

St. Aloysius College (Autonomous), Jabalpur
DEPARTMENT OF PHYSICS
SYLLABUS 2020-21
B. Sc. I Year

Max. Marks: 40

Passing Marks: 13

Paper I : Mathematical Physics, Mechanics and Properties of Matter
 (गणितीय भौतिकी, यांत्रिकी एवं द्रव्य के सामान्य गुण)

Course Objectives

The objectives of the course are:

| | Course Objectives | Cognitive Level |
|---------|---|--------------------|
| COB-I | To develop required mathematical skills and to impart knowledge about various mathematical tools employed to study and solve problems in various fields of physics | U, R, E |
| COB-II | To study general parameters like velocity, acceleration forces, angular momentum, and effect of forces in different frames of references, Gravitational field and potential and scattering | U, Ap, R, E |
| COB-III | To study the concept of stress/strain and in its relation to force/displacement. To determine axial forces, shear forces and bending moments in relation to rigid bodies. Concept of Simple, Periodic & Harmonic Oscillation. | R, U, An, Ap, E |
| COB-IV | To acquire knowledge of Moment of Inertia for various regular bodies. To study, viscosity, surface tension and Bernoulli's theorem | R, U, An, Ap, E, R |
| COB-V | To introduce students to the concept of special theory of relativity and its consequences | Ap, E, C |

Course Outcome

| | Course Outcomes | Cognitive Level |
|---------|---|--------------------|
| COt-I | The learner will use various mathematical tools employed to study and solve problems in various fields of physics | U, R, E |
| COt-II | Learner will be able to understand concepts of Gradient, Divergence and Curl and their applications, recall Laws of motion and to build fundamentals of Mechanics, Significance of Kepler's Laws of Planetary Motion & Importance of Collisions | R, U, Ap, An, R, E |
| COt-III | Learner will be able to understand the concept of Elasticity and various elastic moduli, Concept of Simple, | R, U, An, Ap, E |

| | | |
|--------|---|-------------------|
| | Periodic & Harmonic Oscillation. | |
| COt-IV | Learner will be able to extend the concept of Translational and Rotational Dynamics and their application. Learner will be able to evaluate the Moment of inertia about a given axis of symmetry for different uniform mass distributions. Principles of fluid flow and the equations governing fluid dynamics such as equation of continuity, Bernoulli's Theorem etc. | R , U , Ap, An, E |
| COt-V | Learner will be able to understand the concept of special theory of relativity and its consequences | Ap, E, C |

Cot-;CO – Course Outcome; R- Remember; U- Understand; Ap – Apply; An – Analyse; E- Evaluate; C – Create

Unit-I : Mathematical Physics

[15 Lectures]

Addition, subtraction and product of two vectors; Polar and axial vectors and their examples from physics; Triple and quadruple product (without geometrical applications); Scalar and vector fields; Differentiation of a vector; Repeated integral of a function of more than one variable; Unit tangent vector and unit normal vector; Laplacian operator; Idea of line, surface and volume integrals; Physical Significance of Gradient, Divergence and Curl (with examples); Gauss', Stokes' and Green's Theorems

इकाई – १ गणितीय भौतिकी

दो सदिशों का योग, अंतर व गुणनफल; ध्रुवीय सदिश एवं उनके भौतिकी उदाहरण; तीन व चार सदिशों का गुणन (ज्यामितीय अनुप्रयोग के बिना); अदिश व सदिश क्षेत्र; सदिश का अवकलन; एक से अधिक चरों के फलन का बारम्बार समाकलन; इकाई स्पर्श सदिश व इकाई नार्मल सदिश; लाप्लासियन ऑपरेटर; रेखीय, पृष्ठीय, आयतन समाकलन; ग्रेडिएंट, डायवर्जेंस एवं कर्ल का भौतिक महत्व (उदाहरण सहित); गॉस, स्टोक व ग्रीन प्रमेय.

