

सत्रीय कार्य पुस्तिका
स्नातक उपाधि कार्यक्रम (बी.एससी.)
ऊष्मागतिकी और सांख्यिकीय यांत्रिकी

1 जनवरी, 2026 से 31 दिसंबर, 2026 तक वैध

सत्रांत परीक्षा फॉर्म भरने से पहले सत्रीय कार्य जमा करना अनिवार्य है।

कृपया ध्यान दें

- बी.एससी. कार्यक्रम में ऐच्छिक पाठ्यक्रम चार विषयों – रसायन विज्ञान, भौतिकी, गणित और जीव विज्ञान – में उपलब्ध हैं। ऐच्छिक पाठ्यक्रमों के कुल क्रेडिट (56 या 64), **कम से कम दो और अधिकतम चार** विषयों में से हो सकते हैं।
- आपके द्वारा चुने गए किसी भी विषय में आपको **कम से कम 8 क्रेडिट** के ऐच्छिक पाठ्यक्रम लेने होंगे। किसी भी एक विषय में आप **अधिक से अधिक 48 क्रेडिट** के ऐच्छिक पाठ्यक्रम ले सकते हैं।
- आप भौतिकी, रसायन तथा जीव विज्ञान के ऐच्छिक पाठ्यक्रमों के जितने कुल क्रेडिट लेते हैं, उनमें से **कम से कम 25 प्रतिशत प्रयोगशाला पाठ्यक्रमों** के होने चाहिए। उदाहरण के लिए, यदि आप इन तीन विषयों में कुल 64 क्रेडिट के पाठ्यक्रम लेते हैं, तो इनमें से कम से कम 16 क्रेडिट प्रयोगशाला पाठ्यक्रमों के होने चाहिए।
- किसी पाठ्यक्रम में पंजीकरण कराए बिना आप उसकी सत्रांत परीक्षा में नहीं बैठ सकते। अगर आप ऐसा करते हैं तो उस पाठ्यक्रम का परीक्षाफल रोक दिया जाएगा और इसका दायित्व आप पर होगा।



प्रिय विद्यार्थी,

हम उम्मीद करते हैं कि स्नातक उपाधि कार्यक्रम में अपनायी गयी मूल्यांकन पद्धति से आप भली-भांति परिचित हैं। आपके नामांकन के बाद हमने आपको एक कार्यक्रम दर्शिका भेजी थी। उसमें सत्रीय कार्य से संबंधित जो भाग है, उसे कृपया दुबारा 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।

सत्रीय कार्य से संबंधित निर्देश

इससे पहले कि आप किसी प्रश्न का उत्तर लिखें, निम्नलिखित निर्देशों को ध्यान से पढ़ें।

- 1) अपनी TMA उत्तर पुस्तिका के पहले पृष्ठ पर सबसे ऊपर निम्नलिखित प्रारूप के आधार पर 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 सुस्पष्ट और अपने शब्दों में होने चाहिए।
- 5) प्रश्नों के उत्तर लिखते समय, स्पष्ट लिखें कि आप किस प्रश्न का कौन सा भाग हल कर रहे हैं। ध्यान रखें कि उत्तर संक्षिप्त और सटीक हों। अपनी गणना के प्रत्येक चरण पर भौतिक राशियों की इकाइयां अवश्य लिखें जैसा कि पाठों में समझाया गया है। यदि आप ऐसा नहीं करेंगे तो आपके अंक काट लिए जाएंगे। अपने काम में सार्थक अंकों का ध्यान रखें। कार्य देने से पहले उसकी अच्छी तरह जांच कर लें।
- 6) यह सत्रीय कार्य **01 जनवरी 2026 से 31 दिसम्बर 2026 तक**, एक साल के लिए वैध है। लेकिन हमारी सलाह है कि आप सत्रीय कार्य इस पुस्तिका के मिलने के **12 सप्ताहों** के भीतर जमा कर दें ताकि यह आपके अध्ययन में सहायक सिद्ध हो सके। हमारा सुझाव है कि आप अपने सत्रीय कार्य की **एक प्रति अपने पास सुरक्षित रखें**। और यदि संभव हो तो इस पुस्तिका की एक प्रति अपनी उत्तर पुस्तिका के साथ संलग्न करें।

हमारी शुभकामनाएं आपके साथ हैं।

अध्यापक जांच सत्रीय कार्य
ऊष्मागतिकी और सांख्यिकीय यांत्रिकी

पाठ्यक्रम कोड : BPHE-106/PHE-06
सत्रीय कार्य कोड : BPHE-106/PHE-06/TMA/2026
अधिकतम अंक : 100

नोट : सभी प्रश्न हल करें। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दर्शाए गए हैं।

