम्नलिखित गुणों के मान लीजिए :

जल का C_p = 4·2 kJ/kg.K

जल का घनत्व = 1000 kg/m^3

भाप के लिए :

$T_{संतृप्त}$ = 60°C

h_{fg} = 2600 kJ/kg

Download FREE UPSC E-BOOKS FREE! CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

A shell and tube heat exchanger used in a thermal power plant is designed to condense 500 kg/s of saturated steam entering the condenser at 20 kPa to saturated water. Cooling water enters the heat exchanger at 35°C and leaves at 45°C while flowing through copper tubes of 50 mm diameter with negligible thickness. Overall heat transfer coefficient is estimated to be 1500 W/m^2K. Find the following for the heat exchanger :

(i) Total water flow rate required.

(ii) Number of tubes required if water velocity = 1·0 m/s in the tube.

(iii) Length of each tube.

(iv) Total length of the tubes.

Take the following property values :

C_p of water = 4·2 kJ/kg.K

Density of water = 1000 kg/m^3

For Steam :

$T_{saturation}$ = 60°C

h_{fg} = 2600 kJ/kg *20*

(b) एक अपकेन्द्री पंप व एक प्रत्यागामी पंप में अंतरों को सविस्तार समझाइए। प्रत्यागामी पंप के संदर्भ में स्लिप पद को समझाइए। क्या स्लिप प्रत्यागामी पंप में ऋणात्मक हो सकती है ? यदि हाँ, तो कब ?

Explain in detail the differences between a centrifugal pump and a reciprocating pump. Explain the term slip with reference to reciprocating pump. Can slip be negative in a reciprocating pump ? If yes, then when ? *20*

(c) एक अपरिवर्ती-प्रवाह संपीडक का प्रयोग, 1 atm, 25°C की वायु को एक रुद्धोष्म प्रक्रम में 10 atm तक संपीडित करने के लिए किया जाता है। प्रक्रम के लिए प्रथम नियम दक्षता 90% है। प्रक्रम के लिए अपरिवर्तनीयता एवं द्वितीय नियम दक्षता की गणना कीजिए। T_0 = 15°C लीजिए।

A steady-flow compressor is used to compress air from 1 atm, 25°C to 10 atm in an adiabatic process. The first-law efficiency for the process is 90%. Calculate the irreversibility for the process and the second-law efficiency. Take T_0 = 15°C. *10*

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Q4. (a) एक अभिसारी-अपसारी तुंड का डिज़ाइन एक चैम्बर में, जहाँ दाब 800 kPa व तापमान 40°C है, वायु के प्रसार के लिए किया गया है जिससे कि 2·5 मैक दिया जा सके। तुंड का कंठ क्षेत्रफल 0·0025 m^2 है। निम्नलिखित को ज्ञात कीजिए :

(i) डिज़ाइन शर्तों के अन्तर्गत तुंड द्वारा प्रवाह दर।

(ii) तुंड का निर्गम क्षेत्रफल।

(iii) डिज़ाइन पश्च-दाब तथा इस पश्च-दाब पर तुंड द्वारा निर्गमित वायु का तापमान।

(iv) सबसे कम पश्च-दाब जिसके लिए तुंड में केवल अवध्वानिक प्रवाह रहे।

(v) पश्च-दाब जिस पर सामान्य प्रघात तरंग तुंड के निर्गम तल पर हो।

(vi) पश्च-दाब जिसके नीचे तुंड में प्रघात तरंगें ना हों।

(vii) पश्च-दाब जिसके ऊपर तिरछी प्रघात तरंगें तुंड के निर्गम पर हों।

(viii) पश्च-दाब जिसके ऊपर प्रसार तरंगें तुंड के निर्गम पर हों।

समऐन्ट्रॉपी (आइसेन्ट्रॉपिक) व प्रघात सारणियों का प्रयोग कीजिए जो अंत में संलग्न हैं।

A convergent-divergent nozzle is designed to expand air from a chamber in which the pressure is 800 kPa and temperature is 40°C to give Mach 2·5. The throat area of the nozzle is 0·0025 m^2. Find the following :

(i) The flow rate through the nozzle under design conditions.

(ii) The exit area of the nozzle.

(iii) The design back-pressure and the temperature of the air leaving the nozzle with this back-pressure.

(iv) The lowest back-pressure for which there is only subsonic flow in the nozzle.

(v) The back-pressure at which there is a normal shock wave on the exit plane of the nozzle.

(vi) The back-pressure below which there are no shock waves in the nozzle.

(vii) The back-pressure over which there are oblique shock waves in the exhaust from the nozzle.

(viii) The back-pressure over which there are expansion waves in the exhaust from the nozzle.

Use Isentropic and Shock tables attached at the end. *20*

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

(b) एक जंगरोधी इस्पात पट्टिका जिसकी लम्बाई 1 m, चौड़ाई 1 m और मोटाई 10 mm है, क्षैतिज स्थिति में रखी है। पट्टिका की ऊष्मीय चालकता 10 W/mK है। पट्टिका की नीचे की सतह गर्म गैसों में 700°C पर खुली है जबकि निचली सतह का ऊष्मा अंतरण गुणांक 50 W/m^2K है। 69°C पर पट्टिका की ऊपरी सतह को वायु द्वारा ठंडा किया जाता है जो कि ऊपरी सतह के समानान्तर बह रही है। विफलता रोकने के लिए पट्टिका के किसी भाग का अधिकतम अनुमेय तापमान 400°C से अधिक नहीं होना चाहिए। पट्टिका अनुमेय सीमा से अधिक गर्म न हो यह सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक वायु का न्यूनतम अनुमेय वेग ज्ञात कीजिए। पट्टिका के किनारे की सतहों से होने वाली ऊष्मा हानि को नगण्य मानिए तथा एक-विमीय ऊष्मा अंतरण मानिए। प्रश्न को हल करने के लिए निम्नलिखित सहसंबंध का प्रयोग कीजिए :

$$\overline{Nu_L} = Pr^{0.333}\left[0.037\, Re_L^{0.8} - 871\right]$$

अन्त में संलग्न सारणी से वायु के उपयुक्त गुणों का चयन कीजिए।

A stainless steel plate of 1 m length, 1 m width and 10 mm thickness is kept horizontal. The thermal conductivity of the plate is 10 W/mK. Bottom surface of the plate is exposed to hot gases at 700°C with heat transfer coefficient at the bottom surface of 50 W/m^2K. Top surface of the plate is cooled by air at 69°C and flowing parallel to the top surface. Any part of the plate should not exceed a maximum permissible temperature of 400°C to avoid failure. Find the minimum permissible velocity of the air required to ensure the plate does not get over-heated beyond the permissible limit. Neglect the heat loss from the side surfaces of the plate and assume one-dimensional heat transfer. Use the following correlation to solve the problem :

$$\overline{Nu_L} = Pr^{0.333}\left[0.037\, Re_L^{0.8} - 871\right]$$

Take the appropriate properties of the air from the table attached at the end. *20*

PHI

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

(c) (i) एक ऊर्ध्वाधर चपटी पट्टिका को "T_w°C" तापमान पर अनुरक्षित रखा गया है तथा "T_a°C" निष्पंदित वातावरणीय वायु में अनावृत किया गया है। यदि $T_w < T_a$ है, तो ऊष्मीय एवं वेग सीमान्त परतें, जो पट्टिका की सतह पर विकसित हुई हैं, उनका आकार दर्शाइए। साथ ही परिवर्तन "h_x" को पट्टिका की ऊर्ध्वाधर सतह की दिशा में भी दर्शाइए। प्रवाह को स्तरीय क्षेत्र में मानिए तथा केवल मुक्त संवहन पर विचार कीजिए।

A vertical flat plate is maintained at a temperature of "T_w°C" and exposed to a stagnant atmospheric air "T_a°C". If $T_w < T_a$, show the shape of thermal and velocity boundary layers developed on the surface of the plate. Also show the variation "h_x" along the vertical surface of the plate. Assume the flow is within the laminar region and consider only free convection. 5

(ii) एक तरल एक नलिका में बह रहा है जो कि स्थिर ऊष्मा फ्लक्स अवस्था में अनावृत है। प्रवाह विक्षुब्ध प्रवाह क्षेत्र में है जिसमें डिटस-बोएल्टर (Dittus-Boelter) सहसंबंध का प्रयोग, नीचे दर्शाए अनुसार Nu संख्या ज्ञात करने के लिए किया जाता है :

$$Nu_d = (0{\cdot}023)\, Re^{0{\cdot}8}\, Pr^{0{\cdot}4}$$

नलिका का सतह तापमान घटाने के लिए, यह सलाह दी जाती है कि प्रवाह का वेग दुगुना कीजिए। बढ़े हुए वेग के कारण ऊष्मा अन्तरण गुणांक में प्रतिशत बढ़ोतरी को ज्ञात कीजिए।

