BPHE-106/PHE-06

सत्रीय कार्य पुस्तिका

स्नातक उपाधि कार्यक्रम (बी.एससी.)

ऊष्मागतिकी और सांख्यिकीय यांत्रिकी

1 जनवरी, 2022 से 31 दिसंबर, 2022 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।

इग्नू
जन-जन का विश्वविद्यालय
विज्ञान विद्यापीठ
इन्दिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
मैदानगढ़ी, नई दिल्ली – 110 068

2022

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 काग़ज़ 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 2022 से 31 दिसम्बर 2022 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/2022
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) वह तापमान परिकलित करें जिस पर नाइट्रोजन अणुओं की वर्ग मूल माध्य चाल प्रायिकतम चाल से $200\ \mathrm{ms}^{-1}$ अधिक होती है। (5)

   ख) मैक्सवेली गैस में चाल परिसर v से $v + dv$ में अणुओं की संख्या के लिए नीचे दिए व्यंजक

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

   का उपयोग कर अणु की प्रायिकतम चाल (v_p) का व्यंजक प्राप्त कीजिए। (5)

   ग) माध्य मुक्त पथ को परिभाषित कीजिए। सिद्ध कीजिए कि शून्य कोटि सन्निकटन के अंतर्गत यह $\frac{1}{n\pi d^2}$ के बराबर होता है। (5)

   घ) गैस के n मोलों के लिए वाण्डरवाल्स अवस्था समीकरण स्थापित कीजिए। (5)

   ड़) $0°C$ पर हाइड्रोजन के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा $5.50\times10^{-21}\mathrm{J}$ तथा मोलर गैस नियतांक $8.31\ \mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$ हैं। आवोगाद्रो संख्या परिकलित कीजिए। (5)

2. क) $30°C$ तापमान पर आदर्श गैस ($\gamma = 1.5$) का कुछ द्रव्यमान अचानक प्रारंभिक दाब से छह गुणा तक संपीड़ित किया जाता है। गैस का अन्तिम तापमान परिकलित कीजिए। (5)

   ख) सूचक आरेख क्या होता है? (i) समदाबी, (ii) समआयतनिक, (iii) समतापी, और (iv) चक्रीय प्रक्रमों का सूचक आरेखों पर निरुपण कीजिए। (1+4)

   ग) आदर्श गैस के लिए सिद्ध कीजिए कि :

   $$\beta_T = \frac{1}{p} \quad \text{और} \quad \alpha = \frac{1}{T}$$

   जहां β_T समतापी संपीड्यता और α ऊष्मा प्रत्यास्थता है। (5)

   घ) व्यवस्थात्मक आरेख की सहायता से प्लैटिनम प्रतिरोध तापमापी की संरचना समझाइए। इसके कोई दो प्रमुख गुण लिखिए। (5)

   ड़) रूद्धोष्म ह्रास-दर का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। (5)

3. क) एन्ट्रापी को परिभाषित कीजिए। जब दो पात्रों में रखी अलग-अलग गैसों को मिश्रण करने दिया जाता है, तो एन्ट्रापी परिवर्तन का व्यंजक प्राप्त कीजिए। (5)

ख) एक फ्रीजर $-13°C$ और $27°C$ के बीच प्रचालित होता है। इसके निष्पादन गुणांक (ω) का अधिकतम मान ज्ञात कीजिए। इस निष्पादन गुणांक पर $0°C$ पर रखे $0.5\,kg$ जल को संलयित करने के लिए कितनी विद्युत ऊर्जा की आवश्यकता होगी। जल की विशिष्ट सलयन गुप्त ऊष्मा = $334\,kJ\,kg^{-1}$ है। (5)

ग) चार ऊष्मागतिक विभवों के व्यंजक लिखिए। गिब्ज़ मुक्त ऊर्जा का एक अनुप्रयोग तथा हेल्महोल्त्स ऊर्जा का महत्व लिखिए। (5)

घ) द्वितीय कोटि प्रावस्था संक्रमण के लिए ऐरनफेस्ट समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। तापमान (T) के सापेक्ष ऊष्माधारिता (Cp) का आरेख कीजिए। (8+2)

4. क) फर्मी-डिराक तंत्र के लिए ऊष्मागतिक प्रायिकता निम्नलिखित व्यंजक द्वारा दी जाती है :

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

इसका उपयोग कर बंटन फलन का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए और $T = 0K$ तथा $T > 0K$ के लिए इसके चित्र खींचिए। (8+2)

ख) रैखिक आवर्ती दोलक की गति के समीकरण से प्रारंभ कर सिद्ध कीजिए कि इसकी प्रावस्था समष्टि एक दीर्घवृत्त है और प्रावस्था समष्टि का चित्र भी बनाइए। (4+1)

ग) N-कणों वाली आदर्श गैस के लिए संवितरण फलन का व्यंजक निम्नलिखित द्वारा दिया जाता है :

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

इस फलन का उपयोग कर (i) प्रति अणु ऊर्जा और (ii) दाब का व्यंजक प्राप्त कीजिए। (5)

घ) सिद्ध करें कि प्लांक नियम के ऊर्जा घनत्व के लिए बोस द्वारा दी गई व्युत्पत्ति निम्नलिखित व्यंजक द्वारा दी जाती है।

$$U_\nu d\nu = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3 d\nu}{\exp\left[\frac{h\nu}{k_B T} - 1\right]}$$ (5)

****