

# Sri Sathya Sai College for Women, Bhopal

(An Autonomous College affiliated to Barkatullah University, Bhopal)

(NAAC Accredited 'A' Grade)



## SYLLABUS

UG

SESSION- 2023-24

CLASS: B.Sc. I YEAR

SUBJECT: Physics

*Gulshan*  
*[Signature]*

*Shivali*  
*28/8/23*

*[Signature]*  
*28/08/23*

# Sri Sathya Sai College for Women, Bhopal

(An Autonomous College Affiliated to Barkatullah University Bhopal)

Department of Higher Education, Govt. of M.P.

Under Graduate Syllabus (Annual Pattern)

As recommended by Central Board of Studies and approved by the Governor of M. P.

wef 2021-2022

(Session 2023-24)

(NEP-2020)

Class / कक्षा	:	B.Sc. First Year/ बी.एससी. प्रथम वर्ष
Subject / विषय	:	Physics / भौतिकी
Title of Paper/ प्रश्नपत्र का शीर्षक	:	Thermodynamics and statistical Physic / ऊष्मागतिकी तथा सांख्यिकीय भौतिकी
Course Type/कोर्स टाइप	:	Core course/Major-I
Paper/प्रश्नपत्र	:	First/ प्रथम
Max Marks: अधिकतम अंक	:	70 + 30 नियमित विद्यार्थी/ Regular Student
Min. Marks : न्यूनतम अंक	:	35
Credit Value	:	04

## Course

## Learning outcomes

1. The course would enable the students to understand the basis Physics of heat and temperature in relation to energy, work, radiation and matter.
2. The students are expected to learn that "how laws of thermodynamics are used in a heat engine to Transform heat into work".
3. This course will also develop an understanding of the various concepts of statistics and the methods to apply them in thermodynamics.
4. Students will understand the importance of studying statistical mechanics with the behaviour of Particles under classical and quantum conditions.

## Particular / विवरण

### Unit-I

#### Historical background & Laws of thermodynamics

1. **Historical background:** 1.1 A brief historical background of thermodynamics and statistical Physics in the context of India and Indian culture, Contribution of S.N. Bose in statistical Physics.
2. **Laws of thermodynamics:** 2.1 Thermodynamical system and thermodynamical coordinates, Thermal equilibrium, Zeroth law of thermodynamics, The concept of path function and point function, Work done by and on the system. 2.2 First law of thermodynamics, Internal energy as a state function, Reversible and irreversible change, Heat engine and its efficiency, Carnot's cycle, Carnot's engine and its efficiency, Carnot's theorem, Otto engine, Otto cycle, diesel engine. 2.3 Second law of thermodynamics, Statement of Kelvin-Planck and Clapeyron, Absolute scale of temperature: Zero of absolute scale, Size of degree, Identity of a perfect gas scale and absolute scale.

**Keywords/ Tags:** Thermodynamics, Internal energy, Heat engine, Absolute scale

इकाई 1

ऐतिहासिक पृष्ठभूमि और ऊष्मागतिकी के नियम

1. ऐतिहासिक पृष्ठभूमि : 1.1 भारत तथा भारतीय संस्कृति के संदर्भ में ऊष्मागतिकी तथा सांख्यिकीय भौतिकी की संक्षेप में ऐतिहासिक पृष्ठभूमि, सांख्यिकीय भौतिकी में एस.एन. बोस का योगदान
2. ऊष्मागतिकी के नियम : 2.1 ऊष्मागतिकी निकाय तथा ऊष्मागतिकी निर्देशांक, ऊष्मीय साम्यावस्था, ऊष्मागतिकी का शून्यवाँ नियम, मार्गफलन और बिन्दुफलन की धारणा, निकाय द्वारा तथा निकाय पर किया गया कार्य। 2.2 ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम, अवस्था फलन के रूप में आंतरिक ऊर्जा,

*Signature*  
*Signature*  
28/8/23

*Signature*  
28/08/23



उत्क्रमणीय तथा अनुत्क्रमणीय परिवर्तन, ऊष्मा इंजन और इसकी दक्षता, कार्नो चक्र, कार्नो इंजन और इसकी दक्षता, कार्नो प्रमेय, ओटो इंजन, आटो चक्र, डीजल इंजन। 2.3 ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम, कौल्विन-प्लांक तथा क्लेपरान के कथन, ताप का परम मापक्रम: परम मापक्रम का शून्य, डिग्री का आकार, एक आदर्श गैस मापक्रम, और परम मापक्रम की पहचान