Unit-II: Mechanics

[15 Lectures]

Position, Velocity and Acceleration Vector, Components of velocity and acceleration in different coordinate systems, Newton's Laws of motion and its explanation with problems, Various types of forces in nature (explanation), Pseudo Forces (e.g. Centrifugal Force), Coriolis force and its applications; System of particles, Centre of mass and reduced Mass; Motion under a central force, Derivation of Kepler's laws. Gravitational law and field, Potential due to a spherical body. Gauss & Poisson's equation of Gravitation, Gravitational self-energy. Rutherford Scattering, One dimensional Elastic and inelastic collisions (Centre of mass frame & Laboratory Frame).

इकाई – २ यांत्रिकी

स्थिति, वेग एवं त्वरण सदिश, गति व त्वरण के विभिन्न निर्देशांक पद्धतियों में घटक. न्यूटन के गति के नियम व इसकी व्याख्या; प्रकृति में विभिन्न बल व व्याख्या, छद्म बल (उदाहरण: अभिकेन्द्रीय बल) कोरियालिस बल व इसके उदाहरण; कणों का निकाय; द्रव्यमान केंद्र व समानीत द्रव्यमान; केन्द्रीय बल के अंतर्गत गति, केप्लर के नियमों की निष्पत्ति; गुरुत्वाकर्षण का नियम व क्षेत्र; गोलाकार पिंड का गुरुत्वीय विभव; गुरुत्वाकर्षण के गॉस तथा पायसन समीकरण; गुरुत्वीय स्व उर्जा; रदरफोर्ड प्रकीर्णन. एक विमीय प्रत्यास्थ व अप्रत्यास्थ टक्कर (केन्द्रित द्रव्यमान फ्रेम तथा प्रयोगशाला फ्रेम).

Unit-III: Oscillations

Translational and Rotational motion, Moment of Inertia, Theorem of perpendicular axis, Theorem of parallel axis, Moment of inertia of regular bodies (rod, disc and solid cylinder) . Motion of Rigid Body: Moment of Inertia and their product, Principal moments and axes; Euler's Theorem.

Concept of Simple, Periodic & Harmonic Oscillation with illustrations; Differential equation of harmonic oscillator and its solution (Examples of a simple pendulum, spring mass system); Kinetic and potential energy of Harmonic Oscillators; Oscillations of two masses connected by a spring.

इकाई – ३ दोलन

[15 Lectures]

स्थानान्तरणीय व घूर्णीय गति, जड़त्व आघूर्ण, समानान्तर तथा लम्बवत अक्ष प्रमेय, नियमित पिण्ड का जड़त्व आघूर्ण (छड़, डिस्क, ठोस बेलन), दृढ़ पिंड की गति, जड़त्व आघूर्ण व उनका गुणन, मुख्य आघूर्ण एवं अक्ष, यूलर प्रमेय.

सरल आवर्ती व हार्मोनिक गति की उदाहरण सहित संकल्पना, आवर्ती दोलित्र का समीकरण एवं हल, (उदाहरण : सरल लोलक, स्प्रिंग-द्रव्यमान निकाय), आवर्ती दोलित्र की गतिज व स्थितिज उर्जा, स्प्रिंग से जुड़े दो पिंडों का दोलन.

Unit-IV: General Properties of Matter

[15 Lectures]

Elastic moduli (Y , K , η , σ (Poisson's ratio) and their relations. The cantilever problem and Determination of Y of rectangular thin bar loaded at the centre; Torsional rigidity of a wire. Torsional oscillations: to determine η by torsional oscillations.

Surface Tension, Angle of Contact, Capillary Rise Method; Energy required to raise a liquid in capillary tube; Factors affecting surface tension; Jeager's method for Determination of surface tension; Applications of Surface Tension,

Concept of Viscous Forces and Viscosity; Steady and Turbulent Flow, Reynolds's number; Equation of Continuity; Bernoulli's Principle; Application of Bernoulli's equation - (i) Speed of Efflux (ii) Venturimeter (iii) Aspirator Pump (iv) Change of plane of motion of a spinning ball.

