

BPHCT-135

सत्रीय कार्य पुस्तिका

स्नातक उपाधि कार्यक्रम
(बी.एससी.जी.)

ऊष्मीय भौतिकी और सांख्यिकीय यांत्रिकी

1 जनवरी, 2023 से 31 दिसंबर, 2023 तक वैध



विज्ञान विद्यापीठ
इन्दिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
मैदानगढ़ी, नई दिल्ली-110068
(2023)

प्रिय विद्यार्थी,

आपके नामांकन के बाद हमने आपको स्नातक उपाधि कार्यक्रम की कार्यक्रम दर्शिका भेजी थी। उसमें सत्रीय कार्य से संबंधित जो भाग है, उसे कृपया पढ़ लें। जैसा कि आप जानते हैं, सतत मूल्यांकन के लिए 30% अंक निर्धारित किये गये हैं। इसके लिए आपको इस पाठ्यक्रम का **एक सत्रीय कार्य** हल करना होगा। यह सत्रीय कार्य इस पुस्तिका में शामिल है और इसमें दो भाग हैं, भाग क और भाग ख। दोनों भागों के कुल अंक 100 हैं। सत्रीय कार्य में उत्तीर्ण होने के लिए आपको 35% अंक चाहिए।

सत्रीय कार्य से संबंधित निर्देश

सत्रीय कार्य के प्रश्नों के उत्तर लिखने से पहले, निम्नलिखित निर्देशों को ध्यान से पढ़ें।

- 1) अपनी TMA उत्तर पुस्तिका के पहले पृष्ठ पर सबसे ऊपर निम्नलिखित प्रारूप के अनुसार विवरण लिखें।

नामांकन संख्या :
नाम :
पता :

पाठ्यक्रम कोड :
पाठ्यक्रम शीर्षक :
सत्रीय कार्य कोड :
अध्ययन केंद्र :
	दिनांक :

कार्य के सही और शीघ्र मूल्यांकन के लिए दिये गए प्रारूप का सही अनुसरण करें।

- 2) अपने उत्तर लिखने के लिए फुलस्कैप कागज़ का इस्तेमाल करें, जो बहुत पतला न हो।
- 3) प्रत्येक कागज़ पर बायें, ऊपर और नीचे 4 cm जगह छोड़ें।
- 4) आपके उत्तर सटीक और अपने शब्दों में होने चाहिए।
- 5) इस सत्रीय कार्य के भाग क और भाग ख हल करें, और **भाग क और भाग ख सहित संपूर्ण सत्रीय कार्य को वैध तिथि के भीतर अपने अध्ययन केंद्र में जमा कर दें।**
- 6) आपको अपनी सत्रीय कार्य उत्तर पुस्तिका दिए गए समय के भीतर जमा करनी है। **वैध तिथि के बाद** सत्रीय कार्य उत्तर पुस्तिका नहीं ली जायेगी।

हमारा सुझाव है कि आप अपने सत्रीय कार्य की एक प्रति अपने पास सुरक्षित रखें।

- 7) यह सत्रीय कार्य **01 जनवरी, 2023 से 31 दिसंबर, 2023 तक वैध** है। यदि आप इस सत्रीय कार्य में उत्तीर्ण नहीं हो पाते या इसे 31 दिसंबर, 2023 से पहले जमा नहीं कर पाते तो फिर आपको **2024** का सत्रीय कार्य करना होगा और कार्यक्रम दर्शिका में दिए गए निर्देशों के अनुसार इसे जमा करना होगा।
- 8) यदि आप इस सत्रीय कार्य को जमा नहीं करेंगे तो **आप इस पाठ्यक्रम का सत्रांत परीक्षा फार्म जमा नहीं कर सकेंगे।** किसी भी पूछताछ के लिए आप कृपया संपर्क करें : drsgupta@ignou.ac.in, slamba@ignou.ac.in।

हमारी शुभकामनाएं आपके साथ हैं।

अध्यापक जांच सत्रीय कार्य
ऊष्मीय भौतिकी और सांख्यिकीय यांत्रिकी

पाठ्यक्रम कोड : BPHCT-135

सत्रीय कार्य कोड : BPHCT-135/TMA/2023

अधिकतम अंक : 100

नोट : सभी प्रश्न हल करें। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं।

भाग क

1. क) वह तापमान परिकल्पित कीजिए जिस पर नाइट्रोजन अणुओं की वर्ग मूल माध्य चाल प्रायिकतम चाल से 200 ms^{-1} अधिक होती है। $m_{N_2} = 28 \text{ kg kmol}^{-1}$ लें। (5)

ख) चाल v से $v + dv$ के परिसर में मैक्सवेली गैस में अणुओं की संख्या का संबंध

$$dN_v = 4\pi N \left(\frac{m}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} v^2 \exp \left[- \left(\frac{mv^2}{2k_B T} \right) \right] dv$$

