

Live MCQ™

৪৯তম স্পেশাল বিসিএস (শিক্ষা) বিষয়ভিত্তিক প্রস্তুতি

বিষয়: পদার্থবিদ্যা (৫১১)

Compendium PDF

(সিলেবাস অনুসারে সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ টপিক ও এমসিকিউ-এর সমন্বয়ে রচিত)

Mentor:

মোঃ সাইফুল ইসলাম

সহকারী প্রকৌশলী

বাংলাদেশ বেতার কুমিল্লা

প্রিয় শিক্ষার্থীবৃন্দ আসসালামু আলাইকুম,

৪৯তম (স্পেশাল) বিসিএস পরীক্ষা- ২০২৫ এর বিষয়ভিত্তিক প্রস্তুতির পদার্থবিদ্যা বিষয়ে নির্ধারিত সিলেবাসের উপর সকল ক্লাস ইতোমধ্যেই সম্পন্ন হয়েছে আলহামদুলিল্লাহ। পরীক্ষা কে সামনে রেখে লাইভ এমসিকিউ একাডেমিক টিম বিশেষ কমপেনডিয়াম পিডিএফ প্রদান করছে। আশা করছি এর মাধ্যমে আপনাদের প্রস্তুতি আরো শানিত হবে ইনশাআল্লাহ।

সূচিপত্র:

ক্রমিক	বিষয়	পৃষ্ঠা
০১	PSC নির্ধারিত সিলেবাস ও মানবন্টন	02 --- 07
০২	টপিকসমূহের গুরুত্ব নির্ধারণ	07
০৩	বুক লিস্ট	08
০৪	শেষ মুহূর্তের নির্দেশনা ও গুরুত্বপূর্ণ কৌশল	08
০৫	টপিকভিত্তিক সংক্ষিপ্ত আলোচনা	09 --- 93
০৬	সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ ২০০ MCQ	94 --- 155

Contents

PSC নির্ধারিত সিলেবাস ও মানবন্টন.....	3
টপিকসমূহের গুরুত্ব নির্ধারণ	7
বুক লিস্ট.....	8
শেষ মুহূর্তের নির্দেশনা ও গুরুত্বপূর্ণ কৌশল	8
টপিকভিত্তিক সংক্ষিপ্ত আলোচনা	9
অধিক গুরুত্বপূর্ণ ২০০ টি MCQ	80

PSC নির্ধারিত সিলেবাস ও মানবন্টন

বিষয়: পদার্থবিদ্যা

বিষয় কোড: ৫১১

মোট নম্বর: ১০০

বিষয়	পূর্ণমান
সাধারণ বিষয়	১০০
পদার্থ পার্ট -১	৫০
পদার্থ পার্ট -১	৫০

PHYSICS

(POST RELATED)

Subject Code: 511

Total Marks-100

Part-I

Marks: 50

Mechanics:

- Particle Dynamics: Newton's law of motion, Motion in one dimension, Motion in a plane, Work, energy and power, Conservation laws, Conservative force, Mass-energy relation.
- Rotational Motion: Angular velocity, Angular acceleration, uniformly accelerated angular motion, Torque, Kinetic energy of rotation, Angular momentum, Moment of inertia.
- Gravitation: Newton's law of gravitation, variation of acceleration due to gravity, Gravitational field and gravitational potential, Calculation of potential and force in simple cases.

Properties of Matter:

- Elasticity: Stress and strain, Hooke's law, Elastic moduli, bending of beams, Torsion.
- Surface Tension: Adhesive force, cohesive force, Molecular theory of surface tension, Surface energy and surface tension, Angle of contact and capillarity.
- Viscosity: Newton's law of viscosity, Streamline and turbulent motion, Poiseuille's formula, Bernouli's theorem, Applications.

Waves and Oscillation:

- Waves: Transverse and longitudinal wave, Traveling and stationary wave, Vibration in strings, Resonance, Beats, Doppler effect.
- Sources and propagation of sound, Spiced of sound, Ultrasonic.

- Oscillation: Definition of simple harmonic motion (SHM), combination of two SHM's, damped oscillation, Forced oscillation, Resonance, Power and intensity of wave motion, Simple and compound pendulum.

Heat, Thermodynamics and kinetic Theory of Gases:

- Heat and Temperature: Concept of temperature, Thermal equilibrium, Temperature scale, Mechanical equivalent of heat, quantity of heat, Specific heat and heat capacity.
- Transmission of heat: Conduction, Convection and Radiation, Conduction of heat in solids, Co-efficient of conductivity, Measurement of conductivity of a poor conductor.
- Thermodynamics: First law, difference between C_p and C_v for an ideal gas, Adiabatic process for an ideal gas, Second law, Entropy and disorder, Absolute scale of temperature, Thermodynamic functions, Maxwell relations, Clausius-Clapeyron equation, Gibbs phase rule.
- Kinetic theory of gases: Basic assumptions, Equation of state of an ideal gas, Kinetic interpretation of temperature and pressure, Mean free path, Equipartition law, Van der Waal's equation of state

Electricity and magnetism:

- Charge and Matter, Electric field, point charge in an electric field, Dipole in an electric field. Gauss's law and Coulomb's law: Application to a spherically symmetric charge distribution and a charge sheet; Electric potential: potential and field strength; potential due to a point charge; Due to a dipole; Calculation of E from V.
- Capacitance and dielectric: Calculation of capacitance, Dielectric and Gauss's Law, Energy storage in dielectric.
- Current and Circuits: Ohm's law, Resistivity and atomic view, Electromotive force Kirchoff's law, Wheatstone bridge, Potentiometer.
- Magnetic field: Definition of B, Ampere's law, Biot-Savart law, Magnetic force on a current, Torque on a current loop, Electric meters.
- Faraday's law: Inductance, Energy density and the magnetic field, Diamagnetism, Paramagnetism and Ferro-magnetism.
- Electromagnetic Oscillation: LC oscillation, Maxwell's field equations.
- Alternating current: Alternating emf, LCR circuit, Effective of RMS value of voltage and current.

Optics:

Warning: Live MCQ™ -এর সকল কন্টেন্ট কপিরাইট আইন দ্বারা সুরক্ষিত। অনুমতি ব্যতিরেকে যেকোনো মাধ্যমে এর ব্যবহার আইনের লঙ্ঘন ও দণ্ডনীয় অপরাধ!

Join Now ▶



livemcq.com



01701377322

- Nature and propagation of light: Light and the electromagnetic spectrum, Velocity of light, Huygen's principle and the laws of reflection and refraction, Total internal reflection.
- Interference and Diffraction : Young's experiment, Coherence, Michelson's interferometer, Diffraction from single slit, double slit and grating, X-ray diffraction and Bragg's law, Resolving power.

PHYSICS

Part-II

Marks: 50

Classical Mechanics and Special theory of Relativity:

- Conservation laws of a system of particles. Rocket motion. Generalized coordinates.
- Euler-Lagrange equations of motion. Hamilton's Principle.
- Principle of least action, Hamilton's equation of motion.
- Postulates of special theory of relativity. Lorentz transformation.
- Relativistic equations of motion.

Quantum Mechanics:

- Schrodinger equation. Postulates of quantum mechanics. Probability in quantum mechanics.
- Fundamental commutation relations.
- Heisenberg's uncertainty relations.
- Operators and Eigenvalue equation.
- Eigenvalue and Eigenfunctions.
- Hermitian operators.
- Eigenvalues of the angular momentum operator. Spin angular momentum operator.
- Approximation methods. WKB Approximation.

Atomic and Molecular Physics:

- Quantum character of radiations.
- Photoelectric effect. Compton Effect.
- Wave-particle duality. De Broglie wave.

- Electron diffraction.
- Rutherford experiment
- Bohr's theory and hydrogen atom.
- Atomic spectra.
- Pauli's principle. Electronics configuration of atom.
- Production of X-ray, Moseley's law.
- Molecular spectra.
- Laser. Three and four level lasers.
- Properties of a laser beam. Ruby, He-Ne,
- Nd: Y and CO₂ lasers, Applications of lasers.

Nuclear Physics:

- Constituents of Nuclei, Nuclear density, nuclear spin and angular momentum, Nuclear force.
- Nuclear binding energy, Liquid drop model, Shell model.
- Radioactive decay, Decay law.
- Radioisotope-productions and uses.
- Alpha particle emission, Beta decay, Gamma radiation.
- Nuclear reaction, Q-value.
- Nuclear fission and fusion, Nuclear reactor.
- Particle accelerators-Van-de-Graff accelerator, Linear accelerator, Cyclotron, Sychrotron.
- Elementary particles.

Solid State Physics:

- Crystalline nature of solids. Unit cell, Classification of solids-Ionic, Valence and Vander Waals Crystals. Madelung constant, Theory of specific heats, Einstein and Debye model.
- Defects in srystals-Schottky and Frendel types, Dislocations, Consequences of defects on Mechanical properties.
- Band theory of solids.
- Semiconductors-Extrinsic, Semiconductor, Density of states. Charge carrier.
- Superconductivity, Introduction to high T_c superconductivity.

Electronics:

- Semiconductor diode. P-n junctions.
- Breakdown Avalance and Zener Mechanism
- Rectification.
- Bipolar Junction Transistor (nnp & pnp)
- Transistor action, Amplifiers (CB, CE & CC)
- Operational Amplifier, Inverting amplifier non-inverting amplifier, Adder subtractor, Comparator, Integrator, Differentiator, FET and MOSFET Applications.
- SCR and TRIAC action and characteristics.
- Modulation and Demodulation (AM, FM)
- Television and RADAR.

টপিকসমূহের গুরুত্ব নির্ধারণ

পার্ট	অধ্যায়	গুরুত্ব	মন্তব্য
পার্ট- ১	Mechanics:	***	
	Properties of Matter:	***	
	Waves and Oscillation:	**	
	Heat, Thermodynamics and kinetic Theory of Gases:	***	
	Electricity and magnetism:	*****	
	Optics:	***	
পার্ট- ২	Classical Mechanics and Special theory of Relativity	**	
	Quantum Mechanics	****	
	Atomic and Molecular Physics	****	
	Nuclear Physics	*****	
	Solid State Physics	**	
	Electronics	*****	

**** [Physics-এ কোনো অধ্যায়কে কম গুরুত্বপূর্ণ বলার সুযোগ নেই । প্রতিটি অধ্যায় এর পড়া অন্য অধ্যায় এর সাথে ইন্টারকানেক্টেড । এখানে MCQ-এর কথা মাথায় রেখে গুরুত্ব বিবেচনা করা হয়েছে । সময় থাকলে এবং বেসিক ভালো হলে সকল অধ্যায়কে সমান গুরুত্ব দিয়ে পড়ার অনুরোধ রইল । কারণ একেক জনের গুরুত্বের প্রাসঙ্গিকতা একেক রকম, প্রশ্নকর্তার কাছে কোনটি বেশি গুরুত্ব পাবে তা অনুমান করা মুশকিল]

বুক লিস্ট

1. বেসিক ইলেক্ট্রনিক্স – ড. সাইদুজ্জামান
2. বস্তুর তরঙ্গ ও ধর্ম – প্রোফেসর এস এম মোকছেদ আলী
3. তাপীয় পদার্থবিজ্ঞান - প্রোফেসর এস এম মোকছেদ আলী
4. তাপ ও তাপগতিবিদ্যা - প্রোফেসর এস এম মোকছেদ আলী
5. পদার্থবিজ্ঞান-১ – প্রোফেসর সিরাজুল ইসলাম খান
6. Basic electronics (solid state) – B.L Theraja
7. Optics – Eugene Hecht
8. কোয়ানটাম ফিজিক্স – আব্দুল গাফফার রনি
9. solid state physics – R.K Sing
10. ইলেক্ট্রিসিটি এন্ড ম্যাগনেটিজম – মোঃ খাইরুল আলম

(পাশাপাশি নিজ নিজ ভার্শিটিতে পড়া গুরুত্বপূর্ণ বইগুলো দেখে যেতে পারেন । এইচএসসি পদার্থ ১ম ও ২য় পত্র বেসিক ক্লিয়ার করার জন্য পরতে পারেন ।)