इकाई – ४ द्रव्य के सामान्य गुण

[15 Lectures]

प्रत्यास्थता गुणांक [Y , K , η , σ (पायसन अनुपात)] एवं उनके सम्बन्ध, केंटिलीवर : मध्य में भारित पतली आयताकार छड़ (केंटिलीवर) के Y का निर्धारण; किसी तार की ऐंठन दृढ़ता व इसका ऐंठन दोलन विधि से निर्धारण.

पृष्ठ तनाव, स्पर्श कोण, केशिका उन्नयन विधि, केशिका में द्रव चढ़ाने में आवश्यक उर्जा, पृष्ठ तनाव को प्रभावित करने वाले कारक, जेगर की विधि से पृष्ठ तनाव का निर्धारण, पृष्ठ तनाव के अनुप्रयोग.

श्यानबल की संकल्पना व श्यानता गुणान्क, धारारेखीय व विक्षुब्ध प्रवाह, रेनौल्ड संख्या, सातत्य समीकरण, बरनौली का सिद्धांत, बरनौली प्रमेय के अनुप्रयोग, १. एफ्लक्स की चाल २. वेंचुरीमीटर ३. एस्पिरेटर पंप ४. स्पनिंग बॉल के तल का परिवर्तन.

Unit-V: Relativistic Mechanics

Relativistic Mechanics: Michelson-Morley experiment and its outcome; Postulates of Special Theory of Relativity; Lorentz Transformations. Simultaneity and order of events; Lorentz contraction; Time dilation; Relativistic transformation of velocity, frequency and wave number; Relativistic addition of velocities; Variation of mass with velocity. Doppler effect. Elementary idea of Four dimensional momentum vector and Covariance of equations of Physics.

Specific Contributions / Earlier Developments by various Physicists up to 18th Century: Contributions of - Aryabhata, Archimedes, Niccolus Copernicus, Galileo Galilei, Huygens, Robert Hooke, Torricelli, Vernier, Pascal, Kepler, Newton, Boyle, Young, Thompson, Coulomb, Amperes, Gauss, Biot-Savarts, Cavendish, Galvani, Franklin and Bernoulli.

इकाई -५

[15 Lectures]

सापेक्षकीय यांत्रिकी: माइकल्सन व मोरले का प्रयोग एवं इसके निष्कर्ष, विशिष्ट सापेक्षता के सिद्धांत की अवधारणाएँ, लॉरेंज रूपांतरण, समकालिक घटना एवं घटनाओं के क्रम, ले लॉरेंज संकुचन, समय का विस्तारण; वेग, आवृत्ति तथा वेव नंबर का सापेक्षकीय रूपांतरण; वेग के साथ द्रव्यमान परिवर्तन. डॉपुलर प्रभाव. चार आयामी संवेग सदिश एवं भौतिकी के समीकरणों का सहसंयोजन का प्रारंभिक ज्ञान.

१८वीं सदी तक के भौतिवादीयों द्वारा भौतिकी में विशिष्ट योगदान / भौतिकी का प्रारंभिक विकास: आर्यभट्ट, आर्कमिडिज, निकोलस कोपरनिकस, गेलिलीओ गेलिली, हैगेन, राबर्ट हुक, टारसेली, वर्नियर, पास्कल, केप्लर, न्यूटन, बायल, यंग, थामसन, कूलाम्ब, एम्पीयर, गॉस, बायो-सेवर्ट, केवनडिश, गेलवानी, फ्रंकलीन और बरनौली. **Specific Contributions of Physicists in Various branches of Physics**

Reference Books:

1. University Physics: Sears and Zeemansky, XIth edition, Pearson education
2. Concepts of Physics: H C Verma , Bharti Bhavan Publisher
3. Problems in Physics: P.K Shrivastava Wiley Eastern Ltd.
4. Berkley Physics Course Vol. 1.Mechanics:E M Purcell,Mcgraw Hill
5. Properties of Matter: D S Mathur, Sham Lal Cheritable Trust New Delhi
6. Mechanics: D S Mathur, S Chand And Company New Delhi
7. The Feynman Lectures in Physics Vol.1:R P Feynman,R B Lighton and M.Sands

Mode of Evaluation: Digital Assignments, Quiz, Quarterly Exam, Half Yearly Exam, Final examination.