A fluid flows through a tube exposed to constant heat flux condition. The flow is in the turbulent flow regime for which the Dittus-Boelter correlation is applicable for determining the Nu number as given below :

$$Nu_d = (0{\cdot}023)\, Re^{0{\cdot}8}\, Pr^{0{\cdot}4}$$

In order to reduce the surface temperature of the tube, it is suggested to double the velocity of the flow. Find the percentage increase in the heat transfer coefficient due to increased velocity. 5

Download FREE UPSC E-BOOKS FREE! CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

खण्ड B

SECTION B

Q5. (a) शक्ति बॉयलरों में उपयोग होने वाले तीन प्रकार के अतितापकों के कार्यों को समझाइए। एक T-s आरेख चार्ट पर उनमें ऊष्मा योग प्रक्रम का खाका बनाइए। साथ ही विअतितापक (तापमान संयामक) का कार्य भी बताइए।

Explain the functions of three types of superheaters used in power boilers. Sketch the heat addition process in them on a T-s chart. Also mention the function of desuperheater (or attemperator). *10*

(b) एक योजनाबद्ध आरेख का प्रयोग करते हुए, सह-उत्पादन संयंत्रों के कार्य-सिद्धांत को समझाइए।

Explain the principle of operation of cogeneration plants using a schematic diagram. *10*

(c) एक प्रशीतक एक प्रयोगशाला में R-134a को कार्यकारी वस्तु के रूप में प्रयोग करता है। उच्च दाब 1200 kPa, निम्न दाब 101·3 kPa तथा संपीडक प्रतिवर्ती है। उसे एक नमूने से 500 W निकालना है जो कि अभी – 20°C पर (चक्र में T_L के बराबर नहीं है) अर्थात् जो कि एक प्रशीतित स्थान पर है। चक्र की COP तथा आवश्यक विद्युत शक्ति ज्ञात कीजिए।

संपीडक निर्गम पर अतितापित R-134a की 1200 kPa पर एन्थेल्पी 430 kJ/kg ली जा सकती है।

संलग्न R-134a की गुण तालिका, जो कि अन्त में दी गई है, का प्रयोग कीजिए। संपीडक में प्रशीतक संतृप्त वाष्प के रूप में प्रवेश करता है।

A refrigerator in a laboratory uses R-134a as the working substance. The high pressure is 1200 kPa, the low pressure is 101·3 kPa and the compressor is reversible. It should remove 500 W from a specimen currently at –20°C (not equal to T_L in the cycle), that is inside the refrigerated space. Find the cycle COP and the electrical power required.

The enthalpy of superheated R-134a at 1200 kPa may be taken as 430 kJ/kg at compressor outlet.

Use the R-134a property table attached. The refrigerant enters the compressor as saturated vapour. *10*

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

(d) SI अथवा CI, कौन-सा इंजन उच्चतर अदग्ध HC उत्सर्जन निकालता है ? IC इंजनों से UHC उत्सर्जनों के क्या कारण हैं ? संक्षेप में समझाइए।

SI or CI, which engine emits higher unburnt HC emissions ? What are the causes for UHC emissions from IC engines ? Explain in brief. *10*

(e) एक वायु धावक का योजनाबद्ध व्यवस्थात्मक आरेख खींचिए। विभिन्न वातानुकूलन प्रक्रमों का वर्णन कीजिए जिनको यह सम्पन्न कर सकता है।

Draw the schematic arrangement diagram of an air washer. Describe the various air-conditioning processes it can perform. *10*

Q6. (a) एक चार सिलिन्डर गैसोलीन इंजन का बोर 75 mm तथा स्ट्रोक की लंबाई 100 mm है। इसको 3000 rpm पर चलाया जाता है तथा इस गति पर एक ब्रेक के विरुद्ध, जिसकी बल-आघूर्ण की भुजा 40 cm है, परीक्षण किया जाता है। नेट ब्रेक भार 150 N तथा ईंधन की खपत 7·8 *l*/h निरीक्षण के दौरान पाई गई। एक मोर्स टेस्ट किया गया तथा सिलिन्डरों को 1, 2, 3, 4 के क्रम में तब कट-आउट किया गया है जबकि तदनुरूपी ब्रेक भार क्रमश: 110 N, 108 N, 106 N व 104 N हैं। ईंधन का विशिष्ट गुरुत्व 0·79 लिया जा सकता है तथा उसका कैलोरिफिक मान 44000 kJ/kg है।

निम्नलिखित की गणना कीजिए :

(i) ब्रेक शक्ति

(ii) bmep

(iii) bsfc

(iv) सूचित शक्ति

(v) यांत्रिक दक्षता

(vi) imep

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

A four-cylinder gasoline engine has a bore of 75 mm and a stroke length of 100 mm. It is operated at 3000 rpm and tested at this speed against a brake which has a torque arm of 40 cm. The net brake load is 150 N and the fuel consumption is observed as 7·8 *l*/h. A Morse test is carried out and the cylinders are cut-out in the order 1, 2, 3, 4 with the corresponding brake loads of 110 N, 108 N, 106 N and 104 N respectively. The specific gravity of the fuel may be taken as 0·79 and it has a calorific value of 44000 kJ/kg.

Calculate the following : *20*

(i) brake power

(ii) bmep

(iii) bsfc

(iv) indicated power

(v) mechanical efficiency

(vi) imep

(b) एक ऊष्मा पंप जो एक आदर्श वाष्प संपीडन चक्र पर R-134a के साथ काम करता है, उसका उपयोग करके एक घर को गर्म किया जाता है तथा घर को 20°C पर बनाए रखा जाता है जबकि 10°C के भू-जल को ऊष्मा-स्रोत के रूप में उपयोग में लाया जाता है। घर 75 MJ/h की दर से ऊष्मा खो रहा है। वाष्पित्र व संघनित्र दाब क्रमश: 320 kPa व 800 kPa हैं। ऊष्मा पंप में शक्ति निवेश एवं प्रतिरोध तापक के प्रयोग के बिना ऊष्मा पंप द्वारा बचत की गई विद्युत शक्ति निर्धारित कीजिए।

अतितापित R-134a का 800 kPa पर संपीडक के निर्गम पर एन्थेल्पी 420 kJ/kg ली जा सकती है।

R-134a की गुण तालिका, जो कि अन्त में संलग्न है, का प्रयोग कीजिए।

संपीडक के प्रवेश पर संतृप्त वाष्प ली जा सकती है।

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

A heat pump that operates on ideal vapour compression cycle with R-134a is used to heat a house and maintain it at 20°C, using underground water at 10°C as the heat source. The house is losing heat at a rate of 75 MJ/h. The evaporator and condenser pressure are 320 kPa and 800 kPa respectively. Determine the power input to the heat pump and the electric power saved by the heat pump instead of using a resistance heater.

The enthalpy of superheated R-134a at 800 kPa at compressor outlet may be taken as 420 kJ/kg.

Use the R-134a property table attached at the end.

The inlet to the compressor may be taken as saturated vapour. *20*

(c) भाप टरबाइनों में प्रयोग होने वाले किन्हीं दो प्रकार के अधिनियंत्रणों को स्वच्छ चित्रों के माध्यम से समझाइए।

Explain using neat sketches any two types of governing used in steam turbines. *10*

Q7. (a) एक ऊष्मीय शक्ति संयंत्र में प्रयोग होने वाली एक शीतन मीनार में 26,000 kg/s की दर से वायु DBT = 20°C एवं आपेक्षिक आर्द्रता 20% पर प्रवेश करती है। वह शीतन मीनार को 35°C DBT व 80% आपेक्षिक आर्द्रता पर छोड़ती है।

I. निम्नलिखित को ज्ञात कीजिए :

(i) वायु में योग की गई कुल ऊष्मा

(ii) जल की वाष्पन हानि

(iii) प्रवेश व निकास पर वायु का WBT

(iv) शीतन मीनार में वायु के आयतन प्रवाह दर में परिवर्तन

II. साइक्रोमीट्रिक चार्ट पर प्रकम को समझाइए।

अन्त में संलग्न साइक्रोमीट्रिक चार्ट का प्रयोग कीजिए।

In a cooling tower used in a thermal power plant, 26,000 kg/s of air enters at DBT = 20°C and relative humidity at 20%. It leaves the cooling tower at 35°C DBT and 80% relative humidity.