শেষ মুহূর্তের নির্দেশনা ও গুরুত্বপূর্ণ কৌশল

১. প্রস্তুতিতে দুর্বলতা থাকলে, প্রতিটি অধ্যায়ের বেসিক ক্লিয়ার করে যাবেন । তাহলে যে, ৪০/৫০% প্রশ্ন মোটামুটি সহজ আসে সেগুলো ভালোভাবে আঙ্গার করতে পারবেন ।
২. প্রস্তুতি ভালো হলে এখন প্রচুর পরিমাণে মডেল টেস্ট দিবেন । (এইচএসসি ১ম ও ২য় পত্রে প্রচুর সহজ-কঠিন এমসিকিউ আছে সেগুলো প্র্যাকটিস করলেও একটা ভালো অভিজ্ঞতা হবে ।)
৩. আগের স্পেশাল দেয়ার অভিজ্ঞতা এখানে কারোরই নেই এবং আগের কোন স্পেশাল এর প্রশ্ন ও কারো সংগ্রহে নেই । তাই নতুন হিসেবে ব্যপারটা সবারই ধারণার বাইরে । তবে একটা জিনিস মনে রাখবেন প্রশ্ন সহজ কিংবা কঠিন যাই হক না কেন, সেটা সবার জন্যই সমান । তাই দৃষ্টিস্তার কোন কারন নাই ।
৪. শেষ সময়ে জটিল ও গবেষণা ধর্মী কিছু না পড়াই ভালো তাতে সময়ের পাশাপাশি আগ্রহ নষ্ট হতে পারে । তবে যাদের বেসিক খুবই ভালো তারা পড়তে পারেন ।
৫. যদিও উপরে বুক লিস্ট দেয়া হয়েছে, পূর্বে পরা না থালে এখন এগুলো ধরার মতো কোন অতিরিক্ত সময় হাতে নেই , তাই পারার মতো ও তুলনামূলক সহজ বিষয়গুলো বার বার ভালোভাবে পড়ে যান ।

// নিম্নে কিছু গুরুত্বপূর্ণ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ বেসিক আলোচনা করা হল । যেগুলো এখানে আলোচনা হয় নি সেগুলো ক্লাস লেকচার ও ক্লাস লেকচারের পিডিএফ থেকে পড়ে নিতে পারেন । পাশাপাশি বুক লিস্ট ও নির্দেশনা অনুযায়ী গুরুত্বপূর্ণ টপিকগুলো শেষ মুহূর্তে চোখ বুলিয়ে যাবেন । আপনাদের সবার জন্য শুভকামনা রইল । //

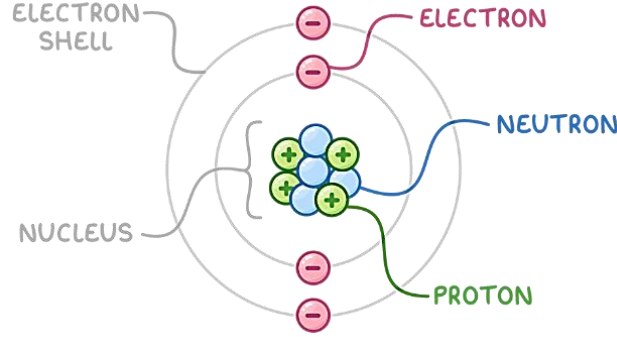
টপিকভিত্তিক সংক্ষিপ্ত আলোচনা

Topic

Electricity and Magnetism

তড়িৎ ও চুম্বকত্ব

Atomic Structure



(P+, n) নিউক্লিয়াসে আবদ্ধ অবস্থায় থাকে, স্বাভাবিক অবস্থায় মুক্ত হতে পারে না।

(e-) কক্ষপথে অবস্থান করে, যে কোন সময় মুক্ত হতে পারে

ইলেকট্রন (Electron)

- আধান (Charge): ঋণাত্মক চার্জযুক্ত কণা।
- ভর (Mass): এর ভর সবচেয়ে কম, প্রায় 0.0005 u।
- অবস্থান (Location): নিউক্লিয়াসের বাইরে নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘোরে।
- ভূমিকা (Role): ইলেকট্রনের চলাচলই বিদ্যুতের প্রবাহ ঘটায় এবং পরমাণুর রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করে।

প্রোটন (Proton)

- আধান (Charge): ধনাত্মক চার্জযুক্ত কণা।
- ভর (Mass): এর ভর প্রায় 1 u, যা ইলেকট্রনের ভরের চেয়ে অনেক বেশি।
- অবস্থান (Location): পরমাণুর নিউক্লিয়াসের মধ্যে থাকে।
- বৈশিষ্ট্য (Characteristic): একটি প্রোটন ও একটি ইলেকট্রনের চার্জের পরিমাণ সমান কিন্তু বিপরীত।

নিউট্রন (Neutron)

- আধান (Charge): এটি একটি নিরপেক্ষ কণা, অর্থাৎ এর কোনো বৈদ্যুতিক আধান নেই।
- ভর (Mass): এর ভর প্রোটনের ভরের প্রায় সমান এবং প্রায় 1 u।
- অবস্থান (Location): এটিও প্রোটনের সাথে পরমাণুর নিউক্লিয়াসে থাকে।
- গুরুত্ব (Importance): প্রোটন ও নিউট্রন মিলে পরমাণুর ভর সংখ্যা গঠন করে এবং এদের সংখ্যা পরিবর্তিত হলে আইসোটোপ তৈরি হয়।

ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রনের বৈশিষ্ট্য

বৈশিষ্ট্য	ইলেকট্রন	প্রোটন	নিউট্রন
কণিকার প্রকৃতি	ইলেকট্রন পরমাণুর একটি স্থায়ী কণিকা, যা নিউক্লিয়াসের চারপাশে ঘুরতে থাকে	প্রোটন পরমাণুর একটি স্থায়ী কণিকা, যা নিউক্লিয়াসে নিউট্রনের সাথে অবস্থান করে	নিউট্রন পরমাণুর একটি স্থায়ী কণিকা, যা পরমাণুর কেন্দ্রে অবস্থান করে
ভর	$9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$	$1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$	এর ভর প্রোটনের ভরের সমান বা বেশি হয়
চার্জ	-1.66×10^{-19} কুলম্ব	$+1.66 \times 10^{-19}$ কুলম্ব	এর চার্জ শূণ্য
ব্যাসার্ধ	$1.4 \times 10^{-15} \text{ m}$	$1.4 \times 10^{-15} \text{ m}$	$1.4 \times 10^{-15} \text{ m}$

Law of conservation of electrical charge

চার্জের সংরক্ষণশীলতা নীতি

নীতিটির মূল বিষয়সমূহ:

- **সৃষ্টি ও ধ্বংস হয় না:** চার্জ বা আধান সৃষ্টি বা ধ্বংস করা সম্ভব নয়, এটি কেবলমাত্র এক বস্তু থেকে অন্য বস্তুতে স্থানান্তরিত হতে পারে।
- **মোট চার্জ অপরিবর্তিত:** কোনো বিচ্ছিন্ন সিস্টেমে যদি চার্জের আদান-প্রদান ঘটে, তবে একটি বস্তুতে যে পরিমাণ ধনাত্মক চার্জের ঘাটতি হয়, অন্য বস্তুতে ঠিক তত পরিমাণ ঋণাত্মক চার্জের আধিক্য দেখা যায়। এর ফলে মোট চার্জের পরিমাণ একই থাকে।
- **স্থানান্তর:** চার্জ স্থানান্তরের মাধ্যমে আধানের সৃষ্টি হয়। উদাহরণস্বরূপ, যখন একটি অপরিবাহী বস্তুকে চার্জ দেওয়া হয়, তখন চার্জ ঐ বস্তুর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে, কিন্তু পরিবাহীর ক্ষেত্রে এটি এক স্থান থেকে অন্য স্থানে যেতে পারে।

Quantization of charge

চার্জের কোয়ান্টায়ন

- একটি ইলেকট্রন বা প্রোটনের চার্জই হলো প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ। একটি ইলেকট্রনের চার্জকে $(-e)$ দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

এর মান $e=1.60218 \times 10^{-19} \text{ C}$

- সকল চার্জিত বস্তুর মধ্যে বিদ্যমান চার্জই এই ক্ষুদ্রতম চার্জের গুণিতক মাত্র; অর্থাৎ ইলেকট্রনের চার্জেরই গুণিতক হবে। প্রকৃতিতে e^- মানের ভগ্নাংশে কোনো চার্জের অস্তিত্ব নেই। যেমন $2.5e$, $-3.7e$ ইত্যাদি পরিমাণ চার্জ পাওয়া সম্ভব নয়।

$$Q = ne^-$$

$-1.60218 \times 10^{-19} \text{C}$
 $n = 1, 2, 3, 4, \dots$
 বস্তুর চার্জ

Coulomb's law

কুলম্বের সূত্র

- ❖ দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল (electrostatic force) তাদের চার্জের মানের গুণফলের সমানুপাতিক এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। এই বল চার্জ দুটিকে সংযোগকারী সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

where

- k_e is the Coulomb's constant = $8.987 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$
- ϵ_0 is the vacuum permittivity = $8.854 \times 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$

- F = আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান।
- q_1 এবং q_2 হল দুটি চার্জের পরিমাণ।
- r = হল দুটি চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব।
- k = কুলম্বের ধ্রুবক, যার মান প্রায় $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Permittivity of free space (ϵ_0)

- The permittivity of free space is a physical constant that reflects the ability of electrical fields to pass through a classical vacuum.
- সহজ বাংলায়, মিডিয়াম বা ফ্রি স্পেস যে পরিমাণ electrical energy শোষণ করে এবং বাকী যে অংশ পাস করে তাঁর পরিমাপ ই পারমিটিভিটি।

Electric Field (তড়িৎ ক্ষেত্র)

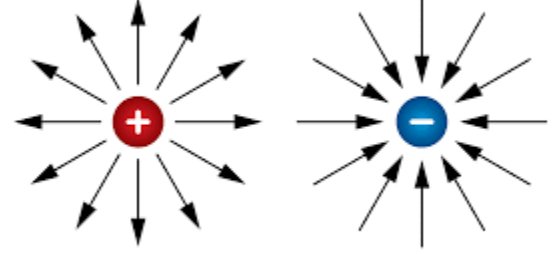
- ❑ An electric field is a region of influence surrounding an electrically charged object, enabling it to exert forces on other charged objects without direct contact
- ❑ তড়িৎ ক্ষেত্র হলো কোনো আহিত কণার চারপাশের এমন একটি অঞ্চল যেখানে তার প্রভাব বিদ্যমান থাকে এবং অন্য কোনো আহিত বস্তুকে আনলে সেটি আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল অনুভব করে। অর্থাৎ, যে অঞ্চলে একটি আহিত কণার বলের প্রভাব বিস্তার লাভ করে, সেই অঞ্চলই হলো তড়িৎ ক্ষেত্র। **ভেক্টর রাশি:** তড়িৎ ক্ষেত্র একটি ভেক্টর রাশি, যার মান (প্রাবল্য) ও দিক উভয়ই রয়েছে।

একক: তড়িৎ ক্ষেত্রের SI একক হলো নিউটন প্রতি কুলম্ব (N/C)।

বলরেখা: তড়িৎ ক্ষেত্রকে তড়িৎ বলরেখার মাধ্যমে উপস্থাপন করা হয়, যা তড়িৎ ক্ষেত্রের দিক নির্দেশ করে।

Electric line of force/তড়িৎ বলরেখা

- ✓ কাল্পনিক
- ✓ (+ve) থেকে বের হয়
(-ve) এ প্রবেশ করে।
- ✓ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে (পার্শ্ব চাপ)
- ✓ এরা পরস্পরকে ছেদ করে না।



তড়িৎ প্রাবল্য (Electric Intensity)

- Electric intensity, also known as electric field strength or electric field intensity, is a measure of the strength and direction of an electric field at a specific point.

(তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেই আধানটি যে বল অনুভব করে, সেই বলের পরিমাণ।)

i. $E = F/q$

ii. $F = qE$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{qq_0}{r^2 q_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q}{r^2}$$

+q আধানটি শূন্যস্থান বা বায়ু মাধ্যমে স্থাপিত হলে তড়িৎ মাধ্যমাক্ষ K এর মান 1 ধরা হয়।

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

(Electric Intensity (E) vs Electric Potential (V))

তড়িৎ তীব্রতা বনাম তড়িৎ বিভব

Electric Intensity (E): The force exerted on a unit positive charge by an electric field.

Electric Potential (V): The amount of work required to move a unit positive charge from a reference point (often infinity or Earth) to a specific point in the electric field.