सार बिन्दु (की वर्ड) टैग : ऊष्मागतिकी, आंतरिक ऊर्जा, ऊष्मा इंजन, परम मापक्रम।

### Unit-II Entropy

1. Concept of entropy, Clausius theorem, Entropy as a point function, Change in entropy in reversible and irreversible processes.
2. Change in entropy of an ideal gas, Change in entropy when two liquids at different temperatures are mixed (or two bodies at different temperatures are kept in contact.)
3. Principle of increase of Entropy, Change in entropy of the universe in an irreversible process. Disorder and heat death of universe.
4. Physical significance of Entropy, Temperature – entropy (T-S) diagram, third law of thermodynamics.

**Keywords/Tags: Reversible process, Entropy, Ideal gas.**

#### इकाई 2 एन्ट्रॉपी

1. एन्ट्रॉपी की अभिधारणा, क्लासियस प्रमेय, एन्ट्रॉपी बिन्दु फलन के रूप में, उत्क्रमणीय एवं अनुत्क्रमणीय प्रक्रमों में एन्ट्रॉपी में परिवर्तन।
  2. आदर्श गैस की एन्ट्रॉपी में परिवर्तन, एन्ट्रॉपी में परिवर्तन जबकि विभिन्न तापों पर दो द्रवों को मिलाया जाता है (अथवा विभिन्न तापों पर दो वस्तुओं को संपर्क में रखा जाता है)
  3. एन्ट्रॉपी वृद्धि का नियम, अनुत्क्रमणीय प्रक्रम में ब्रह्माण्ड की एन्ट्रॉपी में परिवर्तन, अव्यवस्था और ब्रह्माण्ड का ऊष्मीय अंत (हीट डेथ)
  4. एन्ट्रॉपी का भौतिक महत्व, ताप एन्ट्रॉपी आरेख (टी.एस.), ऊष्मागतिकी का तृतीय नियम।
- सार बिन्दु (की वर्ड) टैग : उत्क्रमणीय प्रक्रम, एन्ट्रॉपी, आदर्श गैस

### Unit-III Thermodynamic potentials and kinetic theory of gases

1. **Thermodynamic potential and its application:** 1.1 Thermodynamic potentials, Thermal equilibrium, Internal energy, Helmholtz free energy, Enthalpy and Gibbs free energy. 1.2 Derivation of Maxwell's relations from thermodynamic potentials, Gibbs – Helmholtz equation, Thermodynamic energy equation for ideal and van der Waal gas. 1.3 TdS equation, Derivation of expressions for  $C_p-C_v$  and their special cases for ideal and van der Waal gases, derivation of the expression  $E_s/E_t = C_p/C_v$ . 1.4 Clausius – Clapeyron latent heat equation, Temperature change in adiabatic process principle of refrigeration, Joule - Thomson effect, cooling by adiabatic demagnetization, Production and measurement of very low temperatures.
2. **Kinetic theory of gases:** 2.1 Behavior of a real gas and its deviation from an ideal gas, Virial equation, Andrew's experiment on  $CO_2$  gas. 2.2 Critical constant, continuity of the liquid and gaseous state, Vapour and gas state, Boyle temperature, van der Waals equation for real gas, Values of critical constants, Law of the corresponding state.

**Keywords/Tags: Potential, Enthalpy, Adiabatic, Real gas, Critical constant.**

#### इकाई 3 ऊष्मागतिक विभव तथा गैसों का अणुगति सिद्धान्त

1. ऊष्मागतिकी विभव तथा इसके अनुप्रयोग: 1.1 ऊष्मागतिक विभव, ऊष्मीय साम्यावस्था, आंतरिक ऊर्जा, हेल्महोल्ट्ज मुक्त ऊर्जा, एन्थैल्पी एवं गिब्स मुक्त ऊर्जा 1.2 ऊष्मागतिक विभवों से मैक्सवेल के संबंधों की व्युत्पत्ति, गिब्स हेल्महोल्ट्ज समीकरण, आदर्श गैस तथा वाण्डर बाल गैस के लिये ऊष्मागतिक ऊर्जा समीकरण। 1.3 TdS समीकरण,  $C_p-C_v$  के लिए व्यंजक की व्युत्पत्ति एवं आदर्श गैस तथा वाण्डर बाल गैस के लिए उनकी विशेष स्थिति, व्यंजक  $E_s/E_t = C_p/C_v$  की व्युत्पत्ति 1.4 क्लासिमस – क्लेपरान गुप्त