I. Find the following :

(i) Total heat added to the air

(ii) Evaporation loss of water

(iii) WBT of the air at inlet and exit

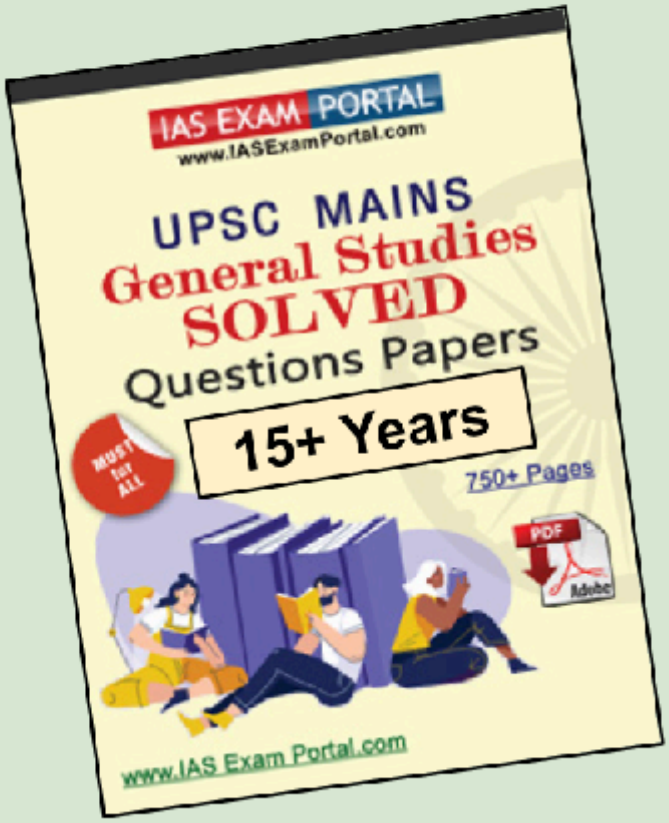
(iv) Change in the volume flow rate of the air in the cooling tower

II. Explain the process on the Psychrometric chart.

Use Psychrometric chart attached at the end. *20*

IAS MAINS G.S.
SOLVED PAPERS

- Medium: English
- Pages: 750+
- PDF File Download Link via Email



CLICK HERE

100% SAFE

CLICK LINK FOR EBOOK :

https://iasexamportal.com/ebook/upsc-mains-general-studies-solved-papers

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

(b) एक भाप शक्ति संयंत्र बॉयलर से 20 kg/s भाप उत्पादन 2 MPa व 600°C पर करने के साथ, काम करता है। संघनित्र 50°C पर काम करता है, जबकि वह ऊर्जा का क्षेपण, 20°C औसत तापमान वाली नदी में करता है। एक खुला प्रभरण तापक है जो टरबाइन से निष्कर्षण 600 kPa पर निर्गम पर संतृप्त द्रव के रूप में करता है। निष्कर्षित प्रवाह (द्रव) की द्रव्यमान प्रवाह दर ज्ञात कीजिए। यदि नदी के जल को 5°C से ऊपर गर्म नहीं करना चाहिए, तो कितना जल नदी से ऊष्मा विनियमित्र (संघनित्र) में पंप करना चाहिए ?

2 MPa, 600°C पर भाप के गुण हैं :

h = 3690·14 kJ/kg

s = 7·7023 kJ/kg K

600 kPa पर तथा s = 7·7023 kJ/kg K, h = 3270·25 kJ/kg लीजिए।

अन्य गुणों के लिए अन्त में संलग्न भाप सारणियों का उपयोग कीजिए।

A steam power plant operates with a boiler output of 20 kg/s steam at 2 MPa and 600°C. The condenser operates at 50°C, dumping energy into a river that has an average temperature of 20°C. There is an open feed heater with extraction from the turbine at 600 kPa, at its exit is saturated liquid. Find the mass flow rate of the extracted flow (liquid). If the river water should not be heated more than 5°C, how much water should be pumped from the river to the heat exchanger (condenser) ?

The steam properties at 2 MPa, 600°C are :

h = 3690·14 kJ/kg

s = 7·7023 kJ/kg K

At 600 kPa and for s = 7·7023 kJ/kg K, take h = 3270·25 kJ/kg.

Use the Steam Tables given at the end to get other properties. *20*

(c) IC इंजन का शीतन एक जटिल समस्या है। IC इंजनों से ऊष्मा अंतरण को प्रभावित करने वाले विभिन्न कारकों की संक्षेप में विवेचना कीजिए।

IC engine cooling is a complex issue. Discuss in brief various factors affecting the heat transfer from IC engines. *10*

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Q8. (a) एक सह-उत्पादक भाप शक्ति संयंत्र बॉयलर उत्पादन 25 kg/s भाप 7 MPa, 500°C पर देते हुए कार्यरत है। संघनित्र 7·5 kPa पर कार्यरत है तथा प्रक्रम की ऊष्मा 500 kPa पर, 5 kg/s की दर से टरबाइन से निकाली जाती है तथा प्रयोग के बाद 100 kPa पर संतृप्त द्रव के रूप में वापस की जाती है। सभी अवयवों को आदर्श मानते हुए, ज्ञात कीजिए :

(i) संघनित्र पंप को छोड़ने वाले जल का तापमान

(ii) कुल टरबाइन उत्पादन

(iii) कुल प्रक्रम ऊष्मा अंतरण

टरबाइन के प्रवेश पर मानिए, h = 3410 kJ/kg एवं s = 6·802 kJ/kg K

अन्त में संलग्न भाप सारणियों से आँकड़ों का भी प्रयोग कीजिए।

A cogenerating steam power plant operates with a boiler output of 25 kg/s steam at 7 MPa, 500°C. The condenser operates at 7·5 kPa and the process heat is extracted at 5 kg/s from the turbine at 500 kPa and after use is returned as saturated liquid at 100 kPa. Assuming all components are ideal, find :

(i) temperature of water leaving the condenser pump

(ii) total turbine output

(iii) total process heat transfer

At inlet to the turbine, assume h = 3410 kJ/kg and s = 6·802 kJ/kg K

Also, use data from Steam Tables given at the end. *20*

(b) एक अन्तर्दहन (IC) इंजन के ईंधन में 85% कार्बन, 10% हाइड्रोजन, 3% ऑक्सीजन तथा शेष नाइट्रोजन, भार के अनुसार संघटन में पाया जाता है। रासायनिक रूप से सही वायु/ईंधन अनुपात का निर्धारण कीजिए। यदि 30% अतिरिक्त वायु की आपूर्ति की जाती है, तो शुष्क उत्पादों के दहन निकास का प्रतिशत संघटन, भार एवं आयतन के आधार पर ज्ञात कीजिए।

The fuel of an IC engine contains 85% carbon, 10% hydrogen, 3% oxygen and the remaining is nitrogen in composition by weight. Determine the chemically correct Air/Fuel ratio. If 30% excess air is supplied, find the percentage composition of dry products of combustion exhaust by weight and by volume. *20*

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

(c) एक अन्तर्दहन (IC) इंजन के ईंधन की आण्विक संरचना उसकी अपस्फोटन प्रवृत्ति को कैसे प्रभावित करती है ? संक्षेप में समझाइए।

Explain in brief, how the molecular structure of the IC engine fuels affects the tendency to knock. *10*

PH

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Question 4(a)