তড়িৎ তীব্রতা (E):	তড়িৎ বিভব (V):
<p>সংজ্ঞা: কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে একক ধনাত্মক আধানের উপর যে বল প্রযুক্ত হয়, তাকে ওই বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা বলে।</p> <p>রাশির প্রকৃতি: এটি একটি ভেক্টর রাশি, যার মান ও দিক উভয়ই আছে।</p> <p>দিক: ধনাত্মক আধানের উপর যে দিকে বল অনুভূত হয়, তড়িৎ তীব্রতার দিক সেদিকেই হয়।</p> <p>একক: একক হলো নিউটন/কুলম্ব (N/C)।</p> <p>সূত্র: $E = F/q$, যেখানে F হলো বল এবং q হলো আধান।</p>	<p>সংজ্ঞা: কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একক ধনাত্মক আধানকে অসীম দূরত্ব থেকে ওই বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয়, তাকে ওই বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।</p> <p>রাশির প্রকৃতি: এটি একটি স্কেলার রাশি, যার শুধু মান আছে, দিক নেই।</p> <p>একক: একক হলো ভোল্ট (Volt বা V)।</p> <p>সূত্র: $V = W/q$, যেখানে W হলো কৃতকার্য এবং q হলো আধান।</p>

মূল পার্থক্য:

- **প্রকৃতি:** তীব্রতা ভেক্টর, বিভব স্কেলার।
- **অর্থ:** তীব্রতা বল নির্দেশ করে, আর বিভব কৃতকার্য নির্দেশ করে।
- **দিক:** তীব্রতার নির্দিষ্ট দিক আছে, কিন্তু বিভবের কোনো দিক নেই।
- **সম্পর্ক:** তড়িৎ বিভব ও তড়িৎ তীব্রতার মধ্যে সম্পর্কটি হলো $E = -dV/dr$ । অর্থাৎ, তড়িৎ বিভব যেখানে দ্রুত পরিবর্তিত হয়, সেখানে তড়িৎ তীব্রতা বেশি থাকে।

Gauss's Law

Gauss's Law states that the electric flux through a closed surface is directly proportional to the total charge enclosed within that surface.

$$\Phi_E = \oint_{\text{surface}} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0}$$

- Where:
 - Φ_E is the electric flux.
 - E is the electric field vector.
 - dA is a differential area vector on the closed surface.
 - Q_{enc} is the total charge enclosed within the surface.
 - ϵ_0 is the permittivity of free space ($\approx 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$).
- Ex** [Examples.com](https://www.examples.com)

Warning: Live MCQ™ -এর সকল কন্টেন্ট কপিরাইট আইন দ্বারা সুরক্ষিত। অনুমতি ব্যতিরেকে যেকোনো মাধ্যমে এর ব্যবহার আইনের লঙ্ঘন ও দণ্ডনীয় অপরাধ!

Join Now ▶

GET IT ON
Google Play

Download on the
App Store

Get it from
Microsoft

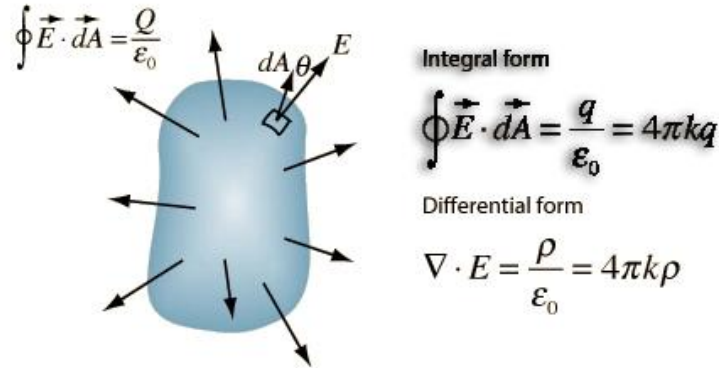
Download on the
Mac App Store



livemcq.com



01701377322



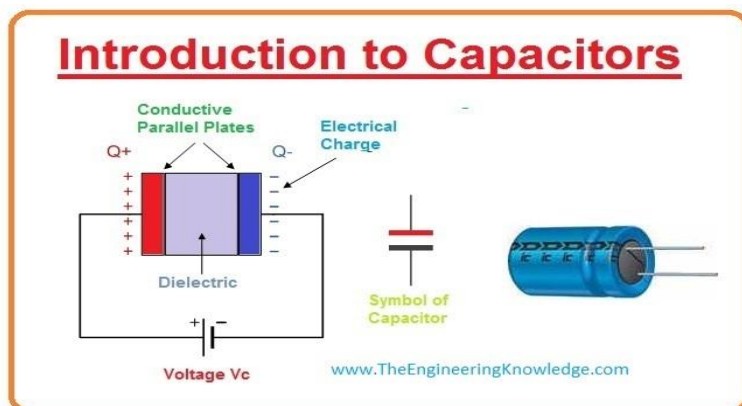
- ✓ The divergence of the electric field ($\nabla \cdot E$) at a point is proportional to the charge density (ρ) at that same point.
- ✓ The integral and differential forms of Gauss's Law are mathematically equivalent and can be derived from each other using the divergence theorem.
- ✓ In essence, Gauss's law provides a powerful tool for understanding and calculating electric fields, especially in symmetric charge distributions.

Important points:

1. Gauss's law is true for any closed surface, no matter what its shape or size.
2. The charges may be located anywhere inside the surface.

Capacitor

একটি ইলেকট্রনিক উপাদান যা দুটি পৃথক, অন্তরক পরিবাহী, যা প্লেট নামেও পরিচিত, তার উপর বৈদ্যুতিক চার্জ জমা করে বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চয় করে।



মূল বৈশিষ্ট্য

- **প্যাসিভ কম্পোনেন্ট:** এটি শক্তি উৎপন্ন করে না বরং সঞ্চয় করে।
- **বহুমুখিতা:** প্রায় প্রতিটি ইলেকট্রনিক সার্কিটে ক্যাপাসিটর পাওয়া যায়।

Capacitors	Batteries
<ul style="list-style-type: none"> • Energy Storage: Stores energy electrostatically in an electric field between two plates. • Charge/Discharge: Charges and discharges very rapidly, providing power almost instantly. • Power vs. Energy: Have a high power density (deliver power quickly) but low energy density (store less total energy). • Voltage: Voltage decreases rapidly and non-constantly as it discharges. • Components: A passive component in a circuit. • Applications: Used for quick energy bursts, such as in camera flashes, or for smoothing voltage in circuits. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energy Storage: Stores energy through chemical reactions. • Charge/Discharge: Charge and discharge gradually, taking a longer time. • Power vs. Energy: Have a high energy density (store more total energy) but lower power density (deliver power less quickly). • Voltage: Provides a relatively constant voltage during discharge. • Components: An active component. • Applications: Used to power devices for extended periods, such as in electric vehicles and portable electronics.

Capacitance:

The ability of a component or circuit to store electrical energy in the form of an electric charge.

(কোনো বস্তুর চার্জ ধরে রাখার ক্ষমতা.)

- ✓ অর্থাৎ কোনো পরিবাহীর বিভব একক পরিমাণ বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ চার্জের প্রয়োজন হয় তাই ওই পরিবাহীর ধারকত্ব। এর মান পরিবাহীটির আধানের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে।

❖ ধারকত্ব, $C=q/V$

চার্জ q

❖ গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C=4\pi\epsilon_0 r$

বিভব V

❖ সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব, $C=A\epsilon/d$

ব্যাসার্ধ $r(m)$

দূরত্ব d

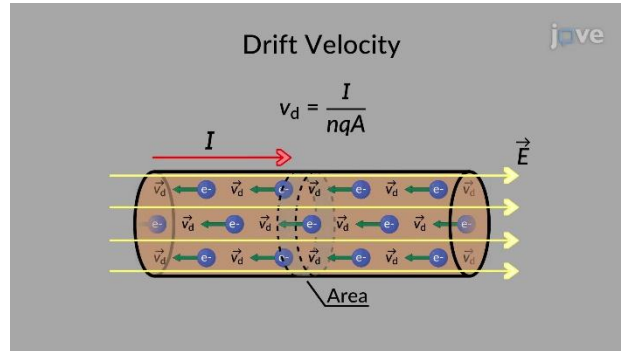
Current and Circuits (তড়িৎ প্রবাহ ও বর্তনী)

- Electric Current
- Drift velocity (সঞ্চরণ বেগ)
- Ohm's Law
- Resistance(রোধ)
- Resistivity(রোধকত্ব)
- Conductivity(পরিবাহিতা)
- Electromotive force (EMF)
- Kirchoff's laws

এই টপিকগুলো বিস্তারিত পড়ে যাবেন।
এখান থেকে ভালো পরিমাণে এমসিকিউ
আসতে পারে।

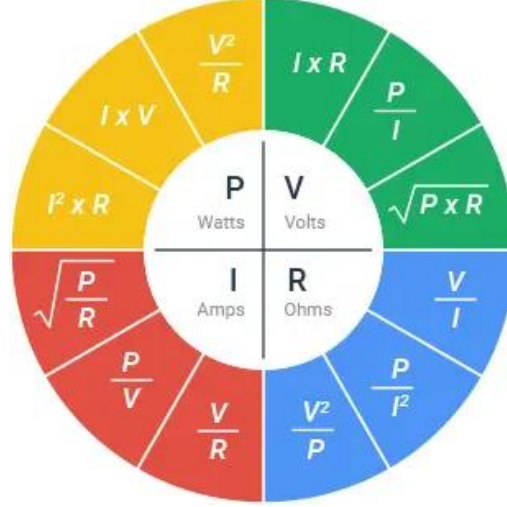
Drift velocity (সঞ্চরণ বেগ)

Drift velocity refers to the average speed of charge carriers (like electrons) as they move through a conductor under the influence of an electric field.



Ohm's Law / Resistance(রোধ) / Resistivity(রোধকত্ব)/ Conductivity(পরিবাহিতা)

Ohm's Law তিনটি মৌলিক বৈদ্যুতিক রাশির মধ্যে সম্পর্ক বর্ণনা করে: ভোল্টেজ (V), কারেন্ট (I), এবং রোধ (R)। এটি বলে যে কারেন্ট ভোল্টেজের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক এবং প্রতিরোধের সাথে বিপরীত সমানুপাতিক, সবই একটি স্থির তাপমাত্রায়। এই সম্পর্কটি $V = I R$ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

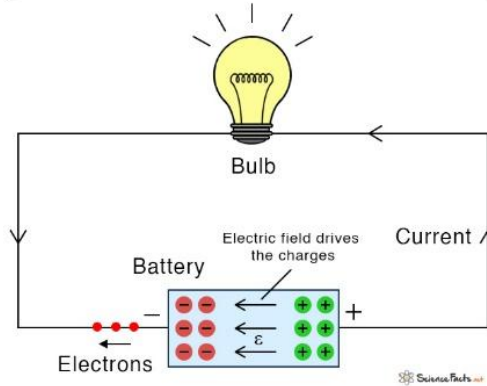


(চিত্রের সকল সূত্র দিয়ে ম্যাথ প্র্যাকটিস করতে হবে ।
ছোট ছোট সূত্র হওয়ায় এগুলো থেকে এমসিকিউ আসতে পারে)

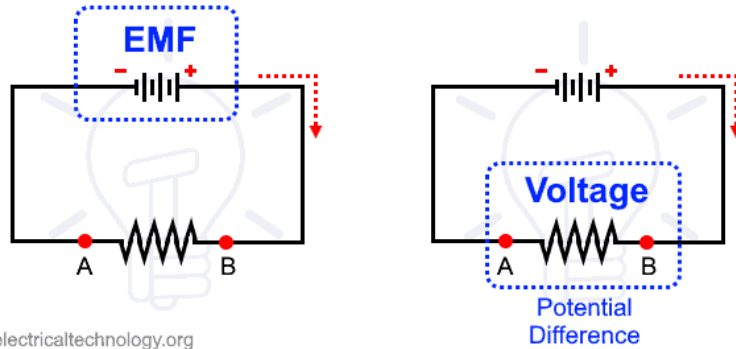
Electromotive force (EMF) (তড়িৎচালক বল)

- ✓ Electromotive force (EMF) is a voltage that drives electric current
- ✓ তড়িৎচালক বল (Electromotive Force বা EMF) হলো কোনো তড়িৎ উৎস যেমন ব্যাটারি দ্বারা প্রতি কুলম্ব আধানকে উৎসসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আনতে যে পরিমাণ কাজ বা শক্তি ব্যয় হয়, তাকেই বলে তড়িৎচালক বল। এটি বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ চালনা করার জন্য দায়ী এবং এর একক ভোল্ট (V)।
- ✓ যদি একটি ব্যাটারির তড়িৎচালক বল 1.5 ভোল্ট হয়, তাহলে ঐ ব্যাটারিটি এক কুলম্ব চার্জকে এর ভেতর দিয়ে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আনতে 1.5 জুল শক্তি সরবরাহ করবে।

Electromotive Force or EMF (ϵ)



Difference Between Voltage & EMF

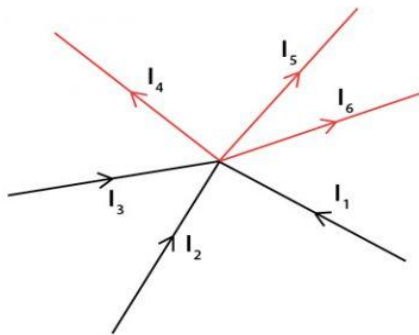


www.electricaltechnology.org

Electromotive Force	Potential Difference
EMF is defined as the work done on a unit charge	Potential difference is defined as the energy which is dissipated as the unit charge pass through the components
EMF remains constant	Potential difference is not constant
EMF is independent of circuit resistance	The potential difference depends on the resistance between the two points during the measurement
Due to EMF, electric, magnetic, and the gravitational field is caused	Due to the potential difference, the only electric field is induced
It is represented by E	It is represented by V

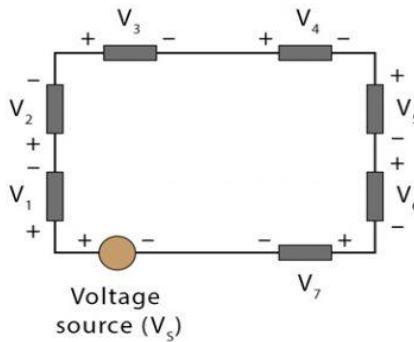
Kirchhoff's Law

Kirchhoff's Current Law



$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5 + I_6$$

Kirchhoff's Voltage Law



$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 - V_5 = 0$$

Source: Facts.net

Warning: Live MCQ™ -এর সকল কন্টেন্ট কপিরাইট আইন দ্বারা সুরক্ষিত। অনুমতি ব্যতিরেকে যেকোনো মাধ্যমে এর ব্যবহার আইনের লঙ্ঘন ও দণ্ডনীয় অপরাধ!