Gulshan

Shiveli  
28/08/23

Shiveli  
28/08/23

ऊष्मा समीकरण, रूद्धोष्म प्रक्रम में ताप परिवर्तन, प्रशीतन का सिद्धान्त, जूल – थामसन प्रभाव, रूद्धोष्म विद्युत्बकन से शीतलन, अति निम्न तापों का उत्पादन तथा मापन

2. गैसों का अणुगति सिद्धान्त: 2.1 वास्तविक गैस का व्यवहार एवं आदर्श गैस से विचलन, विरियल समीकरण,  $\text{CO}_2$  गैस के लिए एंड्रयूज का प्रयोग 2.2 क्रांतिक नियंताक, द्रव तथा गैसीय अवस्था की निरंतरता, वाष्प तथा गैस अवस्था, बॉयल तापमान, वास्तविक गैसों के लिए वाण्डर बाल गैस समीकरण, क्रांतिक नियंताको के मान, संगत अवस्था का नियम।

सार बिन्दु (की वर्ड) टैग : विभव, एन्थैल्पी, रूद्धोष्म, वास्तविक गैस, क्रांतिक नियंताक।

#### Unit-IV Classical Statistics

1. Probability, Distribution of N particles in two identical boxes, Probability of occurrence of either event, probability of composite events, Weightage probability.
2. Probability distribution and its narrowing with the increase in number of particles, Expression for average properties. Constraints, Accessible and non - accessible microstates.
3. Ensemble theory (Micro- canonical, Canonical and Grand canonical), Macro and micro states with examples, Principle of equal a priori probability, Concept of phase space.
4. Boltzmann Canonical distribution law: Application: average energy of one-dimensional harmonic oscillator,
5. Derivation of law of equipartition of energy from statistics, Equilibrium between two systems in thermal contact and  $\beta$  parameter, Statistical interpretation of entropy and relation  $S=k \log W$ .
6. Boltzmann partition function and derivation of expression for Internal energy, Helmholtz free energy, Enthalpy and Gibbs free energy.

**Keywords/ Tags: Probability, Microstate, Ensemble theory, Partition function.**

#### इकाई 4 चिरसम्मत सांख्यिकी

1. प्रायिकता, n कणों का दो समान बक्सों में वितरण, किसी एक घटना के घटित होने कही प्रायिकता, एक साथ घटनाओं के घटित होने की प्रायिकता, भासित प्रायिकता।
2. प्रायिकता वितरण तथा कणों की संख्या में वृद्धि के साथ इसका संकुचन, औसत गुणों के लिए व्यंजक, प्रतिबंध, अभिगम्य तथा अनअभिगम्य सूक्ष्म अवस्थाएँ
3. समुदाय सिद्धान्त (माइक्रो, चिन्हित एवं वृहद् समुदाय), उदाहरण सहित सूक्ष्म और स्थूल अवस्थाएँ, पूर्व प्रायिकता का समानता का सिद्धान्त, कला आकाश की अवधारणा।
4. बोल्ट्जमैनप कैलोनिकल वितरण नियम : अनुप्रयोग, एक विभीय आवर्ती दौलित्र की औसत ऊर्जा
5. ऊर्जा के समविभाजन नियम का सांख्यिकी से निगमन, ऊष्मीय संपर्क में दो निकार्यों का संतुलन तथा  $\beta$  पैरामीटर, एन्ट्रॉपी की सांख्यिकी व्याख्या तथा संबंध  $S=k \log W$
6. वोल्ट्जमैन का संवितरण फलन एवं आंतरिक ऊर्जा, हैल्महोल्त्ज मुक्त ऊर्जा, एन्थैल्पी और गिब्स मुक्त ऊर्जा के लिए व्यंजक का निगमन

सार बिन्दु (की वर्ड) टैग : प्रायिकता, सूक्ष्म अवस्था, समुदाय सिद्धान्त, संवितरण फलन

#### Unit-V Quantum Statistics

1. Indistinguishability of particles and its consequences, Maxwell – Boltzmann statistics (Classical statistics): Maxwell- Boltzmann distribution law of velocity and speed, Maxwell – Boltzmann statistics and its distribution law.
2. Quantum statistics: Bose-Einstein statistics and distribution law, Derivation of Planck's radiation law from B-E statistics, Rayleigh – Jeans law, Wein's displacement law and Stefan's law.
3. Fermi – Dirac statistics and its distribution law, Explanation of free electron theory, Fermi level and Fermi energy.
4. Comparison between the Maxwell – Boltzmann, Bose- Einstein and Fermi – Dirac statistics.