Isentropic Flow
Perfect Gas, $k = 1.4$

M	M*	p/p_0	ρ/ρ_0	T/T_0	A/A^*	F/F^*	$\frac{A}{A^*} \cdot \frac{p}{p_0}$
0	0	1.0000,0	1.0000,0	1.00000	∞	∞	∞
.01	.01096	.9999,3	.9999,5	.99998	5,7.874	4,5.650	5,7.870
.02	.02191	.9997,2	.9998,0	.99992	2,8.942	2,2.834	2,8.934
.03	.03286	.9993,7	.9995,5	.99982	1,9.300	15.,232	1,9.288
.04	.04381	.9988,8	.9992,0	.99968	14.,482	11.,435	14.,465
.05	.05476	.9982,5	.9987,5	.99950	11.5,915	9.,1584	11.,5712
.06	.06570	.9974,8	.9982,0	.99928	9.6,659	7.,6428	9.,6415
.07	.07664	.9965,8	.9975,5	.99902	8.2,915	6.5,620	8.2,631
.08	.08758	.9955,3	.9968,0	.99872	7.2,616	5.7,529	7.2,291
.09	.09851	.9943,5	.9959,6	.99838	6.4,613	5.1,249	6.4,248
.10	.10943	.9930,3	.9950,2	.99800	5.8,218	4.6,236	5.7,812
.11	.12035	.9915,7	.9939,8	.99758	5.2,992	4.2,146	5.2,546
.12	.13126	.9899,8	.9928,4	.99714	4.8,643	3.8,747	4.8,157
.13	.14216	.9882,6	.9916,0	.99664	4.4,968	3.58,80	4.4,440
.14	.15306	.9864,0	.9902,7	.99610	4.18,24	3.34,32	4.12,55
.15	.16395	.9844,1	.9888,4	.99552	3.91,03	3.13,17	3.84,93
.16	.17483	.9822,8	.9873,1	.99490	3.67,27	2.94,74	3.60,76
.17	.18569	.9800,3	.9856,9	.99425	3.46,35	2.78,55	3.39,43
.18	.19654	.9776,5	.9839,8	.99356	3.27,79	2.64,22	3.20,46
.19	.20738	.9751,4	.9821,7	.99283	3.11,22	2.51,46	3.03,48
.20	.21822	.9725,0	.9802,7	.99206	2.96,35	2.40,04	2.88,20
.21	.22904	.9697,3	.9782,8	.99125	2.82,93	2.29,76	2.74,37
.22	.23984	.9668,5	.9762,1	.99041	2.70,76	2.20,46	2.61,78
.23	.25063	.9638,3	.9740,3	.98953	2.59,68	2.12,03	2.50,29
.24	.26141	.9607,0	.9717,7	.98861	2.49,56	2.04,34	2.39,75
.25	.27216	.9574,5	.9694,2	.98765	2.40,27	1.97,32	2.30,05
.26	.28291	.9540,8	.9669,9	.98666	2.31,73	1.90,88	2.21,09
.27	.29364	.9506,0	.9644,6	.98563	2.23,85	1.84,96	2.12,79
.28	.30435	.9470,0	.9618,5	.98456	2.16,56	1.795,0	2.05,08
.29	.31504	.9432,9	.9591,6	.98346	2.09,79	1.744,6	1.97,89
.30	.32572	.9394,7	.9563,8	.98232	2.035,1	1.697,9	1.911,9
.31	.33638	.9355,4	.9535,2	.98114	1.976,5	1.654,6	1.849,1
.32	.34701	.9315,0	.9505,8	.97993	1.921,8	1.614,4	1.790,2
.33	.35762	.9273,6	.9475,6	.97868	1.870,7	1.576,9	1.734,8
.34	.36821	.9231,2	.9444,6	.97740	1.822,9	1.542,0	1.682,8
.35	.37879	.9187,7	.9412,8	.97608	1.778,0	1.509,4	1.633,6
.36	.38935	.9143,3	.9380,3	.97473	1.735,8	1.478,9	1.587,1
.37	.39988	.9097,9	.9347,0	.97335	1.696,1	1.450,3	1.543,1
.38	.41039	.9051,6	.9312,9	.97193	1.658,7	1.423,6	1.501,4
.39	.42087	.9004,4	.9278,2	.97048	1.623,4	1.398,5	1.461,8
.40	.43133	.8956,2	.9242,8	.96899	1.590,1	1.374,9	1.424,1
.41	.44177	.8907,1	.9206,6	.96747	1.558,7	1.352,7	1.388,3
.42	.45218	.8857,2	.9169,7	.96592	1.528,9	1.331,8	1.354,2
.43	.46256	.8806,5	.9132,2	.96434	1.500,7	1.312,2	1.321,6
.44	.47292	.8755,0	.9094,0	.96272	1.474,0	1.293,7	1.290,5

Notes : (1) For values of M from 0 to 5.00, all digits to the left of the comma are valid for linear interpolation. Where no comma is indicated in this region, all digits are valid for linear interpolation.

PHKM

Download FREE UPSC E-BOOKS
FREE!
CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

M	M*	p/p_0	ρ/ρ_0	T/T_0	A/A^*	F/F^*	$\frac{A}{A^*} \cdot \frac{p}{p_0}$
.95	.95781	.55946	.66044	.84710	1.0021,4	1.0009,3	.5606,6
.96	.96633	.55317	.65513	.84437	1.0013,6	1.0005,9	.5539,2
.97	.97481	.54691	.64982	.84162	1.0007,6	1.0003,3	.5473,2
.98	.98325	.54067	.64452	.83887	1.0003,3	1.0001,4	.5408,5
.99	.99165	.53446	.63923	.83611	1.0000,8	1.0000,3	.5345,0
1.00	1.00000	.52828	.63394	.83333	1.0000,0	1.0000,0	.5282,8
1.01	1.00831	.52213	.62866	.83055	1.0000,8	1.0000,3	.5221,8
1.02	1.01658	.51602	.62339	.82776	1.0003,3	1.0001,3	.5161,9
1.03	1.02481	.50994	.61813	.82496	1.0007,4	1.0003,0	.5103,1
1.04	1.03300	.50389	.61288	.82215	1.0013,0	1.0005,3	.5045,4
1.05	1.04114	.49787	.60765	.81933	1.0020,2	1.0008,2	.4988,8
1.06	1.04924	.49189	.60243	.81651	1.0029,0	1.0011,6	.4933,2
1.07	1.05730	.48595	.59722	.81368	1.0039,4	1.0015,5	.4878,7
1.08	1.06532	.48005	.59203	.81084	1.0051,2	1.0020,0	.4825,1
1.09	1.07330	.47418	.58685	.80800	1.0064,5	1.0025,0	.4772,4
1.10	1.08124	.46835	.58169	.80515	1.0079,3	1.00305	.4720,6
1.11	1.08914	.46256	.57655	.80230	1.0095,5	1.00365	.4669,8
1.12	1.09699	.45682	.57143	.79944	1.0113,1	1.00429	.4619,9
1.13	1.10480	.45112	.56632	.79657	1.0132,2	1.00497	.4570,8
1.14	1.11256	.44545	.56123	.79370	1.0152,7	1.00569	.4522,5
1.15	1.1203	.43983	.55616	.79083	1.0174,6	1.00646	.4475,1
1.16	1.1280	.43425	.55112	.78795	1.0197,8	1.00726	.4428,4
1.17	1.1356	.42872	.54609	.78507	1.0222,4	1.00810	.4382,5
1.18	1.1432	.42323	.54108	.78218	1.0248,4	1.00897	.4337,4
1.19	1.1508	.41778	.53610	.77929	1.0275,7	1.00988	.4293,0
1.20	1.1583	.4123,8	.53114	.77640	1.0304,4	1.01082	.4249,3
1.21	1.1658	.4070,2	.52620	.77350	1.0334,4	1.01178	.4206,3
1.22	1.1732	.4017,1	.52129	.77061	1.0365,7	1.01278	.4164,0
1.23	1.1806	.3964,5	.51640	.76771	1.0398,3	1.01381	.4122,4
1.24	1.1879	.3912,3	.51154	.76481	1.0432,3	1.01486	.4081,4

PHI
Download FREE UPSC E-BOOKS
FREE!
CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Isentropic Flow *(Continued)*
Perfect Gas, $k = 1.4$

M	M*	p/p_0	ρ/ρ_0	T/T_0	A/A^*	F/F^*	$\frac{A}{A^*} \cdot \frac{p}{p_0}$
1.95	1.6099	.13813	.24317	.56802	1.6193	1.1155	.22367
1.96	1.6146	.13600	.24049	.56551	1.6326	1.1170	.22204
1.97	1.6193	.13390	.23784	.56301	1.6461	1.1184	.22042
1.98	1.6239	.13184	.23522	.56051	1.6597	1.1198	.21882
1.99	1.6285	.12981	.23262	.55803	1.6735	1.1213	.21724
2.00	1.6330	.12780	.23005	.55556	1.6875	1.1227	.21567
2.01	1.6375	.12583	.22751	.55310	1.7017	1.1241	.21412
2.02	1.6420	.12389	.22499	.55064	1.7160	1.1255	.21259
2.03	1.6465	.12198	.22250	.54819	1.7305	1.1269	.21107
2.04	1.6509	.12009	.22004	.54576	1.7452	1.1283	.20957
2.05	1.6553	.11823	.21760	.54333	1.7600	1.1297	.20808
2.06	1.6597	.11640	.21519	.54091	1.7750	1.1311	.20661
2.07	1.6640	.11460	.21281	.53850	1.7902	1.1325	.20515
2.08	1.6683	.11282	.21045	.53611	1.8056	1.1339	.20371
2.09	1.6726	.11107	.20811	.53373	1.8212	1.1352	.20228
2.10	1.6769	.10935	.20580	.53135	1.8369	1.1366	.20087
2.11	1.6811	.10766	.20352	.52898	1.8529	1.1380	.19947
2.12	1.6853	.10599	.20126	.52663	1.8690	1.1393	.19809
2.13	1.6895	.10434	.19902	.52428	1.8853	1.1407	.19672
2.14	1.6936	.10272	.19681	.52194	1.9018	1.1420	.19537
2.15	1.6977	.10113	.19463	.51962	1.9185	1.1434	.19403
2.16	1.7018	.09956	.19247	.51730	1.9354	1.1447	.19270
2.17	1.7059	.09802	.19033	.51499	1.9525	1.1460	.19138
2.18	1.7099	.09650	.18821	.51269	1.9698	1.1474	.19008
2.19	1.7139	.09500	.18612	.51041	1.9873	1.1487	.18879
2.20	1.7179	.09352	.18405	.50813	2.0050	1.1500	.18751
2.21	1.7219	.09207	.18200	.50586	2.0229	1.1513	.18624
2.22	1.7258	.09064	.17998	.50361	2.0409	1.1526	.18499
2.23	1.7297	.08923	.17798	.50136	2.0592	1.1539	.18375
2.24	1.7336	.08784	.17600	.49912	2.0777	1.1552	.18252
2.25	1.7374	.08648	.17404	.49689	2.0964	1.1565	.18130
2.26	1.7412	.08514	.17211	.49468	2.1154	1.1578	.18009
2.27	1.7450	.08382	.17020	.49247	2.1345	1.1590	.17890
2.28	1.7488	.08252	.16830	.49027	2.1538	1.1603	.17772
2.29	1.7526	.08123	.16643	.48809	2.1734	1.1616	.17655
2.30	1.7563	.07997	.16458	.48591	2.1931	1.1629	.17539
2.31	1.7600	.07873	.16275	.48374	2.2131	1.1641	.17424
2.32	1.7637	.07751	.16095	.48158	2.2333	1.1653	.17310
2.33	1.7673	.07631	.15916	.47944	2.2537	1.1666	.17197
2.34	1.7709	.07513	.15739	.47730	2.2744	1.1678	.17085