Join Now ▶

GET IT ON
Google Play

Download on the
App Store

Get it from
Microsoft

Download on the
Mac App Store



livemcq.com



01701377322

Kirchhoff's Current Law (KCL)

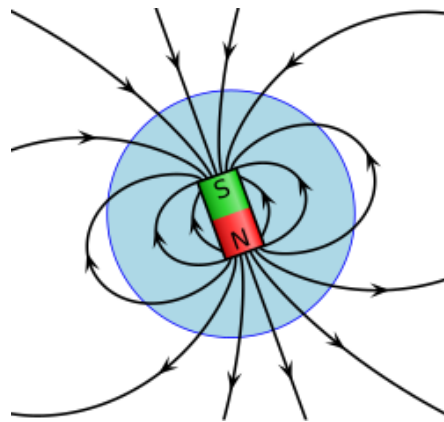
- **Statement:** The algebraic sum of all currents entering and exiting a node (a junction point in a circuit) is zero.
- **Meaning:** The amount of charge entering a point must equal the amount of charge leaving that point, as no charge is lost or created at the junction.
- **Mathematical Representation:** $\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$, where Σ (Sigma) is the symbol for summation.

Kirchhoff's Voltage Law (KVL)

- **Statement:** The algebraic sum of all voltages around any closed loop in a circuit is zero.
- **Meaning:** For any closed path in a circuit, the total voltage supplied by sources must equal the total voltage consumed by components in that path.
- **Mathematical Representation:** The sum of voltage increases must equal the sum of voltage decreases.

Magnetic field

A magnetic field, often denoted by the vector field B , is a physical field that describes the magnetic influence on moving electric charges and magnetic materials.

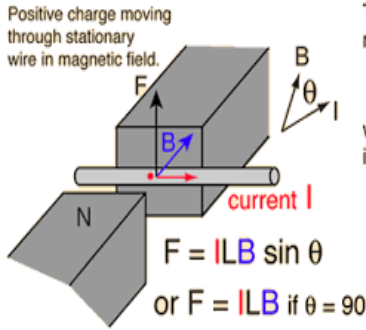


Applications:

- **Electric Motors:** Magnetic fields are used to create torque and motion in electric motors
- **Generators:** Magnetic fields are used to generate electricity in generators

- **Magnetic Resonance Imaging (MRI):** Strong magnetic fields are used in medical imaging to visualize the internal structures of the body.
- **Data Storage:** Magnetic fields are used to store information on hard drives and other magnetic storage media

Magnetic force on a current-carrying wire



This relationship arises from the basic magnetic force:

$$F = qvB \sin \theta$$

which for a charge q traveling length in a wire can be written

$$F = q \frac{L}{t} B \sin \theta$$

$$F = \frac{q}{t} LB \sin \theta$$

$$F = ILB \sin \theta$$

- **F:** The magnitude of the magnetic force acting on the charge.
- **q:** The magnitude of the electric charge.
- **v:** The velocity of the charged particle.
- **B:** The strength of the magnetic field.
- **θ:** The angle between the direction of the velocity vector (v) and the magnetic field vector (B)

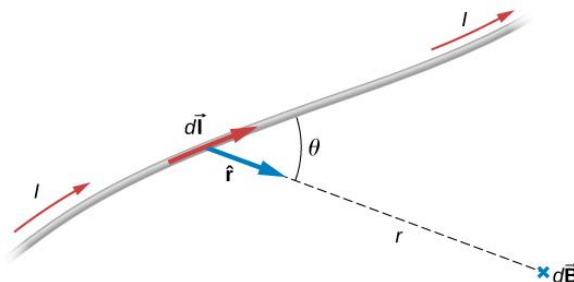
Lorentz force

The Lorentz force is the total force on a charged particle moving through an electric and magnetic field.

- ✓ equation $F = qE + qv \times B$.
 - ✓ electric force (qE)
 - ✓ magnetic force ($qv \times B$)
- charge (q)
 electric field (E)
 magnetic field(B)

Biot-Savart law (বায়ো-সেভার্টের সূত্র)

A fundamental equation in physics that describes the magnetic field generated by a steady electric current.



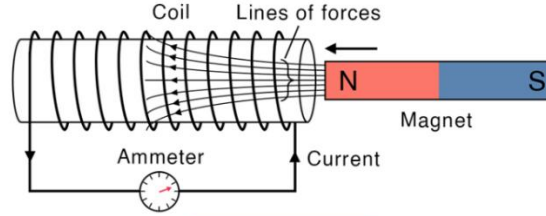
$$dB = \frac{\mu_0 Idl \sin \theta}{4\pi r^2}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{\text{wire}} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

ভেক্টর রূপ $\rightarrow dB = \frac{\mu_0 I d\vec{l} \times \vec{r}}{4\pi r^3}$

Faraday's law (ফ্যারাডের সূত্র)

- ❖ প্রথম অংশ: যখনই কোনো পরিবাহীর সাথে যুক্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের (magnetic flux) পরিবর্তন হয়, তখনই পরিবাহীটিতে একটি তড়িচ্চালক বল (electromotive force or EMF) আবিষ্ট হয়।
- ❖ দ্বিতীয় অংশ: আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান, পরিবাহীটির সাথে যুক্ত চৌম্বক ফ্লাক্স পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক। সহজ ভাষায়, চৌম্বক ফ্লাক্স যত দ্রুত পরিবর্তন হবে, আবিষ্ট EMF তত বেশি হবে।

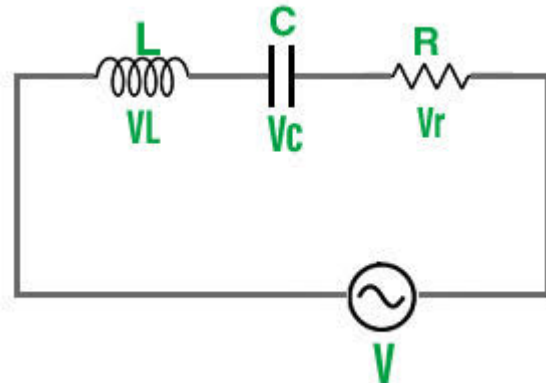


$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$




ε : Electromotive force (EMF)
N : Number of turns of the coil
 $\frac{d\phi}{dt}$: Instantaneous change of magnetic flux with time

LCR circuit

- an electrical circuit consisting of an inductor (L), a capacitor (C), and a resistor (R). These components can be connected in series or parallel, and the circuit exhibits interesting behavior related to resonance, impedance, and phase relationships.



1. **Inductor (L):** Stores energy in a magnetic field when current flows through it. Its reactance (opposition to current flow) increases with frequency
2. **Capacitor (C):** Stores energy in an electric field. Its reactance decreases with frequency
3. **Resistor (R):** Dissipates energy as heat. It provides resistance to the flow of current.

Elements Symbol	RESISTOR 	CAPACITOR 	INDUCTOR 
Denoted by	R	C	L
Equation	$R = \frac{V}{I}$	$C = \frac{Q}{V}$	$L = \frac{V_L}{(di/dt)}$
Series	$R_T = R_1 + R_2$	$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$	$L_T = L_1 + L_2$
Parallel	$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	$C_T = C_1 + C_2$	$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$

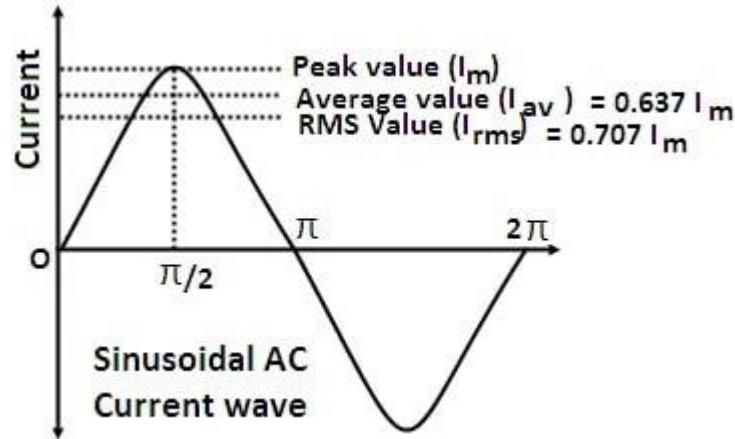
Applications:

LCR circuits are used in various applications, including

- A. **Tuning circuits:** Selecting a specific frequency from a range of frequencies, like in radios
- B. **Filters:** Allowing or blocking specific frequency ranges
- C. **Oscillators:** Generating signals at a specific frequency
- D. **Energy storage and release:** Used in power supplies and other applications

RMS (Root Mean Square) values of voltage and current

- ✓ In alternating current (AC) circuits, RMS (Root Mean Square) values of voltage and current are used to represent the equivalent DC value that would produce the same amount of power.



- Why RMS?

AC voltage and current constantly change polarity and magnitude, making it difficult to directly apply DC formulas. The RMS value provides a single, constant value that represents the heating or power-producing capability of the AC waveform.

- How it's calculated:

For a sinusoidal waveform, the RMS value is calculated by taking the square root of the mean of the squared instantaneous values over one period.

- RMS for power calculations:

The RMS values of voltage and current allow us to use standard DC power equations (like $P=VI$ or $P=I^2R$) for AC circuits, making power calculations straightforward.

- Example:

For a sinusoidal voltage, the RMS voltage is equal to the peak voltage divided by the square root of 2 (approximately 0.707 times the peak voltage).

- Practical application:

Most AC voltmeters and ammeters are calibrated to read RMS values, making it easy to measure the effective values of voltage and current in a circuit.

Topic

Classical Mechanics & Special Theory of Relativity

চিরায়ত বলবিদ্যা ও বিশেষ আপেক্ষিকতার তত্ত্ব

Classical mechanics

is the branch of physics that, describes the motion of everyday-scale objects using fundamental principles like Newton's laws and conservation laws. It explains how forces cause objects to accelerate, how bodies move under forces, and the conditions for equilibrium. (পদার্থবিদ্যার একটি শাখা যা নিউটনের গতির সূত্র ব্যবহার করে ম্যাক্রোস্কোপিক বস্তুর গতি বর্ণনা করে - পরমাণুর চেয়ে অনেক বড় জিনিস।)

While it breaks down at

- very small scales ([quantum mechanics](#))
- extremely high speeds ([relativity](#))

এটি কী ব্যাখ্যা করে ??

- প্রতিদিনের গতিবিধি: দৈনন্দিন জিনিসপত্র কীভাবে চলাচল করে।
- গ্রহ ও মহাকাশের গতি: গ্রহ, নক্ষত্র এবং মহাকাশযানের গতিবিধি।
- ইঞ্জিনিয়ারিং অ্যাপ্লিকেশন: যন্ত্রপাতির যন্ত্রাংশের গতিবিধি এবং অন্যান্য প্রকৌশল সমস্যা।

Key Concepts

- **Newton's Laws:** The foundation of classical mechanics, including laws on inertia, the relationship between force, mass, and acceleration, and action-reaction.
- **Forces:** Influences that can change an object's velocity, such as gravity or friction.
- **Conservation Laws:** Principles that state certain quantities, like energy or momentum, remain constant in a closed system.
- **Determinism:** Classical mechanics is deterministic, meaning if you know the current state of a closed system and the laws governing it, you can predict its future state with certainty.

Limitations

Small Scales: It fails to describe the behavior of very small particles, such as atoms and electrons.