**Keywords/ Tags: Indistinguishability Velocity distribution, Fermi level.**

*Shiv*  
28/8/23

*Shiv*  
29/8/23



### इकाई 5 क्वांटम सांख्यिकी

1. कणों की अप्रभेद्यता और उसके प्रतिफल, मैक्सबेल- बोल्जमैन सांख्यिकी (चिरसम्मत सांख्यिकी) मैक्सबेल-बोल्जमैन का वेग वितरण एवं चाल वितरण नियम, मैक्सबेल-बोल्जमैन सांख्यिकी का वितरण नियम
2. क्वांटम सांख्यिकी : बोस – आईस्टाइन सांख्यिकी और वितरण नियम, बोस-आईस्टाइन सांख्यिकी से प्लांक विकिरण नियम का निगमन, वीन का विस्थापन नियम, रैले-जीन का नियम और स्टीफन का नियम
3. फर्मी-डिराक सांख्यिकी तथा विचरण नियम, मुक्त इलेक्ट्रॉन सिद्धांत की व्याख्या, फर्मी स्तर तथा फर्मी ऊर्जा
4. मैक्सबेल – बोल्जमैन, बोस-आईस्टाइन तथा फर्मी – डिराक सांख्यिकी में तुलना  
सार बिन्दु (की वर्ड) टैग : अप्रभेद्यता, वेग वितरण, फर्मी स्तर।

### Text Books, Reference Books, Other resources

#### Suggested equivalent online courses:

1. Zemansky M.W. & Dittman R. "Heat and Thermodynamics", Tata McGraw- Hill.
2. Sears and Salinger, "Thermodynamics, Kinetic Theory & Statistical Thermodynamics", Narosa.
3. Garg S.C. & Ghosh C.K., "Thermal Physics", Tata McGraw-Hill.
4. Subrahmayam N. Brij Lal, Hemne P.S. , " Heat Thermodynamics and statistical", S Chand, 2012.

#### Suggested equivalent online courses

1. <https://www.edx.org/course/thermodynamics> Thermodynamics course.

### Scheme of Marks: Suggested Continuous Evaluation Methods:

Maximum Marks: 100		
Continuous Comprehensive Evaluation 30 marks (CCE): Term End Exam Theory 70 marks		
Internal Assessment : Continuous Comprehensive Evaluation (CCE): 30 Marks	There shall be 4 class tests of 10 marks each, out of which the 3 best scores are to be taken into account.	10+10+10= 30
External Assessment: Term End Exam (Theory) 70 (Time : 03:00 Hrs.)	<b>Section (A) 10 Marks</b> (a) Objective questions – 5 (b) Very Short Answer type question – 5 (word limit 50 words) <b>Section (B) 24 Marks:</b> Short Answers Type Questions 1 question from each unit (word limit – 250 words) 4 to be attempted out of 7 given questions <b>Section (C) 36 Marks:</b> Long answer type questions (word limit 500 words) 4 to be attempted out of 7 given questions	10 question 01 marks each - 10  4 question 06 marks each - 24  4 questions 09 marks each - 36
		Total 70

Gulshan P. Shrivastava  
28/8/23

Shrivastava  
28/8/23

# Sri Sathya Sai College for Women, Bhopal

(An Autonomous College Affiliated to Barkatullah University Bhopal)

Department of Higher Education, Govt. of M.P.

Under Graduate Syllabus (Annual Pattern)

As recommended by Central Board of Studies and approved by the Governor of M. P.

wef 2021-2022

(Session 2023-24)

(NEP-2020)

Class / कक्षा	:	B.Sc. First Year/ बी.एससी. प्रथम वर्ष
Subject / विषय	:	Physics / भौतिकी
Title of Paper/ प्रश्नपत्र का शीर्षक	:	Thermodynamics and statistical Physic Lab/ ऊष्मागतिकी तथा सांख्यिकीय भौतिकी प्रयोगशाला
Course Type/कोर्स टाइप	:	Core course/Major I
Paper/प्रश्नपत्र	:	First/ प्रथम
Max Marks: अधिकतम अंक	:	70 + 30 नियमित विद्यार्थी/ Regular Student
Min. Marks : न्यूनतम अंक	:	35
Credit Value	:	02