Download FREE UPSC E-BOOKS
FREE!
CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Isentropic Flow *(Continued)*
Perfect Gas, $k = 1.4$

M	M*	p/p_0	ρ/ρ_0	T/T_0	A/A^*	F/F^*	$\frac{A}{A^*} \cdot \frac{p}{p_0}$
2.35	1.7745	.07396	.15564	.47517	2.2953	1.1690	.16975
2.36	1.7781	.07281	.15391	.47305	2.3164	1.1703	.16866
2.37	1.7817	.07168	.15220	.47095	2.3377	1.1715	.16757
2.38	1. 7852	.07057	.15052	.46885	2.3593	1.1727	.16649
2.39	1.7887	.06948	.14885	.46676	2.3811	1.1739	.16543
2.40	1.7922	.06840	.14720	.46468	2.4031	1.1751	.16437
2.41	1.7957	.06734	.14557	.46262	2.4254	1.1763	.16332
2.42	1.7991	.06630	.14395	.46056	2.4479	1.1775	.16229
2.43	1.8025	.06527	.14235	.45851	2.4706	1.1786	.16126
2.44	1.8059	.06426	.14078	.45647	2.4936	1.1798	.16024
2.45	1.8093	.06327	.13922	.45444	2.5168	1.1810	.15923
2.46	1.8126	.06229	.13768	.45242	2.5403	1.1821	.15823
2.47	1.8159	.06133	.13616	.45041	2.5640	1.1833	.15724
2.48	1.8192	.06038	.13465	.44841	2.5880	1.1844	.15626
2.49	1.8225	.05945	.13316	.44642	2.6122	1.1856	.15528
2.50	1.8258	.05853	.13169	.44444	2.6367	1.1867	.15432
2.51	1.8290	.05763	.13023	.44247	2.6615	1.1879	.15337
2.52	1.8322	.05674	.12879	.44051	2.6865	1.1890	.15242
2.53	1.8354	.05586	.12737	.43856	2.7117	1.1901	.15148
2.54	1.8386	.05500	.12597	.43662	2.7372	1.1912	.15055
2.55	1.8417	.05415	.12458	.43469	2.7630	1.1923	.14963
2.56	1.8448	.05332	.12321	.43277	2.7891	1.1934	.14871
2.57	1.8479	.05250	.12185	.43085	2.8154	1.1945	.14780
2.58	1.8510	.05169	.12051	.42894	2.8420	1.1956	.14691
2.59	1.8541	.05090	.11418	.42705	2.8689	1.1967	.14601
2.60	1.8572	.05012	.11787	.42517	2.8960	1.1978	.14513
2.61	1.8602	.04935	.11658	.42330	2.9234	1.1989	.14426
2.62	1.8632	.04859	.11530	.42143	2.9511	1.2000	.14339
2.63	1.8662	.04784	.11403	.41957	2.9791	1.2011	.14253
2.64	1.8692	.04711	.11278	.41772	3.0074	1.2021	.14168
2.65	1.8721	.04639	.11154	.41589	3.0359	1.2031	.14083
2.66	1.8750	.04568	.11032	.41406	3.0647	1.2042	.13999
2.67	1.8779	.04498	.10911	.41224	3.0938	1.2052	.13916
2.68	1.8808	.04429	.10792	.41043	3.1233	1.2062	.13834
2.69	1.8837	.04361	.10674	.40863	3.1530	1.2073	.13752
2.70	1.8865	.04295	.10557	.40684	3.1830	1.2083	.13671
2.71	1.8894	.04230	.10442	.40505	3.2133	1.2093	.13591
2.72	1.8922	.04166	.10328	.40327	3.2440	1.2103	.13511
2.73	1.8950	.04102	.10215	.40151	3.2749	1.2113	.13432
2.74	1.8978	.04039	.10104	.39976	3.3061	1.2123	.13354
2.75	1.9005	.03977	.09994	.39801	3.3376	1.2133	.13276
2.76	1.9032	.03917	.09885	.39627	3.3695	1.2143	.13199
2.77	1.9060	.03858	.09777	.39454	3.4017	1.2153	.13123
2.78	1.9087	.03800	.09671	.39282	3.4342	1.2163	.13047
2.79	1.9114	.03742	.09566	.39111	3.4670	1.2173	.12972

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Question 4(a)

Table : Normal Shock
Perfect Gas, $k = 1.4$

M_x	M_y	p_y / p_x	V_x / V_y and ρ_y / ρ_x	T_y / T_x	A_x^*/A_y^* and p_{0y} / p_{0x}	p_{0y} / p_x
2.35	.52861	6.2762	3.1490	1.9931	.56148	7.5920
2.36	.52749	6.3312	3.1617	2.0025	.55717	7.6524
2.37	.52638	6.3864	3.1743	2.0119	.55288	7.7131
2.38	.52528	6.4418	3.1869	2.0213	.54862	7.7741
2.39	.52419	6.4974	3.1994	2.0308	.54438	7.8354
2.40	.52312	6.5533	3.2119	2.0403	.54015	7.8969
2.41	.52206	6.6094	3.2243	2.0499	.53594	7.9587
2.42	.52100	6.6658	3.2366	2.0595	.53175	8.0207
2.43	.51996	6.7224	3.2489	2.0691	.52758	8.0830
2.44	.51894	6.7792	3.2611	2.0788	.52344	8.1455
2.45	.51792	6.8362	3.2733	2.0885	.51932	8.2083
2.46	.51691	6.8935	3.2854	2.0982	.51521	8.2714
2.47	.51592	6.9510	3.2975	2.1080	.51112	8.3347
2.48	.51493	7.0088	3.3095	2.1178	.50706	8.3983
2.49	.51395	7.0668	3.3214	2.1276	.50303	8.4622
2.50	.51299	7.1250	3.3333	2.1375	.49902	8.5262
2.51	.51204	7.1834	3.3451	2.1474	.49502	8.5904
2.52	.51109	7.2421	3.3569	2.1574	.49104	8.6549
2.53	.51015	7.3010	3.3686	2.1674	.48709	8.7198
2.54	.50923	7.3602	3.3802	2.1774	.48317	8.7850
2.55	.50831	7.4196	3.3918	2.1875	.47927	8.8505
2.56	.50740	7.4792	3.4034	2.1976	.47540	8.9162
2.57	.50651	7.5391	3.4149	2.2077	.47155	8.9821
2.58	.50562	7.5992	3.4263	2.2179	.46772	9.0482
2.59	.50474	7.6595	3.4376	2.2281	.46391	9.1146
2.60	.50387	7.7200	3.4489	2.2383	.46012	9.1813
2.61	.50301	7.7808	3.4602	2.2486	.45636	9.2481
2.62	.50216	7.8418	3.4714	2.2589	.45262	9.3154
2.63	.50132	7.9030	3.4825	2.2693	.44891	9.3829
2.64	.50048	7.9645	3.4936	2.2797	.44522	9.4507
2.65	.49965	8.0262	3.5047	2.2901	.44155	9.5187
2.66	.49883	8.0882	3.5157	2.3006	.43791	9.5869
2.67	.49802	8.1504	3.5266	2.3111	.43429	9.6553
2.68	.49722	8.2128	3.5374	2.3217	.43070	9.7241
2.69	.49642	8.2754	3.5482	2.3323	.42713	9.7932
2.70	.49563	8.3383	3.5590	2.3429	.42359	9.8625
2.71	.49485	8.4014	3.5697	2.3536	.42007	9.9320
2.72	.49408	8.4648	3.5803	2.3643	.41657	10.0017
2.73	.49332	8.5284	3.5909	2.3750	.41310	10.0718
2.74	.49256	8.5922	3.6014	2.3858	.40965	10.1421
2.75	.49181	8.6562	3.6119	2.3966	.40622	10.212
2.76	.49107	8.7205	3.6224	2.4074	.40282	10.283
2.77	.49033	8.7850	3.6328	2.4183	.39945	10.354
2.78	.48960	8.8497	3.6431	2.4292	.39610	10.426
2.79	.48888	8.9147	3.6533	2.4402	.39276	10.498