- **High Speeds:** At speeds approaching the speed of light, relativistic effects become significant, and classical mechanics is no longer accurate.
- **Strong Gravitational Fields:** In areas of extremely intense gravity, such as near black holes, general relativity provides a more accurate description.

conservation law of a system of particles

- Conservation laws for a system of particles state that quantities like total linear momentum, angular momentum, and energy remain constant **net external forces, net external torques, or net external work done**, respectively, acting on the system.
- কণা ব্যবস্থার সংরক্ষণ হল একটি নীতি যা বলে যে একটি বিচ্ছিন্ন ব্যবস্থার মধ্যে কিছু ভৌত পরিমাণ, যেমন মোট রৈখিক ভরবেগ, শক্তি, কৌণিক ভরবেগ এবং বৈদ্যুতিক চার্জ, অভ্যন্তরীণ মিথস্ক্রিয়া সত্ত্বেও সময়ের সাথে সাথে স্থির থাকে।

কণা ব্যবস্থার জন্য সাধারণ সংরক্ষণ

রৈখিক ভরবেগ সংরক্ষণ: একটি বিচ্ছিন্ন সিস্টেমের মোট রৈখিক ভরবেগ ধ্রুবক। সংঘর্ষের ক্ষেত্রে এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ ধারণা, যেখানে ভরবেগ কণার মধ্যে পুনর্বণ্টন করা হয় কিন্তু মোট পরিমাণ একই থাকে।

শক্তি সংরক্ষণ: একটি বিচ্ছিন্ন সিস্টেমের মোট শক্তি, গতিশক্তি এবং সম্ভাব্য শক্তি সহ, স্থির থাকে।

কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণ: একটি বিচ্ছিন্ন সিস্টেমের মোট কৌণিক ভরবেগ স্থির থাকে।

বৈদ্যুতিক চার্জ সংরক্ষণ: একটি বিচ্ছিন্ন সিস্টেমে মোট বৈদ্যুতিক চার্জ সংরক্ষণ করা হয়।

conservation of energy (শক্তি সংরক্ষণ)

The sum of its kinetic energy, potential energy, and any other forms of energy—remains constant. Energy can change from one form to another (e.g., potential to kinetic) but cannot be created or destroyed within an isolated system.

$$\sum W_{ext} + \sum W_{int} = \sum \Delta KE + \sum \Delta PE$$

Where,

W_{ext} = is the work done by external forces, and

W_{int} = is the work done by internal forces.

- the positive work done by a force on one particle is canceled out by the negative work done by the corresponding force on another particle.

$$W_{int}=0$$

- For an isolated system, there are no external forces doing work on it.

$$W_{ext}=0$$

That means the total energy (KE + PE) of the isolated system is conserved,

$$\sum KE_{final} + \sum PE_{final} = \sum KE_{initial} + \sum PE_{initial}$$

conservation of linear momentum (রৈখিক ভরবেগ সংরক্ষণ)

Total momentum of a system: The total linear momentum (P) of a system of 'n' particles is the vector sum of the individual momenta of each particle (p_1, p_2, \dots, p_n).

1. $P = p_1 + p_2 + \dots + p_n$
2. $P = m_1v_1 + m_2v_2 + \dots + m_nv_n$

Applying Newton's Second Law to a system of particles: Newton's second law states that the rate of change of an object's momentum is directly proportional to the net force acting on it. For a system of particles, this becomes:

$$F_{net} = dP/dt$$

Condition for conserved momentum: If the net external force (F_{net}) on the system is zero, then:

$$0 = dP/dt$$

Since the rate of change of momentum (dP/dt) is zero, the total momentum (P) must be constant over time.

conservation of angular momentum (কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণ)

For a system of particles, the total angular momentum L about a fixed point is conserved if and only if the net external torque (τ_{net}) acting on the system with respect to that point is zero.

- ✓ The angular momentum of a single particle is given by $l = r \times p$, where r is the position vector from the origin and p is the linear momentum ($p = mv$).
- ✓ The total angular momentum L of a system of particles is the vector sum of the individual angular momenta of all particles in the system.

$$L = \Sigma l_i = \Sigma (r_i \times p_i)$$

Newton's Second Law for Rotation: The rate of change of the total angular momentum L with respect to time is equal to the net external torque τ_{net} on the system:

$$\tau_{net} = dL/dt$$

$$dL/dt = d/dt (\Sigma r_i \times p_i)$$

$$dL/dt = \Sigma [(dr_i/dt \times p_i) + (r_i \times dp_i/dt)] \text{ (Using the product rule for differentiation.)}$$

.....

.....

$$dL/dt = \Sigma (r_i \times F_i^{ext}) = \tau_{net}$$

If $\tau_{net} = 0$, then:

$$dL/dt = 0$$

This implies that L is a constant vector, meaning the total angular momentum of the system remains constant over time.

Rocket Motion

- Based on Newton's 3rd law
- variable mass system (কারণ সময়ের সাথে সাথে রকেটের তেল কমে যাবে তাই রকেটের ভর সময়ের সাথে সাথে কমেবে)
- Rate of fuel burning = dm/dt

How Rocket Motion Works

1. Action-Reaction (Newton's Third Law):

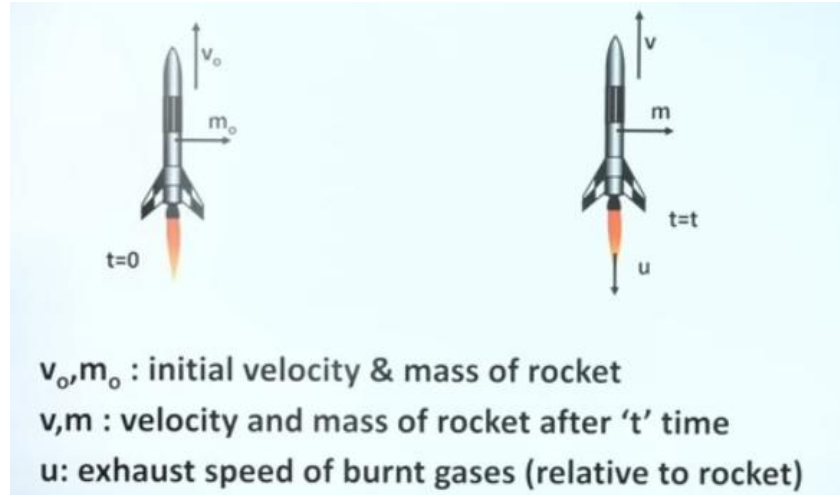
A rocket engine burns fuel, creating hot, expanding gases. These gases are forcefully ejected from the rear of the rocket. This forceful expulsion is the "action".

2. Thrust:

In response, the rocket experiences an equal and opposite "reaction" force, known as thrust. This thrust is what pushes the rocket forward.

3. Conservation of Momentum:

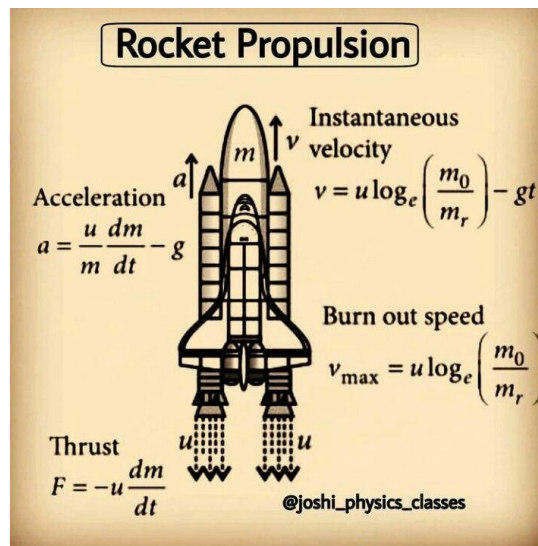
The process works because of the conservation of momentum. The total momentum of the rocket-and-fuel system must remain constant. When the rocket ejects fuel in one direction, it gains momentum in the opposite direction to maintain the system's total momentum.



$F_{\text{exhaust gas}} = u (dm/dt)$

$F_{\text{thrust rocket}} = u (dm/dt)$

Velocity of rocket after time t, $v = \Delta v = u * \ln(m_0/m)$ [এটাকে Tsiolkovsky rocket equation ও বলা হয়]



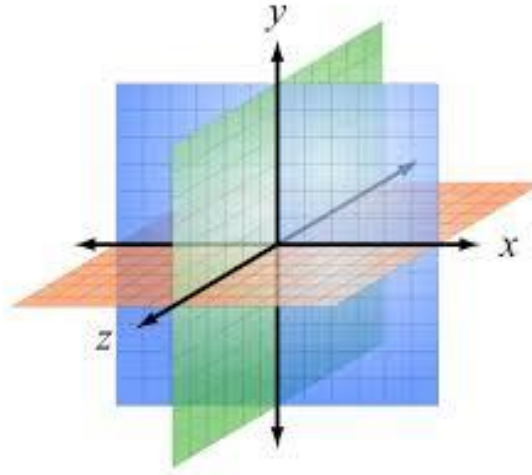
(সূত্রগুলো দেখে রাখতে পারেন ,ছোট সূত্রগুলোর ম্যাথ আসতে পারে)

Cartesian coordinates

কার্তেসীয় স্থানাংক ব্যবস্থা (প্রতিশব্দ "সমকোণী স্থানাংক ব্যবস্থা"), হল আদিবিন্দু (origin) নামে একটি পূর্বনির্দিষ্ট বিন্দুগামী সমকৈণিক অর্থাৎ পরস্পর সমকোণে অবস্থিত পূর্বনির্দিষ্ট সরলরৈখিক অক্ষগুলি (দ্বিমাত্রিক হলে দুটি, ত্রিমাত্রিক হলে তিনটি) থেকে একই এককে প্রকাশিত লম্বদূরত্ব দ্বারা কোন বিন্দুর অবস্থান বোঝানোর ব্যবস্থা। এই ব্যবস্থায়, বন্ধনীর মধ্য একটি পূর্বনির্দিষ্ট ক্রমে এই দূরত্বগুলির মান লিখে স্থানাঙ্ক প্রকাশ করা হয়।

Cartesian coordinates define,

- a point's location in space using perpendicular axes, typically an x-axis (horizontal) and a y-axis (vertical), and for three-dimensional space, a z-axis.
- Coordinates are presented as an ordered pair or triple (e.g., (x, y) or (x, y, z)), representing the signed distances from the origin $(0, 0)$ along these axes.
- The x-coordinate indicates the distance to the left or right, the y-coordinate the distance up or down, and the z-coordinate the distance above or below.



Generalized coordinates

Generalized coordinates are a minimal set of independent parameters that fully describe the configuration of a complex mechanical system, simplifying the analysis of systems with many degrees of freedom and constraints.

- ✓ কোণ বা স্থানচ্যুতির মতো স্বাধীন চলকের একটি ন্যূনতম সেট, যা ডিগ্রিস অব ফ্রিডমসহ একটি যান্ত্রিক ব্যবস্থার কনফিগারেশনকে সম্পূর্ণরূপে সংজ্ঞায়িত করে। এগুলি জটিল সিস্টেমগুলিকে সরলীকরণ করতে সাহায্য করে, যা

Warning: Live MCQ™ -এর সকল কন্টেন্ট কপিরাইট আইন দ্বারা সুরক্ষিত। অনুমতি ব্যতিরেকে যেকোনো মাধ্যমে এর ব্যবহার আইনের লঙ্ঘন ও দণ্ডনীয় অপরাধ।

Join Now ▶

GET IT ON
Google Play

Download on the
App Store

Get it from
Microsoft

Download on the
Mac App Store



livemcq.com



01701377322

প্রায়শই ল্যাগ্রাঞ্জিয়ান মেকানিক্স ব্যবহার করে করা হয়। উদাহরণ হিসেবে বলা যায়, একটি পেডুলামের বাহুর কৌণিক অবস্থান অথবা একটি রোবটের সংযোগস্থলের কোণ, যা ঐতিহ্যবাহী কার্টেসিয়ান স্থানাঙ্ক ব্যবহারের তুলনায় সিস্টেমের গতির আরও দক্ষ এবং স্বাধীন বর্ণনা প্রদান করে।

- **Simplification:**

They reduce the number of variables needed to describe a system by eliminating redundant variables and ignoring constraint forces that do not perform work.

- **Flexibility:**

Any convenient set of independent parameters can be chosen as generalized coordinates, such as angles for a pendulum or positions along a curved path.

- **Connection to Degrees of Freedom:**

The number of independent generalized coordinates is equal to the number of degrees of freedom of the system, providing a direct way to quantify its complexity.

Degrees of Freedom

ত্রিমাত্রিক স্থানে একটি অনমনীয় বস্তু কতগুলি স্বাধীন উপায়ে চলাচল করতে পারে, সেটাই ডিগ্রিস অব ফ্রিডম।

The number of degrees of freedom, denoted by holonomic constraints is given by the formula:

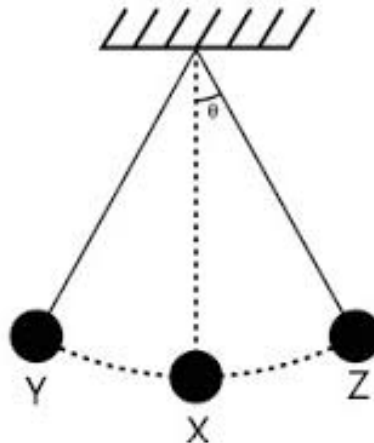
$$f=3N-k$$

Where,

f = Generalized coordinates

$3N$ = Degrees of Freedom

k = constraints



1. One particle moves on space – 3 degrees of freedom
2. One particle moves on a plane – 2 degrees of freedom
3. One particle moves on a straight line – 1 degree of freedom

➤ Generalized coordinates \longleftrightarrow Cartesian coordinates

কার্তেসীয় স্থানাংক ব্যবস্থা থেকে জেনেরালাইজড স্থানাংক ব্যবস্থা এবং জেনেরালাইজড স্থানাংক ব্যবস্থা থেকে কার্তেসীয় স্থানাংক ব্যবস্থার পারস্পরিক রূপান্তর সম্ভব।

Hamilton's principle

Hamilton's principle of least action is a fundamental physical principle stating that the actual trajectory a system takes between two points in time is the one for which the "action" is stationary (often a minimum).