का उपयोग कर (i) माध्य माचल, और (ii) वर्ग माध्य मूल चाल के व्यंजक प्राप्त कीजिए। (5)

- ग) मुक्त पथों के बंटन के लिए अतिजीविता समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। $\frac{x}{\lambda}$ के फलन के रूप में मुक्त पथों के बंटन का आरेख खींचिए। (4+1)

- घ) 27°C तापमान पर हाइड्रोजन के अणुओं का विसरण गुणांक परिकल्पित कीजिए जबकि गैस का दाब 3 atm है। मान लें कि यह मैक्सवेली गैस की तरह व्यवहार करती है। मान लें कि $r_{H_2} = 1.37 \times 10^{-10} \text{ m}$ और $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ है। (5)

ड.) ब्राऊनी गति को परिभाषित कीजिए। इसके कोई चार प्रेक्षित अभिलक्षण लिखिए। (1+4)

2. क) (i) समदाबी (ii) समआयतनिक (iii) समतापी, और (iv) चक्रीय प्रक्रमों से आप क्या समझते हैं? इन प्रक्रमों का p - V सूचक आरेखों पर निरूपण कीजिए। (2+3)

ख) pVT -तंत्र के लिए सिद्ध कीजिए कि

$$\frac{dV}{V} = \alpha dT - \beta_T dp$$

जहां α आयतन प्रसार का समदाबी गुणांक और β_T समतापी संपीड्यता है। (5)

- ग) ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का अवकल रूप लिखिए। सिद्ध कीजिए कि आदर्श गैस के लिए ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम को $\delta Q = C_V dT + p dV$ के रूप में भी लिखा जा सकता है। इस परिणाम का उपयोग कर स्थैतिक-कल्प रुद्धोष्म प्रसारित आदर्श गैस के एक मोल के लिए $TV^{\gamma-1} = K$ व्यंजक प्राप्त कीजिए, जहां γ अचर दाब और अचर आयतन मोलीय ऊष्माधारिताओं का अनुपात है। (1+2+7)

- घ) मानक ताप और दाब (STP) पर दो मोल आदर्श गैस को समतापी प्रक्रम से उसके मूल आयतन से तीन गुणा आयतन तक प्रसारित किया जाता है। इसके बाद उसे समायतनिक प्रक्रम से अपने मूल दाब तक परिवर्तित किया जाता है। इन प्रक्रमों में किया गया कुल कार्य परिकल्पित कीजिए। मान लें : $R = 8.3 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ है। (5)

भाग ख

3. क) केल्विन-प्लांक तथा क्लासियस के ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम के कथन लिखिए। सिद्ध कीजिए कि ये दोनों कथन समतुल्य हैं। (5)
- ख) 0°C की 20 g बर्फ को भाप में परिवर्तित करने पर एन्ट्रॉपी में हुई वृद्धि परिकलित कीजिए। [दिया है : बर्फ की विशिष्ट गलन ऊष्मा = 80 cal g^{-1} , तथा भाप की विशिष्ट गुप्त ऊष्मा = 540 cal g^{-1}]. (5)
- ग) मैक्सवेल संबंधों का उपयोग कर, प्रथम और द्वितीय TdS -समीकरणों का निगमन कीजिए। और, प्रथम TdS -समीकरण को आयतन प्रसारणीयता (α) तथा समतापी संपीड्यता (β_T) के पदों में प्राप्त कीजिए। (6+4)
- घ) कृष्णिका के स्टीफन-बोल्जमान नियम का कथन लिखिए। विभिन्न तापों पर कृष्णिका के स्पेक्ट्रमी ऊर्जा के घनत्व का तरंगदैर्घ्य के फलन के रूप में आलेख खींचिए और इन आलेखित परिणामों की चर्चा कीजिए। (2+3)
4. क) बोल्जमान एन्ट्रॉपी संबंध $S = k_B \ln W$ व्युत्पन्न कीजिए, जहां W ऊष्मागतिकी प्रायिकता है। (5)
- ख) फर्मी-डिराक तंत्र के ऊष्मागतिक प्रायिकता के संबंध का उपयोग कर बंटन फलन का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए और तापमान (i) $T = 0 \text{ K}$ और (ii) $T > 0 \text{ K}$ के लिए इसका ऊर्जा के फलन के रूप में चित्र खींचिए। (10)
- ग) 1 cm^3 आयतन के बॉक्स में 4×10^{21} इलेक्ट्रॉन परिबद्ध है। इन इलेक्ट्रॉनों की फर्मी ऊर्जा परिकलित कीजिए। [लीजिए : $m_e = 9.1 \times 10^{-28} \text{ g}$ और $h = 6.62 \times 10^{-28} \text{ ergs}$]. (5)
- घ) N विभेद्य कणों वाली आदर्श गैस का संवितरण फलन लिखिए। अतएव (i) अचर आयतन, और (ii) दाब पर ऊष्माधारिता का व्यंजक प्राप्त कीजिए। (5)
