B. Sc. Second Year Examination, 2012
PHYSICS-IV (Kinetic Theory and Thermodynamics)

Time: 3 Hours] (B-216) [M.M. : 33

नोट: इस प्रश्न-पत्र को तीन खण्डों अ, ब तथा स में विभाजित किया गया है। खण्ड 'अ' में विस्तृत उत्तरीय प्रश्न, खण्ड 'ब' में लघु उत्तरीय प्रश्न तथा खण्ड 'स' में अति लघु उत्तरीय प्रश्न हैं। सभी खण्डों को निर्देशानुसार हल करें।

खण्ड-अ (Section-A)

नोट: इस खण्ड में छः प्रश्न हैं, किन्हीं तीन को हल कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 7 अंक का है। विस्तृत उत्तर अपेक्षित है।

1. वास्तविक गैस के लिये वान्डर वाल समीकरण की व्युत्पत्ति कीजिए। गैस के क्रान्तिक नियतांकों के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए। क्रान्तिक गुणांक की गणना भी कीजिए।
   Derive Vander Waal's equation of state. Deduce expressions for the critical constants of a gas. Also calculate critical coefficient.
2. मैक्सवेल के चार ऊष्मागतिक सम्बन्धों की व्युत्पत्ति कीजिए और उनसे क्लॉसियस-क्लेपिरॉन गुप्त ऊष्मा समीकरण प्राप्त कीजिये। Derive Maxwell's four thermodynamic relations and derive Clausius-Clapeyron latent heat equation from it.
3. आदर्श-कृष्णिका विकिरण के स्पेक्ट्रम में ऊर्जा वितरण के लिये प्रयोग का सविस्तार वर्णन कीजिए और $E_\lambda - \lambda$ ग्राफ खींचिए। Give in detail the experiment for the energy distribution of the spectrum of black body radiation and plot $E_\lambda - \lambda$ graph.
4. एन्ट्रोपी की परिभाषा दीजिए और इसका भौतिक महत्व बताइये। 0°C पर 10 ग्राम बर्फ उसी ताप पर पिघलती है। एन्ट्रोपी में परिवर्तन की गणना कीजिए। गुप्त ऊष्मा 80 कैलोरी प्रति किग्रा. है।
   Define Entropy & write its physical significance 10 gm of ice at 0°C melts into water at the same temperature. Calculate the change in entropy. The latent heat is 80 Cal/Kg.
5. कार्नो उत्क्रमणीय ऊष्मा इंजन का वर्णन कीजिए और इसकी दक्षता के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।
   Describe Carnot's reversible heat engine and find an expression for its efficiency.
6. रूद्धोष्म-विचुम्बकन का सिद्धान्त समझाइये और परम शून्य ताप के निकट पहुँचने की विधि समझाइये।
   Explain the principle of adiabatic demagnetisation and the method for reaching temperatures near absolute zero.

खण्ड-ब Section-B

नोट: इस खण्ड में तीन प्रश्न हैं, किन्हीं दो प्रश्नों को हल कीजिये। प्रत्येक प्रश्न 3.5 अंक का है।

7. ऊष्मागतिकी के प्रथम व द्वितीय नियम समझाइये। Explain Ist and IInd law of thermodynamics.
8. μ-मोल आदर्श गैस के 'मुक्त प्रसार' में एन्ट्रोपी में परिवर्तन ज्ञात करिए।
   Find change in entropy in case of free expansion of μ-mole ideal gas.
9. ऊष्मागतिकी का तृतीय नियम क्या है? इसकी आवश्यकता क्या है?
   What is the third law of thermodynamics? What is the need of it.

खण्ड-स Section-C

नोट: इस प्रश्न के पाँच भाग हैं, सभी भाग अनिवार्य हैं। इनमें कोई आन्तरिक चयन विकल्प नहीं होगा।

10. (i) **'प्लांक विकिरण नियम' लिखिए तथा प्रयुक्त अक्षरों का अर्थ बताइये।**
Write 'Planck's Radiation Law' with the meaning of the symbols used.