- ✓ Hamilton's principle states that the variation of the integral of the Lagrangian over time is zero, which determines the trajectory of a system.

What is the Principle of Least Action?

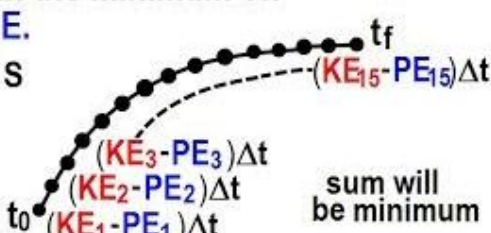
A particle moving under the influence of a force (like a gravitational force) will take a path in such a manner that the time **averaged K.E.** of the particle **minus** the time **averaged P.E.** of the particle is a minimum.

The path taken will result in the minimum of:
average K.E. - average P.E.

This sum is called action = S

$$S = \int_{t_0}^{t_f} [KE(t) - PE(t)] dt$$

path will be minimum



sum will be minimum

$$\delta S = \delta \int_{t_1}^{t_2} L(q, \dot{q}, t) dt = 0$$

- δS (delta S): Represents a small variation in the action integral.
- $L(q, \dot{q}, t)$: The Lagrangian of the system, which is the difference between its kinetic energy (T) and potential energy (V). It's a function of the generalized coordinates (q), their time derivatives (\dot{q}), and time (t).
- dt : The infinitesimal time interval.
- t_1 and t_2 : The initial and final times, respectively.
- $\delta S = 0$: Signifies that the variation of the action (δS) is zero, meaning the action is stationary (it's neither increasing nor decreasing to first order) for the actual path the system takes

Hamilton's equations of motion

are a pair of first-order differential equations that describe how a system's generalized coordinates (q_i) and generalized momenta (p_i) change over time,

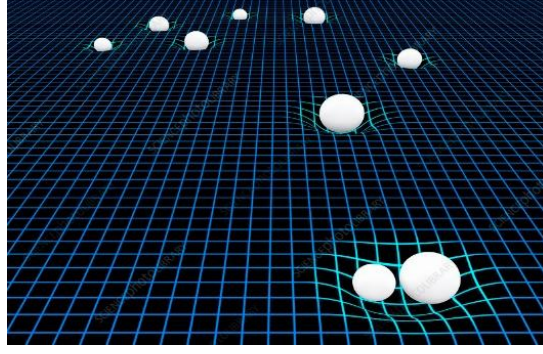
$$\dot{p}_i = -\partial H / \partial q_i$$

$$\dot{q}_i = \partial H / \partial p_i$$

where H is the Hamiltonian (total energy) of the system

Spacetime

- ❑ Spacetime is a fundamental concept in physics,
- ❑ formulated by Hermann Minkowski to unify Albert Einstein's theory of relativity,
- ❑ that focuses the three dimensions of space with the one dimension of time into a single, four-dimensional continuum.
- ❑ স্পেসটাইম (স্থান-কাল) হল একটি গাণিতিক মডেল যা স্থানের তিনটি মাত্রা (দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা) এবং সময়ের একটি মাত্রাকে একত্রিত করে একটি একক চার-মাত্রিক ধারণা তৈরি করে। অ্যালবার্ট আইনস্টাইন এই ধারণাটি তৈরি করেন, যা দেখায় যে কীভাবে স্থান এবং সময় একে অপরের সাথে সংযুক্ত এবং কীভাবে মহাকর্ষ এই স্পেসটাইমকে বক্র করে।



Key Aspects of Spacetime

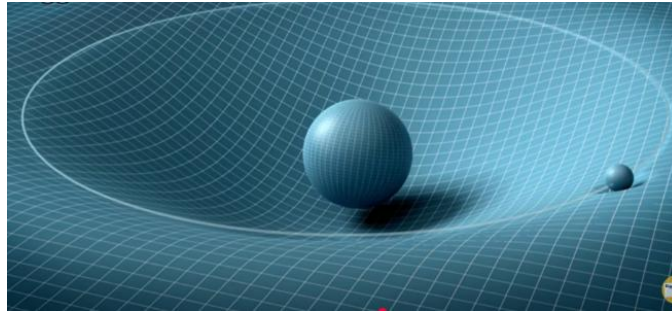
- **Four-Dimensional:** Spacetime combines the familiar three spatial dimensions (length, width, height) with the dimension of time into a single, four-dimensional entity.
- **Unified Concept:** Historically, space and time were considered separate, but Einstein's theories demonstrated their inseparable nature.
- **Curvature and Gravity:** Matter and energy cause spacetime to curve and warp, and this curvature is the force that we experience as gravity. Massive objects, like planets, cause a deeper curvature.
- **Relativity:** The rate at which time passes and the measurements of distance are not absolute but depend on the observer's velocity and position within a gravitational field.
- **Stage for Events:** Spacetime serves as the stage for all events in the universe, with each event occurring at a specific location in space and at a specific moment in time.

মূল ধারণা:

- **একক সত্তা:**
স্থান ও সময় আলাদা আলাদা নয়, বরং একই সত্তার অংশ।
- **মহাকর্ষের ব্যাখ্যা:**
আইনস্টাইনের সাধারণ আপেক্ষিকতার তত্ত্ব অনুসারে, মহাকর্ষ হলো স্পেসটাইমের বাঁকানো বা বিকৃতির ফল।
- **আইনস্টাইনের অবদান:**
১৯০৫ সালে বিশেষ আপেক্ষিকতার তত্ত্বের মাধ্যমে আইনস্টাইন এই ধারণাটি প্রথম প্রস্তাব করেন এবং পরে ১৯১৫ সালে সাধারণ আপেক্ষিকতার তত্ত্বের মাধ্যমে দেখান যে ভর ও শক্তি স্পেসটাইমকে বাঁকিয়ে দেয়, যা আমরা মহাকর্ষ হিসেবে অনুভব করি।

General theory of relativity

- ✓ General relativity, published by Albert Einstein in 1915
- ✓ The modern geometric theory of gravity.
- ✓ It states that gravity is not a force, but rather the result of massive objects bending the fabric of [spacetime](#).
- ✓ This curvature dictates how objects, including light, move through space.



Key Concepts

- **Spacetime:** General relativity describes space and time as a single, connected four-dimensional fabric.
- **Curvature of Spacetime:** Massive objects and energy cause this fabric to curve. The more mass an object has, the greater the curvature it creates.
- **Gravity as Geometry:** What we experience as gravity is actually objects following the curved paths, or "straight lines," within this curved spacetime.

special theory of relativity


- ❑ The special theory of relativity, proposed by Albert Einstein in 1905,
- ❑ fundamentally altered our understanding of space and time by postulating that the laws of physics are identical for all observers in uniform motion (inertial frames)
- ❑ the speed of light in a vacuum is constant for all observers, regardless of their motion.

Key consequences of this theory:

- include [time dilation](#) (moving clocks run slower),
- [length contraction](#) (moving objects appear shorter),
- the equivalence of mass and energy as described by the famous equation $E=mc^2$.

Postulates of Special Relativity

- The Relativity Postulate
 - The laws of physics are the same in **every** inertial reference frame
- The Speed of Light Postulate
 - The speed of light in a vacuum, measured in **any** inertial reference frame, **always** has the same value of c , no matter how fast the source of light and the observer are moving relative to each other.

 Implications of
Special Relativity

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}}$$
$$L = L_0 \sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$$

- t : Time interval measured by a stationary observer.
- t_0 : Proper time, measured by an observer at rest relative to the event being observed.
- L : The contracted length observed by the stationary observer.
- L_0 : The proper length, which is the object's length in its own rest frame
- v : The relative velocity between the two observers.
- c : The speed of light in a vacuum.

Heat and Thermodynamics

তাপ ও তাপগতিবিদ্যা

(পদার্থবিদ্যার অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ টপিক। এ অধ্যায় থেকে বেশ ভালো পরিমাণে এমসিকিউ আসার সমূহ সম্ভাবনা আছে)

Heat

Heat : the total energy of the motion of the molecules of a substance. (কোন বস্তুর অভ্যন্তরীণ সকল কনার মোট গতিশক্তি) তাপ প্রয়োগের মাধ্যমে যা যা হয়

- Temperature Change: তাপমাত্রার পরিবর্তন হয়
- State Changes: বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন হয়
- Expansion/Contraction: বস্তুর প্রসারণ ঘটে।

Warning: Live MCQ™ -এর সকল কন্টেন্ট কপিরাইট আইন দ্বারা সুরক্ষিত। অনুমতি ব্যতিরেকে যেকোনো মাধ্যমে এর ব্যবহার আইনের লঙ্ঘন ও দণ্ডনীয় অপরাধ!

Join Now ▶

GET IT ON
Google Play

Download on the
App Store

Get it from
Microsoft

Download on the
Mac App Store



livemcq.com



01701377322

- **Chemical Changes:** রাসায়নিক পরিবর্তন হয় ।
- পরিবাহীর রোধ বাড়ে / অর্ধপরিবাহীর রোধ কমে

জেনে রাখা ভালো যে কোন বস্তুর ভেতরের কণাগুলোর গতি তিন ধরনের হতে পারে

1. **ট্রান্সলেশনাল গতি**

একই দিক ও একই বেগ
সরলরৈখিক বা বক্ররৈখিক পথ
কোনো ওরিয়েন্টেশন পরিবর্তন নেই

2. **ঘূর্ণন গতি**

3. **কম্পন গতি**

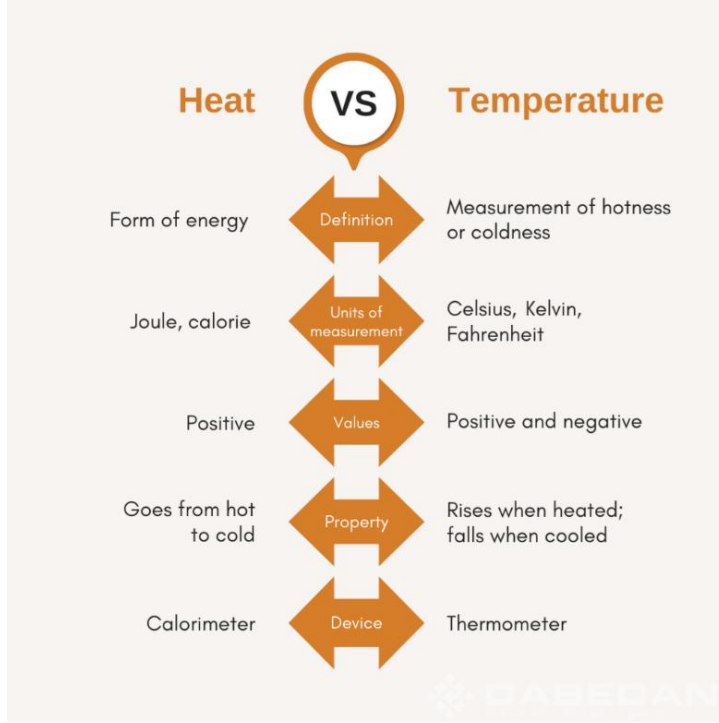
Temperature

Temperature: The measure of the average energy of the motions of the molecules in the substance. (. (কোন বস্তুর অভ্যন্তরীণ সকল কনার গড় গতিশক্তি)

1. তাপমাত্রা একটি ভৌত রাশি যা কোনো বস্তুর গরম বা ঠান্ডার পরিমাণ নির্দেশ করে।
2. থার্মোমিটার নামক যন্ত্র ব্যবহার করে তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।
3. তাপমাত্রা বস্তুর অভ্যন্তরীণ কণাগুলির (পরমাণু, অণু) গড় গতিশক্তির একটি পরিমাপ।
4. **একক:**
 - a. **কেলভিন (K):** তাপমাত্রার SI (আন্তর্জাতিক একক) পদ্ধতি অনুযায়ী একক হলো কেলভিন।
 - b. **সেলসিয়াস (°C) ও ফারেনহাইট (°F):** এগুলো বহুল ব্যবহৃত অন্যান্য তাপমাত্রা স্কেল।
5. তাপমাত্রা পদার্থের পরিমাণের উপর নির্ভর করে না। এটি একটি নিবিড় ধর্ম((Intensive Property)), যেমন চাপ বা ঘনত্ব।
6. তাপমাত্রার মান একটি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে পরিবর্তন হতে পারে।
7. অধিক তাপমাত্রার বস্তু থেকে কম তাপমাত্রার বস্তুতে তাপ প্রবাহিত হয়
8. দুটি বস্তু একই তাপমাত্রায় থাকলে তাকে তাপীয় সাম্যাবস্থা বলে। এ অবস্থায় তাপের প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়।

❖ **Absolute Zero:**

The theoretical point where all molecular motion stops, 0 Kelvin (K) on the Kelvin scale. (সর্বনিম্ন যে তাপমাত্রায় পদার্থের কণাগুলোর গতি বন্ধ হয়ে যায় 0 k বা -২৭৩°C)



অনেক ফিজিক্যাল প্রক্রিয়া তাপমাত্রার সাথে সম্পর্কিত ।

- ❑ পদার্থের বাহ্যিক ও অভ্যন্তরীণ অবস্থার পরিবর্তন ।

(solid, liquid, gaseous or plasma), density, solubility, vapor pressure, electrical conductivity, hardness, wear resistance, thermal conductivity, corrosion resistance, strength)

- ❑ [chemical reactions](#) এর গতি প্রকৃতি নির্ভর করে ।
- ❑ [thermal radiation](#) এর পরিমাণ ও বিশিষ্ট তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে
- ❑ [Air temperature](#) সমস্ত জীব জগতের উপর প্রভাব বিস্তার করে
- ❑ The [speed of sound](#), which in a gas is proportional to the square root of the absolute temperature

These formulas relate temperature to the average kinetic energy of particles in a system, especially ideal gases.