St. Aloysius College (Autonomous), Jabalpur

DEPARTMENT OF PHYSICS

SYLLABUS 2020-21

B. Sc. I Year

Max. Marks: 40
Passing Marks: 13

Paper II : Thermodynamics and Statistical Physics
(उष्मागतिकी और सांख्यिकीय भौतिकी)

Course Objectives

The objectives of the course are:

| | Course Objectives | Cognitive Level |
|---------|---|--------------------|
| COb-I | To understand the basic concepts of thermodynamics and to have an idea about conversion of heat in to work. | U, R, E |
| COb-II | To learn the idea of entropy, Maxwell's relation and their applications. | U, Ap, R, E |
| COb-III | To apply the principles of probability in distribution of particles in various systems and to calculate thermodynamic probability. To create basic ideology of phase space, microstate, macrostate. | R, U, An, Ap, E,C |
| COb-IV | To provide insight of postulates of statistical physics. To learn the different types of statistical distribution(which particles follow which statistics and why). | R, U, An, Ap, E, R |
| COb-V | To know the important contributions of various physicist in the field of Physics | U,R |

Course Outcome

| | Course Outcomes | Cognitive Level |
|-------|---|-----------------|
| CO-I | Learner will be able to build and make use of Basic concepts of thermodynamics & Maxwell's thermodynamic relations. | U, R, E |
| CO-II | Learner will be able to outline the idea about Micro and Macro states, Ensembles, Statistical | R, U, An, Ap, E |

| | | |
|--------|---|-------------------|
| | Probability and Phase Space. | |
| CO-III | Learner will be able to create the idea of partition function and distribution function for classical and quantum statistics. | R , U , Ap, An, E |
| CO-IV | Learner will be able to construct/imagine the Specific Contributions of Physicists in Various branches of Physics | U, C |

CO – Course Outcome; R- Remember; U- Understand; Ap – Apply; An – Analyse; E- Evaluate; C – Create

Unit-I : Thermodynamics-I

Reversible and irreversible process, Heat engines, Definition of efficiency, Carnot's ideal heat engine, Carnot's cycle, Effective way to increase efficiency, Carnot's engines and refrigerator, Coefficient of performance, Second law of thermodynamics, Various statements of Second law of thermodynamics, Carnot's theorem, Clapeyron's latent heat equation, Carnot's cycle and its applications, Conceptual / Numerical Problems (viz. Perpetual Machines), Steam engine, Otto engine, Petrol engine, Diesel engine.

इकाई – १ उष्मागतिकी – १

[15 Lectures]

उत्क्रमणीय एवं अनुत्क्रमणीय प्रक्रम, ऊष्मा इंजन, दक्षता की परिभाषा, कार्नों का आदर्श चक्र ऊष्मा इंजन, कार्नों चक्र, इसकी दक्षता बढ़ाने के प्रभावी तरीकें, कार्नों का उष्मीय इंजन व प्रशीतक, दक्षता गुणांक, उष्मागतिकी का द्वितीय नियम व इसके विभिन्न कथन, कार्नों का प्रमेय, क्लोसियस क्लेपरियान गुप्त ऊष्मा समीकरण, कार्नोंचक्र एवं उसके अनुप्रयोग, वैचारिक / आंकिक प्रश्न (उदाहरण : शाश्वत मशीन), भाप इंजन, ऑटो इंजिन, पेट्रोल इंजन, डीजल इंजन.

Unit II : Thermodynamics-II

Concept of entropy, Change in entropy in adiabatic process, Change in entropy in reversible cycle. Principle of increase of entropy, Change in entropy in irreversible process.

T-S diagram, Physical significance of Entropy, Entropy of a perfect gas, Kelvin's thermodynamic scale of temperature, The size of a degree, Zero of absolute scale, Identity of a perfect gas scale and absolute scale.