Download FREE UPSC E-BOOKS
FREE!
CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Question 4(b)

Table : Properties of air at atmospheric pressure

The values of μ, k, c_p and Pr are not strongly pressure-dependent and may be used over a fairly wide range of pressures							
T, K	ρ kg/m^3	c_v kJ/kg .°C	$\mu \times 10^5$ kg/m . s	$\nu \times 10^6$ m^2/s	k W/m . °C	$\alpha \times 10^4$ m^2/s	Pr
100	3.6010	1.0266	0.6924	1.923	0.009246	0.02501	0.770
150	2.3675	1.0099	1.0283	4.343	0.013735	0.05745	0.753
200	1.7684	1.0061	1.3289	7.490	0.01809	0.10165	0.739
250	1.4128	1.0053	1.5990	11.31	0.02227	0.15675	0.722
300	1.1774	1.0057	1.8462	15.69	0.02624	0.22160	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697
400	0.8826	1.0140	2.286	25.90	0.03365	0.3760	0.689
450	0.7833	1.0207	2.484	31.71	0.03707	0.4222	0.683
500	0.7048	1.0295	2.671	37.90	0.04038	0.5564	0.680
550	0.6423	1.0392	2.848	44.34	0.04360	0.6532	0.680
600	0.5879	1.0551	3.018	51.34	0.04659	0.7512	0.680
650	0.5430	1.0635	3.177	58.51	0.04953	0.8578	0.682
700	0.5030	1.0752	3.332	66.25	0.05230	0.9672	0.684
750	0.4709	1.0856	3.481	73.91	0.05509	1.0774	0.686
800	0.4405	1.0978	3.625	82.29	0.05779	1.1951	0.689
850	0.4149	1.1095	3.765	90.75	0.06028	1.3097	0.692
900	0.3925	1.1212	3.899	99.3	0.06279	1.4271	0.696
950	0.3716	1.1321	4.023	108.2	0.06525	1.5510	0.699
1000	0.3524	1.1417	4.152	117.8	0.06752	1.6779	0.702
1100	0.3204	1.160	4.44	138.6	0.0732	1.969	0.704
1200	0.2947	1.179	4.69	159.1	0.0782	2.251	0.707
1300	0.2707	1.197	4.93	182.1	0.0837	2.583	0.705
1400	0.2515	1.214	5.17	205.5	0.0891	2.920	0.705
1500	0.2355	1.230	5.40	229.1	0.0946	3.262	0.705
1600	0.2211	1.248	5.63	254.5	0.100	3.609	0.705
1700	0.2082	1.267	5.85	280.5	0.105	3.977	0.705
1800	0.1970	1.287	6.07	308.1	0.111	4.379	0.704
1900	0.1858	1.309	6.29	338.5	0.117	4.811	0.704
2000	0.1762	1.338	6.50	369.0	0.124	5.260	0.702
2100	0.1682	1.372	6.72	399.6	0.131	5.715	0.700
2200	0.1602	1.419	6.93	432.6	0.139	6.120	0.707
2300	0.1538	1.482	7.14	464.0	0.149	6.540	0.710
2400	0.1458	1.574	7.35	504.0	0.161	7.020	0.718
2500	0.1394	1.688	7.57	543.5	0.175	7.441	0.730

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Question 5(c) and 6(b)

Table : Saturated R-134a

Temp. (°C)	Press. (kPa)	Specific Volume, m^3/kg Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g
– 70	8.3	0.000675	1.97207	1.97274
– 65	11.7	0.000679	1.42915	1.42983
– 60	16.3	0.000684	1.05199	1.05268
– 55	22.2	0.000689	0.78609	0.78678
– 50	29.9	0.000695	0.59587	0.59657
– 45	39.6	0.000701	0.45783	0.45853
– 40	51.8	0.000708	0.35625	0.35696
– 35	66.8	0.000715	0.28051	0.28122
– 30	85.1	0.000722	0.22330	0.22402
– 26.3	101.3	0.000728	0.18947	0.19020
– 25	107.2	0.000730	0.17957	0.18030
– 20	133.7	0.000738	0.14576	0.14649
– 15	165.0	0.000746	0.11932	0.12007
– 10	201.7	0.000755	0.09845	0.09921
– 5	244.5	0.000764	0.08181	0.08257
0	294.0	0.000773	0.06842	0.06919
5	350.9	0.000783	0.05755	0.05833
10	415.8	0.000794	0.04866	0.04945
15	489.5	0.000805	0.04133	0.04213
20	572.8	0.000817	0.03524	0.03606
25	666.3	0.000829	0.03015	0.03098
30	771.0	0.000843	0.02587	0.02671
35	887.6	0.000857	0.02224	0.02310
40	1017.0	0.000873	0.01915	0.02002
45	1160.2	0.000890	0.01650	0.01739
50	1318.1	0.000908	0.01422	0.01512
55	1491.6	0.000928	0.01224	0.01316
60	1681.8	0.000951	0.01051	0.01146
65	1889.9	0.000976	0.00899	0.00997
70	2117.0	0.001005	0.00765	0.00866
75	2364.4	0.001038	0.00645	0.00749
80	2633.6	0.001078	0.00537	0.00645
85	2926.2	0.001128	0.00437	0.00550
90	3244.5	0.001195	0.00341	0.00461
95	3591.5	0.001297	0.00243	0.00373
100	3973.2	0.001557	0.00108	0.00264
101.2	4064.0	0.001969	0	0.00197

Download FREE UPSC E-BOOKS FREE! CLICK HERE

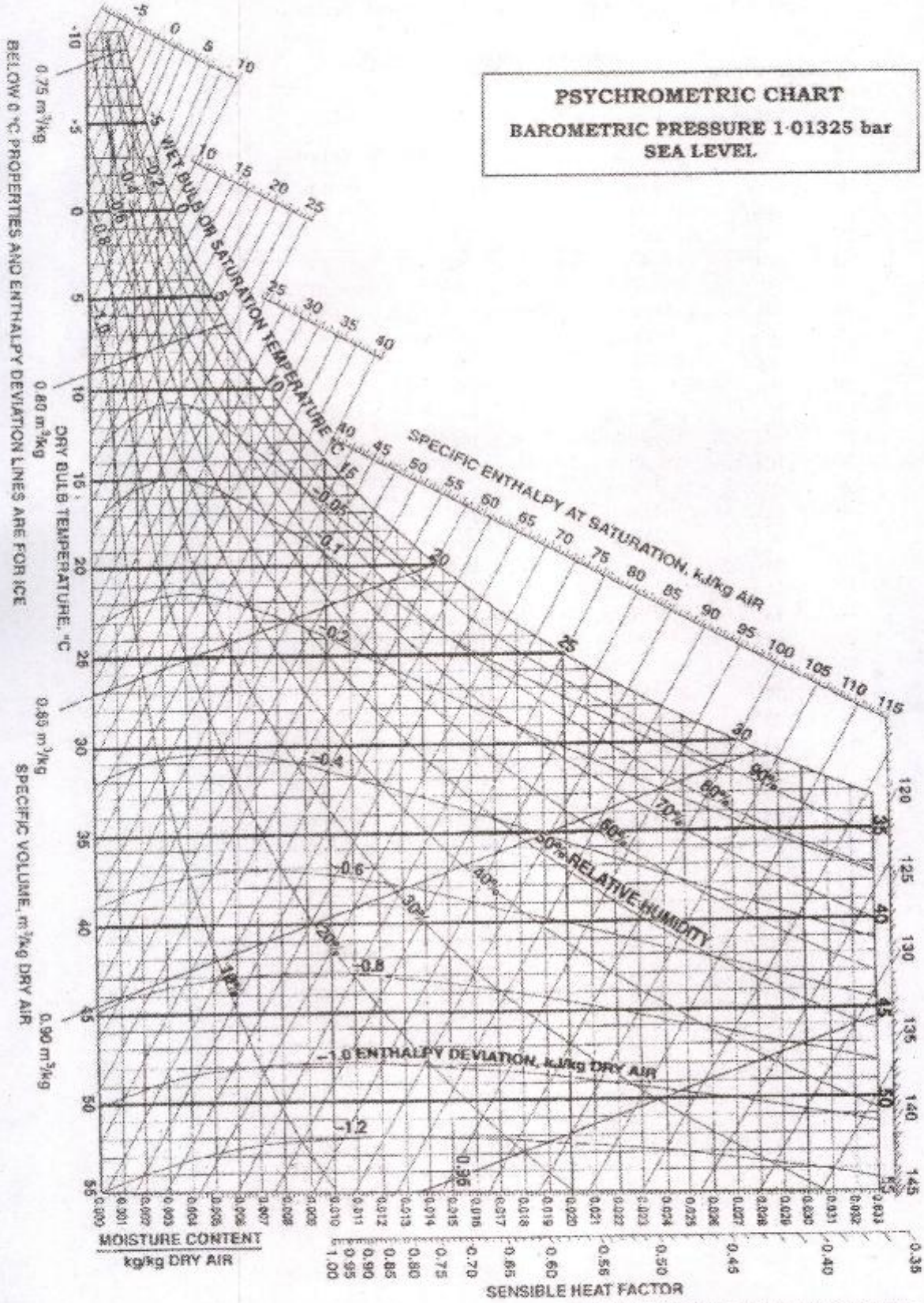
Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Table : Saturated R-134a *(Continued)*