For a single molecule:

- **Formula:** $E = (3/2)kT$

E: Average kinetic energy (in Joules)

k: Boltzmann constant (approximately 1.381×10^{-23} J/K)

T: Absolute temperature (in Kelvin)

For a mole of gas:

- **Formula:** $E = (3/2)RT$

E: Average kinetic energy (in Joules)

R: Ideal gas constant (8.3145 J/(mol·K))

T: Absolute temperature (in Kelvin)

Using the Velocity-Based Formula:

- **Formula:** $KE = (1/2)mv^2$

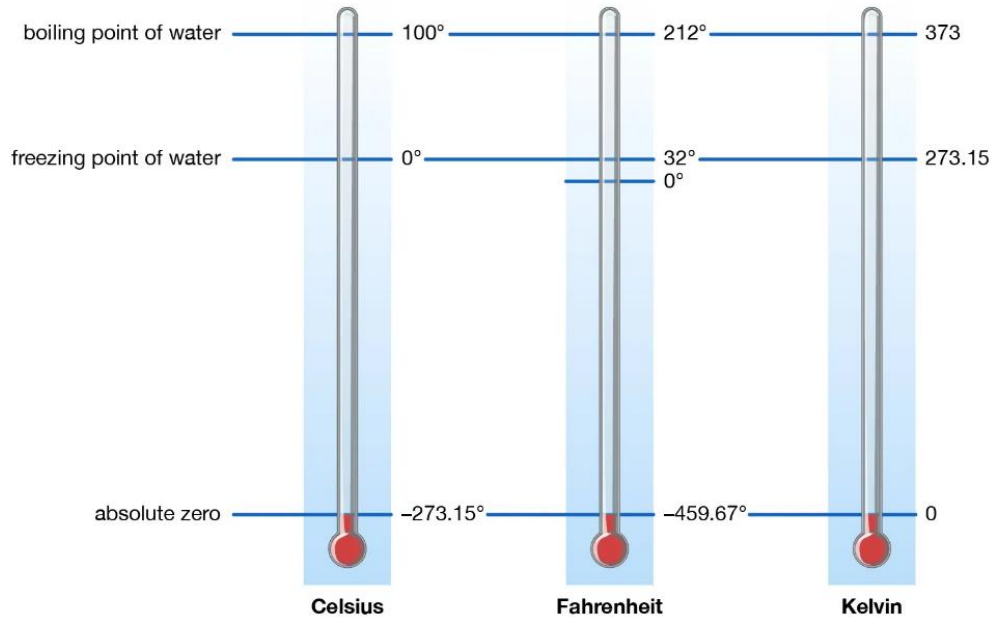
KE: Kinetic energy (in Joules)

m: Mass of the particle (in kilograms)

v: Velocity of the particle (in meters per second)

তাপমাত্রার স্কেল

Standard and absolute temperature scales



© Encyclopædia Britannica, Inc.

তাপমাত্রার প্রচলিত স্কেলগুলো:

- **সেলসিয়াস স্কেল (Celsius Scale):**
 - এই স্কেলে পানির হিমাক্ষ 0 ডিগ্রি এবং স্ফুটনাক্ষ 100 ডিগ্রি ধরা হয়।
 - বিজ্ঞানিক কাজ এবং সাধারণ ব্যবহারের জন্য এটি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।
- **ফারেনহাইট স্কেল (Fahrenheit Scale):**
 - এই স্কেলে পানির হিমাক্ষ 32 ডিগ্রি এবং স্ফুটনাক্ষ 212 ডিগ্রি ধরা হয়।
 - কিছু দেশে, বিশেষ করে স্বাস্থ্যসেবা ও দৈনন্দিন জীবনে এটি ব্যবহৃত হয়।
- **কেলভিন স্কেল (Kelvin Scale):**
 - এটি তাপমাত্রার আন্তর্জাতিক একক এবং একটি পরম স্কেল, যেখানে পরম শূন্য (0 K) সর্বনিম্ন তাপমাত্রা।
 - এই স্কেল তাপগতিবিদ্যায় ব্যবহৃত হয় এবং এটি কেলভিন (K) দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

স্কেলগুলোর মধ্যে সম্পর্ক:

- কেলভিন ও সেলসিয়াস: $K = ^\circ C + 273.15$
- ফারেনহাইট ও কেলভিন: $^{\circ}R = 1.8 K$ (র‍্যাঙ্কাইন স্কেলের মাধ্যমে)

তাপমাত্রার একক রূপান্তর স্কেল বা সূত্র

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K - 273}{5}$$

*** উপর্যুক্ত সূত্রটি ব্যবহার করে তাপমাত্রার রূপান্তর করা যায়। (MCQ তে এই সূত্রের ছোট ছোট ম্যাথ আসতে পারে)

তাপ ধারণ ক্ষমতা, আপেক্ষিক তাপ, সুপ্ত তাপ

তাপ ধারণ ক্ষমতা	আপেক্ষিক তাপ
<p>তাপ ধারণ ক্ষমতা হলো কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 কেলভিন (1K) বাড়াতে যে পরিমাণ তাপ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকেই ঐ বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা বলে</p> <p>তাপ ধারণ ক্ষমতা,</p> $C = Q / \Delta T$ <p>যেখানে,</p> <p>C = তাপ ধারণ ক্ষমতা,</p> <p>Q = সরবরাহ করা তাপের পরিমাণ,</p> <p>ΔT = তাপমাত্রার পরিবর্তন।</p>	<p>আপেক্ষিক তাপ হলো কোনো পদার্থের প্রতি একক ভরের (1 কেজি) তাপমাত্রা এক কেলভিন (1K) বাড়াতে যে পরিমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন হয়।</p> <p>আপেক্ষিক তাপ,</p> $S = Q / (m\Delta\theta)$ <p>এখানে,</p> <p>Q = প্রয়োজনীয় তাপ (joule এ),</p> <p>m = বস্তুর ভর (কিলোগ্রামে),</p> <p>s = বস্তুর আপেক্ষিক তাপ</p> <p>ΔT = তাপমাত্রার পরিবর্তন</p>

*** তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের সম্পর্ক হলো: তাপধারণ ক্ষমতা = ভর × আপেক্ষিক তাপ। অর্থাৎ, কোনো বস্তুর মোট তাপধারণ ক্ষমতা তার ভর এবং ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপের গুণফলের সমান।

সুপ্ত তাপ (Latent Heat) -- হলো সেই শক্তি যা কোনো পদার্থে তাপমাত্রা পরিবর্তন না করেই তার অবস্থার পরিবর্তনে শোষিত বা বর্জিত হয়।

• $L = Q/m$

যেখানে,

L = নির্দিষ্ট সুপ্ত তাপ,

Q = শোষিত বা নির্গত তাপ

m = পদার্থের ভর।

Calorimetry(ক্যালোরিমিতি)

The science of measuring heat transfer during chemical and physical processes.

এই নীতির ওপর ভিত্তি করে, ক্যালোরিমিট্রিতে একটি আবদ্ধ সিস্টেমে (যেখানে বাইরে থেকে কোনো তাপ প্রবেশ করে না বা ভেতর থেকে কোনো তাপ বাইরে যায় না) তাপের আদান-প্রদান ঘটে। এক্ষেত্রে,

গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

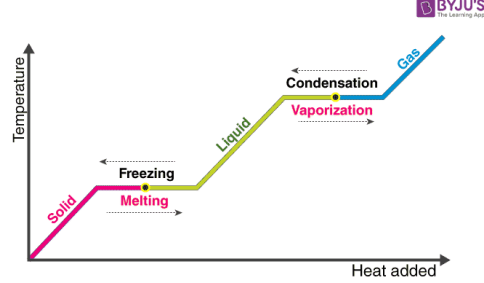
সংক্ষেপে, ক্যালোরিমিতির মূলনীতি হলো:

- উচ্চ তাপমাত্রার বস্তু তাপ হারায় এবং নিম্ন তাপমাত্রার বস্তু তাপ গ্রহণ করে।
- তাপের আদান-প্রদান ততক্ষণ চলতে থাকে যতক্ষণ না উভয় বস্তুর তাপমাত্রা সমান হয়।
- যদি তাপের অপচয় না হয়, তবে গৃহীত তাপ বর্জিত তাপের সমান হবে।

Transmission of heat

The three main types of heat transmission or heat transfer are-

- A. conduction,
- B. convection,
- C. radiation



Conduction

- Process:

Heat energy is transferred from one particle to another through direct contact, without the bulk movement of the material itself.

- Example:

A hot metal rod heats up at one end, and that heat travels along the rod to the other end.

Convection

- Process:

Heat is transferred through the circulation of fluids (liquids or gases). Warmer, less dense fluid rises, and cooler, denser fluid sinks, creating a continuous flow that carries heat.

- Example:

Boiling water in a pot, where hot water rises and cooler water descends, or the wind carrying heat from a warm area to a cold one.

Radiation

- Process:

Heat energy is transferred by electromagnetic waves, like infrared radiation, without the need for a physical medium. This process can occur even in a vacuum.

- Example:

The warmth from the sun reaching the Earth, or the heat you feel from a campfire without directly touching it.

The rate of heat conduction(তাপ পরিবহনের হার)

The rate of heat conduction is the quantity of thermal energy transferred per unit of time and is described by Fourier's Law of Heat Conduction:

$$Q/t = kA(T_1 - T_2)/l,$$

where

Q/t = the rate of heat transfer,

k = the thermal conductivity,

A = the cross-sectional area,

$(T_1 - T_2)$ = the temperature difference,

l = the thickness or distance over which the heat is transferred.

তাপগতিবিদ্যার সূত্রসমূহ

Zeroth law of Thermodynamics

- If two objects are each in thermal equilibrium with a third object, then they are also in thermal equilibrium with each other. (যদি দুটি ব্যবস্থা (সিস্টেম) তৃতীয় একটি ব্যবস্থার সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে, তবে তারা প্রত্যেকেই পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকবে।)
- The Zeroth Law provides a necessary foundation for understanding the other laws of thermodynamics, making the concept of temperature a quantifiable and comparable property of a system.
- Two objects are in thermal equilibrium when they are in contact and no net flow of heat occurs between them (দুটি ব্যবস্থা যখন তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে, তার মানে তাদের মধ্যে আর কোনো তাপ বিনিময় হয় না এবং তাদের তাপমাত্রা একই থাকে।)

First Law of Thermodynamics

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রের সর্বপ্রথম পরিষ্কার বিবৃতি দেন ক্লসিয়াস ১৮৫০ সালে।

"সকল ক্ষেত্রে যেখানে তাপের মাধ্যমে কাজ সম্পাদন করা হয় সেখানে, গৃহীত তাপ কৃত কাজের সমানুপাতিক; বিপরীতভাবে, সমান পরিমাণের কাজ সমান শক্তি উৎপন্ন করে" [৬]

ক্লসিয়াস অভ্যন্তরীণ শক্তি ধারণা ব্যবহার করে আরো একভাবে সূত্রটি বিবৃত করেছেন

"তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় কোনো বদ্ধ ব্যবস্থার অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন ঐ ব্যবস্থায় গৃহীত তাপ ও ব্যবস্থা কর্তৃক কৃত কাজের বিয়োগ ফলের সমান।

সহজ বিবৃতি:

কোনো বদ্ধ সিস্টেম বা ব্যবস্থায় তাপশক্তি প্রদান করা হলে তার কিছু অংশ অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধিতে আর কিছু অংশ কাজ সম্পাদনে ব্যবহৃত হয়।

জেনে রাখা ভাল--

- শক্তির নিত্যতা সূত্রের একটি বিশেষ রূপ
- কোনো সিস্টেমে সরবরাহ করা তাপশক্তি (ΔQ) সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি (ΔU) বৃদ্ধি এবং সিস্টেম কর্তৃক সম্পাদিত বাহ্যিক কাজ (ΔW)-এর যোগফলের সমান।

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$$dQ = dU + dW = dU + pdV$$

- একটি সিস্টেমে কৃত কাজ বা সরবরাহ করা তাপশক্তি সম্পূর্ণরূপে বিনষ্ট হয় না, বরং তা অভ্যন্তরীণ শক্তি বা পরিবেশের উপর কাজের মাধ্যমে সংরক্ষিত থাকে।