Third law of thermodynamics, Zero point energy, Negative temperatures (not possible), Heat death of the universe. Relation between thermodynamic variables (Maxwell's relations). Applications of Maxwell's Relations to : Clausius-Clapeyron's latent heat equation, $C_p - C_v$, C_p / C_v , and TdS Equations. Adiabatic demagnetization, Joule-Kelvin effect and Liquefaction of gases.

इकाई – २ उष्मागतिकी – २

[15 Lectures]

एन्ट्रापी की संकल्पना, रुद्धोष्म प्रक्रम में एन्ट्रापी का परिवर्तन, चक्रीय प्रक्रम में एन्ट्रापी का परिवर्तन, एन्ट्रापी के वृद्धि का सिद्धांत, उत्क्रमणीय व अनुत्क्रमणीय प्रक्रम में एन्ट्रापी का परिवर्तन.

T-S आरेख, एन्ट्रॉपी का भौतिक महत्व, आदर्श गैस की एन्ट्रॉपी, केल्विन का ताप का ऊष्मागतिक पैमाना, डिग्री का पैमाना, परम पैमाने का शून्य ताप, आदर्श गैस व परम ताप पैमाने में साम्यता.

ऊष्मागतिकी का तृतीय नियम, शून्य बिन्दू उर्जा, ऋणात्मक तापक्रम (संभव नहीं), ब्रम्हाण्ड की उष्मीय समाप्ति. उष्मागतिकी चरों में सम्बन्ध (मैक्सवेल के समीकरण), मैक्सवेल समीकरण के अनुप्रयोग - क्लोसियस क्लेपरियान गुप्त ऊष्मा समीकरण, $C_p - C_v$, C_p / C_v , तथा T dS Equations, रुद्धोष्म विचुम्बकन, जूल- कैल्किन प्रभाव तथा गैसों का द्रवीकरण.

Unit-III: Statistical Physics-I

Description of a system: Significance of statistical approach, Particle-states, System-states, Microstates and Macro-states of a system, Equilibrium states, Fluctuations, Classical & Statistical Probability, The equi-probability (equi a priori probability) postulate, Statistical ensemble (Micro Canonical Ensemble, Canonical Ensemble, Grand Canonical Ensemble), Number of states accessible to a system, Phase space. Concept of β parameter, Statistical interpretation of Entropy (derivation of relation $S = k \log_e W$). First law of thermodynamics, Thermodynamic Potentials (Internal Energy, Helmholtz free energy, Enthalpy, Gibbs free energy).

इकाई – ३ सांख्यिकीय भौतिकी – १

[15 Lectures]

निकाय का वर्णन : सांख्यिकीय अवधारणा का महत्व, कण एवं निकाय की अवस्थाएँ, निकाय की सूक्ष्म एवं स्थूल अवस्थाएँ, साम्य अवस्थाएँ, विचलन, चिरसम्मत व सांख्यिकी प्रायिकता, पूर्व प्रायिकता का सिद्धांत, सांख्यिकी एन्सेम्बल (माइक्रो केनोनिकल एन्सेम्बल, केनोनिकल एन्सेम्बल, ग्रैंड केनोनिकल एन्सेम्बल), किसी निकाय के लिए अभिगम्य अवस्थाएँ, कला आकाश. B पैरामीटर की अवधारणा, एन्ट्रॉपी की सांख्यिकीय व्याख्या (समीकरण $S = k \log_e W$ का निगमन), ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम, उष्मागतिकी विभव (आंतरिक उर्जा, हेल्मोल्टज मुक्त उर्जा, एन्थाल्पी, गिब्स मुक्त उर्जा)

Unit-IV: Statistical Physics-II

Statistical Mechanics: Phase space, The probability of a distribution, The most probable distribution and its narrowing with increase in number of particles, Maxwell-Boltzmann statistics, Molecular speeds, Distribution and mean r.m.s. and most probable velocity, Constraints of accessible and inaccessible states.

Quantum Statistics: Partition Function, Relation between Partition Function and Entropy, Bose-Einstein statistics, Black-body spectrum, Wien's Displacement Law, Rayleigh-Jeans Law, Planck's Quantum theory of radiation and radiation formula, Fermi-Dirac statistics, Comparison of results, Concept of Phase transitions.