Temp. (°C)	Press. (kPa)	Enthalpy, kJ/kg Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Entropy, kJ/k-K Sat.Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g
– 70	8.3	119.47	235.15	354.62	0.6645	1.1575	1.8220
– 65	11.7	123.18	234.55	357.73	0.6825	1.1268	1.8094
– 60	16.3	127.53	233.33	360.86	0.7031	1.0947	1.7978
– 55	22.2	132.37	231.63	364.00	0.7256	1.0618	1.7874
– 50	29.9	137.62	229.54	367.16	0.7493	1.0286	1.7780
– 45	39.6	143.18	227.14	370.32	0.7740	0.9956	1.7695
– 40	51.8	148.98	224.50	373.48	0.7991	0.9629	1.7620
– 35	66.8	154.98	221.67	376.64	0.8245	0.9308	1.7553
– 30	85.1	161.12	218.68	379.80	0.8499	0.8994	1.7493
– 26.3	101.3	165.80	216.36	382.16	0.8690	0.8763	1.7453
– 25	107.2	167.38	215.57	382.95	0.8754	0.8687	1.7441
– 20	133.7	173.74	212.34	386.08	0.9007	0.8388	1.7395
– 15	165.0	180.19	209.00	389.20	0.9258	0.8096	1.7354
– 10	201.7	186.72	205.56	392.28	0.9507	0.7812	1.7319
– 5	244.5	193.32	202.02	395.34	0.9755	0.7534	1.7288
0	294.0	200.00	198.36	398.36	1.0000	0.7262	1.7262
5	350.9	206.75	194.57	401.32	1.0243	0.6995	1.7239
10	415.8	213.58	190.65	404.23	1.0485	0.6733	1.7218
15	489.5	220.49	186.58	407.07	1.0725	0.6475	1.7200
20	572.8	227.49	182.35	409.84	1.0963	0.6220	1.7183
25	666.3	234.59	177.92	412.51	1.1201	0.5967	1.7168
30	771.0	241.79	173.29	415.08	1.1437	0.5716	1.7153
35	887.6	249.10	168.42	417.52	1.1673	0.5465	1.7139
40	1017.0	256.54	163.28	419.82	1.1909	0.5214	1.7123
45	1160.2	264.11	157.85	421.96	1.2145	0.4962	1.7106
50	1318.1	271.83	152.08	423.91	1.2381	0.4706	1.7088
55	1491.6	279.72	145.93	425.65	1.2619	0.4447	1.7066
60	1681.8	287.79	139.33	427.13	1.2857	0.4182	1.7040
65	1889.9	296.00	132.21	428.30	1.3099	0.3910	1.7008
70	2117.0	304.64	124.47	429.11	1.3343	0.3627	1.6970
75	2364.4	313.51	115.94	429.45	1.3592	0.3330	1.6923
80	2633.6	322.79	106.40	429.19	1.3849	0.3013	1.6862
85	2926.2	332.65	95.45	428.10	1.4117	0.2665	1.6782
90	3244.5	343.38	82.31	425.70	1.4404	0.2267	1.6671
95	3591.5	355.83	64.98	420.81	1.4733	0.1765	1.6498
100	3973.2	374.74	32.47	407.21	1.5228	0.0870	1.6098
101.2	4064.0	390.98	0	390.98	1.5658	0	1.5658

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Question 7(a)



Ref. Point for SHF is 25 °C, 50% RH

Download FREE UPSC E-BOOKS
FREE!
CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Question 7(b) and 8(a)

Steam Tables (Pressure)

Saturated Water Pressure Entry

Press. (kPa)	Temp. (°C)	Specific Volume, m^3/kg Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g
0.6113	0.01	0.001000	206.131	206.132
1	6.98	0.001000	129.20702	129.20802
1.5	13.03	0.001001	87.97913	87.98013
2	17.50	0.001001	67.00285	67.00385
2.5	21.08	0.001002	54.25285	54.25385
3	24.08	0.001003	45.66402	45.66502
4	28.96	0.001004	34.79915	34.80015
5	32.88	0.001005	28.19150	28.19251
7.5	40.29	0.001008	19.23674	19.23775
10	45.81	0.001010	14.67254	14.67355
15	53.97	0.001014	10.02117	10.02218
20	60.06	0.001017	7.64835	7.64937
25	64.97	0.001020	6.20322	6.20424
30	69.10	0.001022	5.22816	5.22918
40	75.87	0.001026	3.99243	3.99345
50	81.33	0.001030	3.23931	3.24034
75	91.77	0.001037	2.21607	2.21711
100	99.62	0.001043	1.69296	1.69400
125	105.99	0.001048	1.37385	1.37490
150	111.37	0.001053	1.15828	1.15933
175	116.06	0.001057	1.00257	1.00363
200	120.23	0.001061	0.88467	0.88573
225	124.00	0.001064	0.79219	0.79325
250	127.43	0.001067	0.71765	0.71871
275	130.60	0.001070	0.65624	0.65731
300	133.55	0.001073	0.60475	0.60582
325	136.30	0.001076	0.56093	0.56201
350	138.88	0.001079	0.52317	0.52425
375	141.32	0.001081	0.49029	0.49137
400	143.63	0.001084	0.46138	0.46246
450	147.93	0.001088	0.41289	0.41398
500	151.86	0.001093	0.37380	0.37489
550	155.48	0.001097	0.34159	0.34268
600	158.85	0.001101	0.31457	0.31567
650	162.01	0.001104	0.29158	0.29268
700	164.97	0.001108	0.27176	0.27286
750	167.77	0.001111	0.25449	0.25560
800	170.43	0.001115	0.23931	0.24043

Download FREE UPSC E-BOOKS
FREE!
CLICK HERE

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Steam Tables (Pressure) *(Continued)*

Saturated Water Pressure Entry

		Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg-K		
Press. (kPa)	Temp. (°C)	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g
0.6113	0.01	0.00	2501.3	2501.3	0	9.1562	9.1562
1.0	6.98	29.29	2484.89	2514.18	0.1059	8.8697	8.9756
1.5	13.03	54.70	2470.59	2525.30	0.1956	8.6322	8.8278
2.0	17.50	73.47	2460.02	2533.49	0.2607	8.4629	8.7236
2.5	21.08	88.47	2451.56	2540.03	0.3120	8.3311	8.6431
3.0	24.08	101.03	2444.47	2545.50	0.3545	8.2231	8.5775
4.0	28.96	121.44	2432.93	2554.37	0.4226	8.0520	8.4746
5.0	32.88	137.79	2423.66	2561.45	0.4763	7.9187	8.3950
7.5	40.29	168.77	2406.02	2574.79	0.5763	7.6751	8.2514
10	45.81	191.81	2392.82	2584.63	0.6492	7.5010	8.1501
15	53.97	225.91	2373.14	2599.06	0.7548	7.2536	8.0084
20	60.06	251.38	2358.33	2609.70	0.8319	7.0766	7.9085
25	64.97	271.90	2346.29	2618.19	0.8930	6.9383	7.8313
30	69.10	289.21	2336.07	2625.28	0.9439	6.8247	7.7686
40	75.87	317.55	2319.19	2636.74	1.0258	6.6441	7.6700
50	81.33	340.47	2305.40	2645.87	1.0910	6.5029	7.5939
75	91.77	384.36	2278.59	2662.96	1.2129	6.2434	7.4563
100	99.62	417.44	2258.02	2675.46	1.3025	6.0568	7.3593
125	105.99	444.30	2241.05	2685.35	1.3739	5.9104	7.2843
150	111.37	467.08	2226.46	2693.54	1.4335	5.7897	7.2232
175	116.06	486.97	2213.57	2700.53	1.4848	5.6868	7.1717
200	120.23	504.68	2201.96	2706.63	1.5300	5.5970	7.1271
225	124.00	520.69	2191.35	2712.04	1.5705	5.5173	7.0878
250	127.43	535.34	2181.55	2716.89	1.6072	5.4455	7.0526
275	130.60	548.87	2172.42	2721.29	1.6407	5.3801	7.0208
300	133.55	561.45	2163.85	2725.30	1.6717	5.3201	6.9918
325	136.30	573.23	2155.76	2728.99	1.7005	5.2646	6.9651
350	138.88	584.31	2148.10	2732.40	1.7274	5.2130	6.9404
375	141.32	594.79	2140.79	2735.58	1.7527	5.1647	6.9174
400	143.63	604.73	2133.81	2738.53	1.7766	5.1193	6.8958
450	147.93	623.24	2120.67	2743.91	1.8206	5.0359	6.8565
500	151.86	640.21	2108.47	2748.67	1.8606	4.9606	6.8212
550	155.48	655.91	2097.04	2752.94	1.8972	4.8920	6.7892
600	158.85	670.54	2086.26	2756.80	1.9311	4.8289	6.7600
650	162.01	684.26	2076.04	2760.30	1.9627	4.7704	6.7330
700	164.97	697.20	2066.30	2763.50	1.9922	4.7158	6.7080
750	167.77	709.45	2056.98	2766.43	2.0199	4.6647	6.6846
800	170.43	721.10	2048.04	2769.13	2.0461	4.6166	6.6627