<u>Course Learning outcomes</u>	1. The students would gain practical knowledge about heat and radiation by performing various experiments
	2. The students will acquire knowledge about the different forms of a distribution of subatomic particles in the system using statistical methods.
	3. The students will be able to use various thermodynamical instruments in daily life

## Particular / विवरण

1. Determination of the mechanical equivalent of heat by Callendar & Barne's method.
2. Determination of efficiency of electrical Kettle with variable voltages.
3. Determination of temperature coefficient of a resistance using platinum resistance thermometer.
4. Determination of electromotive force of a thermocouple.
5. Determination of thermal conductivity of a bad conductor by Lee's disc method.
6. Verification of Newton's law of cooling.
7. Determination of the ratio of specific heat of air by clement Desorme's method.
8. Determination of specific heat of a liquid with the help of Newton's law of cooling.
9. Determination of the coefficient of thermal conductivity of a metal by Searl's method.
10. Determination of thermal conductivity of the rubber using calorimeter.
11. Determination of mechanical equivalent of heat (J) using Joule calorimeter
12. Determination of Stefan's constant using thermocouple.
13. Study of statistical distribution and determination of standard deviation with the help of black and white dice.
14. Determination of the temperature coefficient of a resistance with the help of Carey-Foster bridge.
15. Determination of the critical constant of a gas/vapour.

*Dr. S. S. Sathya Sai*  
*28/8/23*

*Dr. S. S. Sathya Sai*  
*28/8/23*



## प्रयोगों की सूची

1. कैलेण्डर एवं बार्न की विधि से ऊष्मा का यांत्रिक तुल्यांक ज्ञात करना।
2. परिवर्ती विभवांतर द्वारा विद्युत केतली की दक्षता ज्ञात करना।
3. प्लेटिनम प्रतिरोध तापमापी का उपयोग कर तापीय गुणांक ज्ञात करना।
4. तापयुग्म का विद्युत जनित्र बल ज्ञात करना।
5. ली-विधि द्वारा किसी कुचालक पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक ज्ञात करना।
6. न्यूटन के शीतलन नियम का सत्यापन करना।
7. क्लैमेंट एवं डेसोर्म विधि द्वारा वायु का विशिष्ट ऊष्मा अनुपात ज्ञात करना।
8. न्यूटन के शीतलन नियम विधि द्वारा दिए गए द्रव की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात करना।
9. सर्ल की विधि द्वारा दी गई धातु की ऊष्मा चालकता गुणांक ज्ञात करना।
10. कैलोरीमीटर की सहायता से रबर का ऊष्मा चलाकता गुणांक ज्ञात करना।
11. जूल कैलोरीमीटर का उपयोग करके ऊष्मा के यांत्रिक तुल्यांक (J) का निर्धारण करना।
12. ताप युग्म द्वारा स्टीफन नियतांक ज्ञात करना।
13. काले एवं सफेद पांसे का उपयोग कर सांख्यिकी वितरण का अध्ययन करना एवं मानक विचलन ज्ञात करना।
14. कैरी फास्टर सेतु का उपयोग कर दिए गए प्रतिरोध का तापीय गुणांक ज्ञात करना।
15. गैस/वाष्प का क्रांतिक नियतांक ज्ञात करना।

## Text Books, Reference Books, Other resources

1. Prakash I & Ramakrishna, "A Text Book of Practical Physics", Kitab Mahal, 2011, 11/e
2. Squires G.L., "Practical Physics", Cambridge University Press, 2015, 4/e
3. Flint B.L. and Worsnop H.T., "Advanced Practical Physics for students", Asia Publishing House, 197
4. Chattopadhyay D. & Rakshit P.C., "An Advance Course in Practical Physics", New Central Book Agency

## Suggested digital platforms web links:

1. <https://www.vlab.co.in/broad-area-physical-sciences>
2. <https://storage.googleapis.com/uniquecourses/online.html>

Scheme of marks:			
Suggested Continuous Evolution Methods			
Internal Assessment	Marks	External Assessment	Marks
Class Interaction/Quiz कक्षा में संवाद/प्रश्नोत्तरी		Viva voce on Practical प्रायोगिक मौखिकी	
Attendance उपस्थिति		Practical Record File प्रायोगिक निकाई फाइल	
Assignments (Charts/model/seminar/Rural Service/Technology Dissemination/Report/of Excursion/ Lab Visits/Survey/Industrial visit)		Table work/Experiment	
<b>Total</b>	<b>30</b>		<b>70</b>

*Prakash*  
*Prakash*  
*Prakash*  
28/8/23

*Prakash*  
28/08/23