इकाई – ४ सांख्यिकीय भौतिकी – २

[15 Lectures]

सांख्यिकी यांत्रिकी : कला आकाश, वितरण की प्रायिकता, अधिकतम संभाव्य वितरण व इसकी कणों की संख्या बढ़ने पर संकुचन, मैक्सवेल बोल्टजमैन सांख्यिकी, आणविक चाल का वितरण, औसत चाल, वर्ग-मध्य-मूल चाल और अधिकतम प्रसंभाव्य वेग, प्रतिबन्ध, अभिगम्य एवं अनभिगम्य अवस्थाओं के प्रतिबन्ध.

क्वांटम यांत्रिकी: पार्टिशन फलन, एन्ट्रॉपी व पार्टिशन फलन में सम्बन्ध, बोस आइन्सटीन यांत्रिकी, कृष्ण पिण्ड विकिरण, वीन का विस्थापन नियम, रेले जींस नियम, प्लांक द्वारा विकिरण की क्वांटम व्याख्या एवं विकिरण सूत्र, फर्मी-डिराक सांख्यिकी, परिणामों की तुलना, फेस संक्रमण की संकल्पना.

Unit-V: Specific Contributions of Physicists in Various branches of Physics

S.N. Bose, M.N. Saha, Maxwell, Clausius, Boltzmann, Joule, Wien, Einstein, Planck, Bohr, Heisenberg, Fermi, Dirac, Max Born, Bardeen.

इकाई –५ भौतिकविदों का योगदान

[15 Lectures]

एस.एन.बोस, एम.एन.साहा, मैक्सवेल, क्लासियस, बोल्टजमैनम जूल, वीन, आइन्सटीन, प्लांक, बोहर, हाईजनबर्ग, फर्मी, डिराक, मैक्सबार्न, बार्डीन.

Text and Reference Books:

1. Heat and Thermodynamics: Mark W. Zeemansky, Richard H Dittman, Seventh edition, Mcgraw Hill International edition
2. Thermal Physics (Heat and Thermodynamics): A B Gupta, H P Roy, Books and allied(P) Ltd.Calcutta
3. Heat and Thermodynamics: Brijlal and N Subramanyam, S Chand and company Ltd. New Delhi
4. Berkley Physics Course Vol 3. Thermodynamics: F Reif, Mcgraw Hill
5. Thermodynamics and Statistical Physics: D.P. Khandelwal and A.K. Pandey, Himalaya Publications
6. Laboratory Manual of Physics for under graduate classes: D.P. Khandelwal, Vani publishing house, New Delhi.

Mode of Evaluation : Digital Assignments, Quiz, Quarterly Exam, Half Yearly Exam, Final examination.

List of Practicals

- To determine the value of 'g' at Jabalpur with the help of compound pendulum.
- Verification of theorem of Parallel Axis with the help of inertia table.
- To determine the Modulus of rigidity of the material of wire by using an inertia table (annular ring).
- To determine the Modulus of rigidity of the material of wire by using an inertia table (solid sphere).
- To determine elastic constants of the material of wire with the help of Searle's Apparatus.
- To determine the Young's Modulus of material of given beam by bending of beam method.
- To determine the moment of inertia of a Fly Wheel.
- To determine the moment of inertia of a given body (annular ring) with the help of an inertia table (auxillary body - Disc).
- To determine the surface tension of a liquid with the help of Jaeger's Apparatus.
- To determine the coefficient of viscosity of a liquid by Stoke's Method.
- To determine the coefficient of viscosity of a given liquid by Poiseuille's Method.
- To determine the ratio of C_p/C_v by Clement and Desorme's method.
- To determine the value of mechanical equivalent of heat J by Callendar and Barnes method.
- To determine the Modulus of rigidity of the material of wire by Maxwell's Needle method.
- To determine the coefficient of thermal conductivity of a rubber in the form of tube.

** Similar experiments related to theory can be added.