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Question 7(b) and 8(a)

Steam Tables (Temperature)

Saturated water

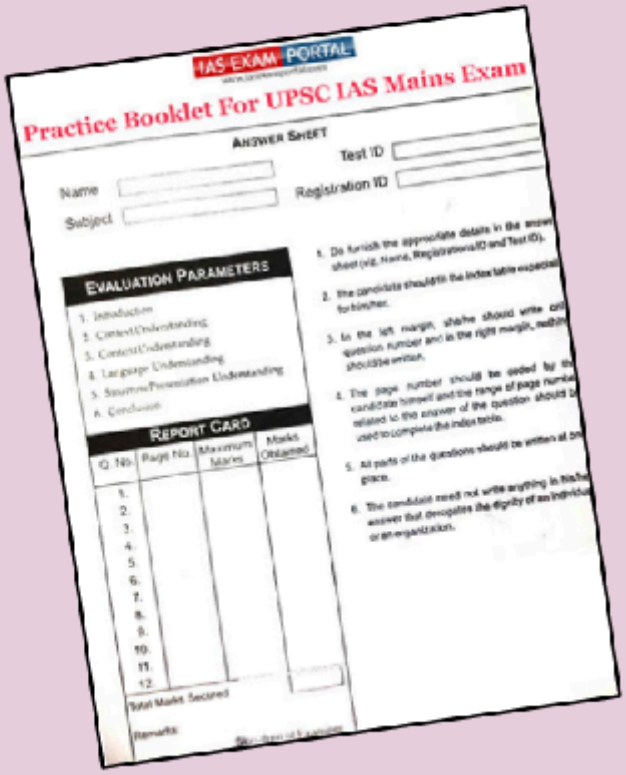
Temp. (°C)	Press. (kPa)	Specific Volume, m^3/kg Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g
0.01	0.6113	0.001000	206.131	206.132
5	0.8721	0.001000	147.117	147.118
10	1.2276	0.001000	106.376	106.377
15	1.705	0.001001	77.924	77.925
20	2.339	0.001002	57.7887	57.7897
25	3.169	0.001003	43.3583	43.3593
30	4.246	0.001004	32.8922	32.8932
35	5.628	0.001006	25.2148	25.2158
40	7.384	0.001008	19.5219	19.5229
45	9.593	0.001010	15.2571	15.2581
50	12.350	0.001012	12.0308	12.0318
55	15.758	0.001015	9.56734	9.56835
60	19.941	0.001017	7.66969	7.67071
65	25.03	0.001020	6.19554	6.19656
70	31.19	0.001023	5.04114	5.04217
75	38.58	0.001026	4.13021	4.13123
80	47.39	0.001029	3.40612	3.40715
85	57.83	0.001032	2.82654	2.82757
90	70.14	0.001036	2.35953	2.36056
95	84.55	0.001040	1.98082	1.98186
100	101.3	0.001044	1.67185	1.67290
105	120.8	0.001047	1.41831	1.41936
110	143.3	0.001052	1.20909	1.21014
115	169.1	0.001056	1.03552	1.03658
120	198.5	0.001060	0.89080	0.89186
125	232.1	0.001065	0.76953	0.77059
130	270.1	0.001070	0.66744	0.66850
135	313.0	0.001075	0.58110	0.58217
140	361.3	0.001080	0.50777	0.50885
145	415.4	0.001085	0.44524	0.44632
150	475.9	0.001090	0.39169	0.39278
155	543.1	0.001096	0.34566	0.34676
160	617.8	0.001102	0.30596	0.30706
165	700.5	0.001108	0.27158	0.27269
170	791.7	0.001114	0.24171	0.24283
175	892.0	0.001121	0.21568	0.21680
180	1002.2	0.001127	0.19292	0.19405
185	1122.7	0.001134	0.17295	0.17409
190	1254.4	0.001141	0.15539	0.15654

Download FREE UPSC E-BOOKS FREE! CLICK HERE

UPSC Mains Exam

Practice Answer Sheet Booklet and Tips

- Medium: English
- Pages: 200+
- PDF File Download Link via Email



FREE

PDF

CLICK HERE

100% SAFE

FREE PRACTICE BOOKLET EBOOK :

https://iasexamportal.com/ebook/practice-booklet-for-upsc-ias-mains-exam

Get Printed Study Notes for UPSC Exam - https://iasexamportal.com/notes

Steam Tables (Temperature) *(Continued)*

Saturated Water

Temp. (°C)	Press. (kPa)	Enthalpy, kJ/kg Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Entropy, kJ/kg-K Sat.Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g
0.01	0.6113	0.00	2501.35	2501.35	0	9.1562	9.1562
5	0.8721	20.98	2489.57	2510.54	0.0761	8.9496	9.0257
10	1.2276	41.99	2477.75	2519.74	0.1510	8.7498	8.9007
15	1.705	62.98	2465.93	2528.91	0.2245	8.5569	8.7813
20	2.339	83.94	2454.12	2538.06	0.2966	8.3706	8.6671
25	3.169	104.87	2442.30	2547.17	0.3673	8.1905	8.5579
30	4.246	125.77	2430.48	2556.25	0.4369	8.0164	8.4533
35	5.628	146.66	2418.62	2565.28	0.5052	7.8478	8.3530
40	7.384	167.54	2406.72	2574.26	0.5724	7.6845	8.2569
45	9.593	188.42	2394.77	2583.19	0.6386	7.5261	8.1647
50	12.350	209.31	2382.75	2592.06	0.7037	7.3725	8.0762
55	15.758	230.20	2370.66	2600.86	0.7679	7.2234	7.9912
60	19.941	251.11	2358.48	2609.59	0.8311	7.0784	7.9095
65	25.03	272.03	2346.21	2618.24	0.8934	6.9375	7.8309
70	31.19	292.96	2333.85	2626.80	0.9548	6.8004	7.7552
75	38.58	313.91	2321.37	2635.28	1.0154	6.6670	7.6824
80	47.39	334.88	2308.77	2643.66	1.0752	6.5369	7.6121
85	57.83	355.88	2296.05	2651.93	1.1342	6.4102	7.5444
90	70.14	376.90	2283.19	2660.09	1.1924	6.2866	7.4790
95	84.55	397.94	2270.19	2668.13	1.2500	6.1659	7.4158
100	101.3	419.02	2257.03	2676.05	1.3068	6.0480	7.3548
105	120.8	440.13	2243.70	2683.83	1.3629	5.9328	7.2958
110	143.3	461.27	2230.20	2691.47	1.4184	5.8202	7.2386
115	169.1	482.46	2216.50	2698.96	1.4733	5.7100	7.1832
120	198.5	503.69	2202.61	2706.30	1.5275	5.6020	7.1295
125	232.1	524.96	2188.50	2713.46	1.5812	5.4962	7.0774
130	270.1	546.29	2174.16	2720.46	1.6343	5.3925	7.0269
135	313.0	567.67	2159.59	2727.26	1.6869	5.2907	6.9777
140	361.3	589.11	2144.75	2733.87	1.7390	5.1908	6.9298
145	415.4	610.61	2129.65	2740.26	1.7906	5.0926	6.8832
150	475.9	632.18	2114.26	2746.44	1.8417	4.9960	6.8378
155	543.1	653.82	2098.56	2752.39	1.8924	4.9010	6.7934
160	617.8	675.53	2082.55	2758.09	1.9426	4.8075	6.7501
165	700.5	697.32	2066.20	2763.53	1.9924	4.7153	6.7078
170	791.7	719.20	2049.50	2768.70	2.0418	4.6244	6.6663
175	892.0	741.16	2032.42	2773.58	2.0909	4.5347	6.6256
180	1002.2	763.21	2014.96	2778.16	2.1395	4.4461	6.5857
185	1122.7	785.36	1997.07	2782.43	2.1878	4.3586	6.5464
190	1254.4	807.61	1978.76	2786.37	2.2358	4.2720	6.5078

Download FREE UPSC E-BOOKS FREE! CLICK HERE