उत्तर–प्लांक ने क्वांटम सिद्धान्त के आधार पर सभी तरंग-दैर्ध्य परिसर के लिये निम्न सूत्र दिया–

$$U_\lambda d\lambda = \frac{8\pi\ hc}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{(e^{hc/\lambda kt} - 1)}$$

जहाँ c प्रकाश का वेग तथा k बोल्ट्समैन constant है।

(ii) दिखाइए कि सन्तृप्त जल वाष्प की 100°C पर विशिष्ट ऊष्मा ऋणात्मक होती है।
Show that the specific heat of saturated water vapour at 100°C is negative.

Scanned with CamScanner

उत्तर–संतृप्त जल-वाष्प की विशिष्ट ऊष्मा–क्लासियस समीकरण से संतृप्त वाष्प की विशिष्ट ऊष्मा

$$S_2 = S_1 + \frac{dL}{dt} - \frac{L}{t}$$

जल (द्रव), की विशिष्ट ऊष्मा $S_1 = 1$ कैलोरी/ (ग्राम $-K$) तथा जल के सामान्य क्वथनांक पर अर्थात् $T = 100 + 273 = 373K$ पर गुप्त ऊष्मा $L = 540$ कैलोरी/ग्राम।

उपरोक्त समीकरण में S_1, L व T के मान रखने पर

$$S_2 = 1 + \frac{dL}{dt} - \frac{540}{373}$$

$$= 1 + \frac{dL}{dt} - 1.45 = 0.45 + \frac{dL}{dt}$$

हम जानते है कि ताप बढ़ने पर जल की गुप्त ऊष्मा घटती है अर्थात् $\frac{dL}{dt}$ ऋणात्मक है। इस प्रकार 100° पर संतृप्त जल वाष्प की विशिष्ट ऊर्जा ऋणात्मक होती है।

(iii) किसी निकाय के 'अवस्था चर' निम्न में से छाँटिए-ताप, ऊष्मा, आन्तरिक ऊर्जा, एन्ट्रोपी।
Select the 'State-Variables' of a system out of-Temperature, Heat, Internal Energy, Entropy.

उत्तर–ताप

(iv) क्या तुम-'परम-शून्य' ताप प्राप्त कर सकते हो? Can you get 'absolute zero' temperature?

उत्तर–नहीं, परम शून्य ताप प्राप्त नहीं किया जा सकता है।

(v) ऊष्मा-चालन में एन्ट्रोपी किस प्रकार परिवर्तित होती है?
How does entropy change in Heat Conduction?

उत्तर–ऊष्मा चालन–माना कि एक ऊष्मारोधी बाक्स में तार T_1 की एक गर्म वस्तु A, तार T_2 की ठंडी वस्तु B के सम्पर्क में रखी जाती है। ऊष्मा वस्तु A से वस्तु B तक तब तक प्रवाहित होती है जब तक कि दोनों एक उभयनिष्ठ ताप T_m पर नहीं पहुँच जाती। माना कि प्रवाहित उष्मा Q है जो अनुत्क्रमणीय है। अत: ऐन्ट्रॉपी में परिवर्तन ज्ञात करने के लिए हमें एक उत्क्रमणीय प्रक्रम पर विचार करना होगा, एक ऐसा ऊष्मा कुंड चाहिए जिसके ताप को कभी भी बदलकर किसी भी ताप पर लाया जा सके। हम इस कुंड के ताप को T_1, पर समायोजित करके गर्म वस्तु A के सम्पर्क में रख देंगे। फिर इसके ताप को धीरे-धीरे T_m तक गिरायेंगे तथा A का ताप भी T_m तक गिर जाएगा। इसलिए A की एन्ट्रापी में कमी

$$\Delta S_1 = \frac{-Q}{T_{1m}}$$

अब कुंड के ताप को T_2 पर समायोजित करके ठंडी वस्तु B के सम्पर्क में रख देते हैं। तब इस प्रक्रम में कुंड से Q ऊष्मा वस्तु B में जायेगी। जिसका ताप T_2 से बढ़कर T_m हो जायेगा। अत: B की एन्ट्रॉपी में वृद्धि

$$\Delta S_2 = +\frac{Q}{T_{2m}}$$

इस निकाय की एन्ट्रोपी में परिवर्तन– $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \frac{-Q}{T_{1m}} + \frac{Q}{T_{2m}} = \frac{Q}{T_2} - \frac{Q}{T_1}$

अत: ऊष्मा चालन से विश्व की एन्ट्रोपी में वृद्धि होती है।

Scanned with CamScanner