1. क) 300 K पर गैस अणुओं के लिए उनकी सर्वाधिक संभावित चाल और औसत चाल परिकलित कीजिए। गैस अणु का द्रव्यमान 5×10^{-26} kg और $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$ JK⁻¹ लें। (5)
- ख) प्रथम कोटि सन्निकटन में गैस के अणुओं के लिए माध्य मुक्त पथ का व्यंजक प्राप्त कीजिए। (10)
- ग) एक मोल गैस के लिए वाण्डर वाल्स अवस्था समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। (5)
- घ) वह तापमान परिकलित कीजिए जिस पर ऑक्सीजन परमाणुओं की वही माध्यमूल चाल हो जो कि हाइड्रोजन अणुओं की कोष्ठ तापमान (≈ 300 K) पर है। (5)

2. क) $dV = 0$ और $dT \neq 0$ से परिभाषित दो अवस्थाओं के लिए, सिद्ध करें कि ऊष्मागतिक चर निम्नलिखित संबंध द्वारा जुड़े होते हैं :

$$\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P = -1 \quad (5)$$

- ख) रूद्धोष्म प्रक्रम के दौरान किए गए कार्य का व्यंजक प्रारंभिक (T_i) तथा अन्तिम तापमानों (T_f) के पदों में प्राप्त कीजिए। (5)
- ग) प्लैटिनम तार के लिए, ताप के साथ प्रतिरोध परिवर्तन के नियतांकों के मान $\alpha = 3.94 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ और $\beta = -5.82 \times 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-2}$ हैं। $R_0 = 14.00 \Omega$, (जहां R_0 हिमांक पर धातु का प्रतिरोध है) का तार लेकर एक तापमापी बनाया गया है। जब इस तापमापी को ऊष्मक द्रोणि (heat bath) के संपर्क में रखा जाता है तो इसका प्रतिरोध 15.20Ω पाया जाता है। द्रोणि का तापमान ज्ञात कीजिए। (5)
- घ) i) रूद्धोष्म ह्रास-दर की परिभाषा लिखिए और पृथ्वी के वायुमंडल के लिए रूद्धोष्म ह्रास दर का व्यंजक प्राप्त करें। (5)
- ii) मानक प्रतिबंधों के तहत अगर गैस का घनत्व 1.3 kg m^{-3} और इस गैस में ध्वनि की चाल $v = 330 \text{ m s}^{-1}$ हो तो गैस अणुओं की स्वातंत्र्य कोटियों का परिकलन कीजिए। (5)
3. क) मैक्सवेल संबंधों का उपयोग कर, प्रथम और द्वितीय ऊर्जा समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। (10)
- ख) दो अलग-अलग पात्रों में भिन्न-भिन्न गैसों भरी हैं। अगर इन दो गैसों का मिश्रण किया जाता है तो मिश्रण की प्रति मोल मिश्रण एन्ट्रॉपी का व्यंजक प्राप्त कीजिए। क्या दो गैसों के मिश्रण प्रक्रम में एन्ट्रॉपी घटती है? (5)
- ग) द्वितीय कोटि प्रावस्था संक्रमणों के लिए, सिद्ध कीजिए कि

$$\frac{\Delta p}{\Delta T} = \frac{C_{p2} - C_{p1}}{Tv(\alpha_{p2} - \alpha_{p1})}$$

द्वितीय कोटि प्रावस्था संक्रमण के लिए ताप के सापेक्ष ऊष्माधारिता का आरेख खींचिए। यह आरेख किस प्रकार लेम्डा संक्रमणों के आरेख से भिन्न है? (10)

4. क) 1 cm^3 आयतन के बॉक्स में 5.2×10^{21} इलेक्ट्रान परिबद्ध हैं। इनका फर्मी संवेग तथा फर्मी ऊर्जा परिकलित कीजिए।

$$m_e = 9.1 \times 10^{-28} \text{ g}, m_n = 1.67 \times 10^{-24} \text{ g} \text{ और } h = 6.62 \times 10^{-27} \text{ ergs लें।} \quad (5)$$

- ख) बोस-आइन्स्टाइन तंत्र के लिए ऊष्मागतिक प्रायिकता का व्यंजक निम्नलिखित है :

$$W = \prod \frac{(g_i + N_i - 1)!}{N_i!(g_i - 1)!}$$

बोस-आइन्स्टाइन बंटन फलन का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। (10)

- ग) N अविभेद्य कणों वाली आदर्श गैस का संवितरण फलन निम्नलिखित है :

$$Z_N^C = \frac{V^N}{N!} \left(\frac{2\pi m k_B T}{h^2} \right)^{3N/2}$$

इस संबंध का उपयोग कर जाकर-टेट्रोड समीकरण प्राप्त कीजिए। दे-ब्राग्ली तरंगदैर्घ्य के पदों में हेल्महोल्ट्स मुक्त ऊर्जा का व्यंजक भी प्राप्त कीजिए। (10)