Second Law of Thermodynamics

- heat naturally flows from hotter to colder objects
- the total entropy of an isolated system can only increase over time, never decrease

এনট্রপির ধারণা:

- ✓ এনট্রপিকে প্রায়শই একটি ব্যবস্থার বিশৃঙ্খলা বা ডিসঅর্ডার (disorder) হিসাবে বর্ণনা করা হয়।

Warning: Live MCQ™ -এর সকল কন্টেন্ট কপিরাইট আইন দ্বারা সুরক্ষিত। অনুমতি ব্যতিরেকে যেকোনো মাধ্যমে এর ব্যবহার আইনের লঙ্ঘন ও দণ্ডনীয় অপরাধ।

Join Now ▶

GET IT ON
Google Play

Download on the
App Store

Get it from
Microsoft

Download on the
Mac App Store



livemcq.com



01701377322

- ✓ একটি বিচ্ছিন্ন ব্যবস্থায় এনট্রপি কখনো কমতে পারে না; এটি হয় বাড়ে অথবা একটি নির্দিষ্ট অবস্থায় স্থির থাকে।
- এমন কোনো যন্ত্র বা ইঞ্জিন তৈরি করা সম্ভব নয়, যা অবিরামভাবে কোনো বস্তু থেকে তাপ বা শক্তি গ্রহণ করে সম্পূর্ণরূপে কাজে পরিণত করবে।

Third Law of Thermodynamics

তাপগতিবিদ্যার তৃতীয় সূত্র বলে যে, যখন একটি সিস্টেমের তাপমাত্রা পরম শূন্যের (শূন্য কেলভিন) কাছাকাছি আসে, তখন এর বিশৃঙ্খলা (এনট্রপি) একটি নির্দিষ্ট ধ্রুবক মানে পৌঁছায়, যা ওই সিস্টেমের জন্য ন্যূনতম মানের সমান। সহজ ভাষায়, কোনো প্রক্রিয়া দ্বারা নির্দিষ্ট সংখ্যক ধাপে পরম শূন্য তাপমাত্রায় পৌঁছানো সম্ভব নয়, কারণ এনট্রপিকে সম্পূর্ণভাবে বিলুপ্ত করা যায় না।

- ✓ এই সূত্রটি নার্নস্টের উপপাদ্য নামেও পরিচিত।

The Einstein statement:

- ✓ The entropy of any substance approaches a finite value as the temperature approaches absolute zero.

এর তাৎপর্য:

- ✓ বাস্তবে পরম শূন্যে পৌঁছানো অসম্ভব: এই সূত্র থেকে বোঝা যায় যে, কোনো সিস্টেমকে পরম শূন্যে নিয়ে যাওয়া সম্ভব নয়, কারণ এটি করতে অসীম সংখ্যক ধাপের প্রয়োজন হবে এবং শক্তির প্রয়োজন হবে।
- ✓ ন্যূনতম এনট্রপি: যখন কোনো সিস্টেম পরম শূন্যের খুব কাছাকাছি যায়, তখন এর পরমাণু বা অণুগুলোর নড়াচড়া সর্বনিম্ন হয় এবং বিশৃঙ্খলাও সর্বনিম্ন মানে পৌঁছায়, অর্থাৎ এনট্রপি প্রায় শূন্যের কাছাকাছি একটি ধ্রুবক মান ধারণ করে।
- ✓ "স্বাভাবিক" বিশৃঙ্খলা: পরম শূন্যে, একটি কঠিন পদার্থের মধ্যে এনট্রপি সর্বনিম্ন হয় এবং একটি অনন্য দশা (single phase) তৈরি করে, যেখানে অণুগুলো একটি সুনির্দিষ্ট বিন্যাসে সাজানো থাকে।
- তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র যেখানে শক্তি সংরক্ষণের কথা বলে,
- দ্বিতীয় সূত্র যেখানে শক্তির অপচয়ের কথা বলে,
- সেখানে তৃতীয় সূত্র পরম শূন্যের প্রায়োগিক অসম্ভাব্যতা ও এনট্রপির সর্বনিম্ন মান সম্পর্কে আলোকপাত করে।

Thermodynamic process

A thermodynamic process describes how a system's state changes, involving transfers of energy and alterations in properties like pressure, temperature, and volume.

These processes can be classified into types like

- isobaric (constant pressure), সমচাপীয়
- isochoric (constant volume), সমআয়তনিক

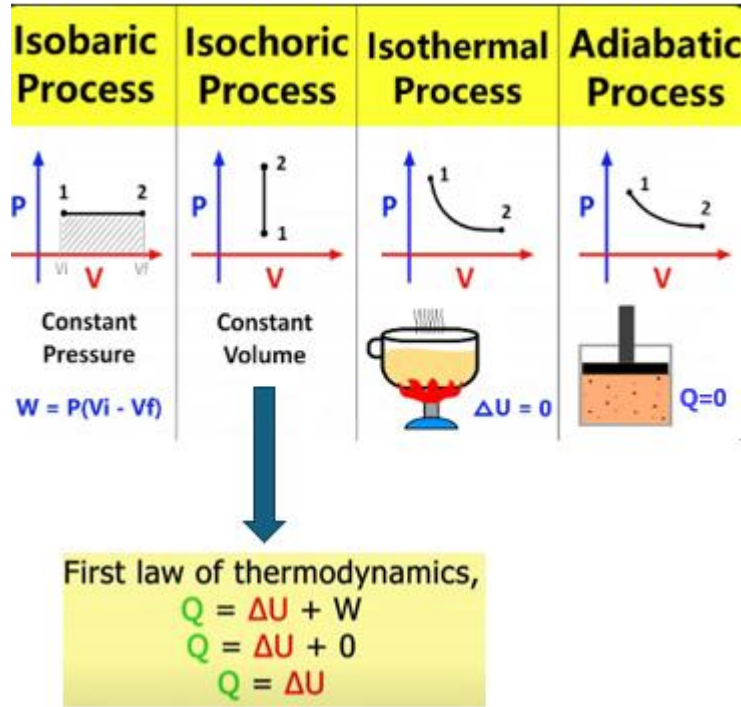
- isothermal (constant temperature), সমোষ্ণ
- adiabatic (no heat transfer). রুদ্ধতাপীয়

আইসোবারিক প্রক্রিয়া (Isobaric Process/সমচাপীয় প্রক্রিয়া): এই প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের চাপ স্থির থাকে ($\Delta P = 0$)। চাপ স্থির থাকা অবস্থায় গ্যাসের প্রসারণ হলে এর আয়তন ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।

আইসোকোরিক প্রক্রিয়া (Isochoric Process/সমআয়তনিক প্রক্রিয়া): এই প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের আয়তন স্থির থাকে ($\Delta V = 0$)। এই অবস্থায়, সিস্টেমে প্রবাহিত তাপ তার অভ্যন্তরীণ শক্তি পরিবর্তন করে।

আইসোথার্মাল প্রক্রিয়া (Isothermal Process/সমোষ্ণ প্রক্রিয়া): এই প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা স্থির থাকে ($\Delta T = 0$)।

অ্যাডিয়াব্যাটিক প্রক্রিয়া (Adiabatic Process/রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া): এই প্রক্রিয়ায় সিস্টেম এবং পারিপার্শ্বিক পরিবেশের মধ্যে কোনো তাপের আদান-প্রদান হয় না ($Q = 0$)। এর ফলে, সিস্টেমে তাপের স্থানান্তর না হওয়ায় তাপমাত্রা পরিবর্তন হতে পারে।



The work done in an isothermal process

- **Using Volumes:** If you know the volumes, use $W = nRT \ln(V_2/V_1)$.
- **Using Pressures:** If you know the pressures, use $W = nRT \ln(P_1/P_2)$.

Where,

n: The number of moles of gas.

R: The ideal gas constant.

T: The constant absolute temperature of the system (in Kelvin).

V₁: The initial volume of the gas.

V₂: The final volume of the gas.

P₁: The initial pressure of the gas.

P₂: The final pressure of the gas.

ln: The natural logarithm (log base e).

Cp & Cv

Cp (heat capacity at constant pressure) is the heat required to raise the temperature of a unit mass of a substance by one degree while maintaining constant pressure,

Cv (heat capacity at constant volume) is the heat required to do so at constant volume.

Relationship between Cp and Cv

- **Cp > Cv:**

For gases, Cp is always greater than Cv

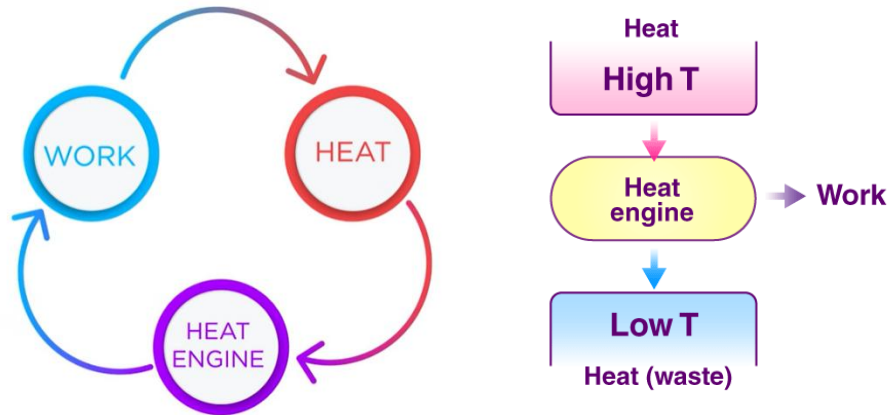
- **Cp - Cv = R:**

For an ideal gas, the difference between Cp and Cv is equal to the ideal gas constant, R

Heat engine

A device that converts thermal (heat) energy into mechanical or electrical work

তাপ ইঞ্জিন হলো এমন একটি যন্ত্র যা তাপ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে কাজ উৎপন্ন করে।



Key Components

- **Hot Reservoir:** A high-temperature source that provides the initial heat energy.
- **Working Substance:** The material (e.g., steam, gas) that absorbs, transforms, and releases heat.

- **Cold Reservoir (Sink):** A low-temperature environment to which the waste heat is discharged.

তাপ ইঞ্জিনের মূলনীতি

- ইঞ্জিন কোনো উৎস থেকে তাপ গ্রহণ করবে।
- এই তাপের কিছু অংশকে যান্ত্রিক কাজে রূপান্তরিত করবে।
- বাকি তাপ একটি নিম্ন-তাপমাত্রার সিঙ্গে বর্জন করবে।
- এই প্রক্রিয়াটি একটি সম্পূর্ণ চক্রের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়।

তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা

$$\eta = \frac{W}{Q_1}$$

$$= \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$= 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

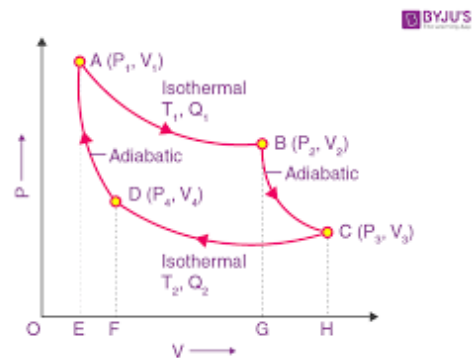
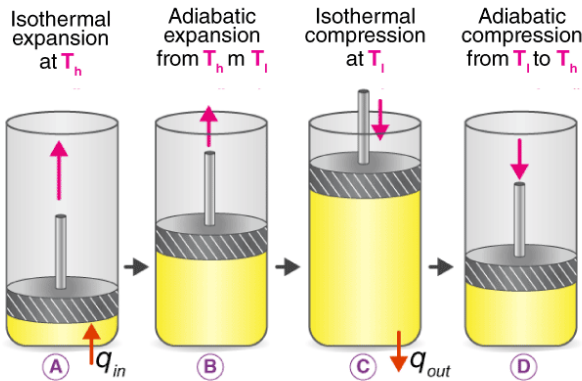
কার্নট চক্রের মূলনীতি ও প্রক্রিয়া

- **তাত্ত্বিক ইঞ্জিন:** কার্নট ইঞ্জিন একটি কাল্পনিক ও আদর্শ ইঞ্জিন, যার কর্মদক্ষতা তাত্ত্বিকভাবে ১০০% পর্যন্ত হতে পারে, যা বাস্তব জগতে সম্ভব নয়।
- **প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া:** এই চক্রে জড়িত প্রক্রিয়াগুলি প্রত্যাবর্তী, অর্থাৎ এগুলোকে সামান্য পরিবর্তনের মাধ্যমে বিপরীত দিকে চালিত করা যায় এবং সিস্টেমটি তাপগতীয় ভারসাম্য বজায় রাখে।
- **ধাপসমূহ:**

কার্নট চক্র চারটি ধাপে সম্পন্ন হয়:

1. **সমোষ্ণ প্রসারণ:** কার্যনির্বাহী বস্তুটি একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তাপ উৎস থেকে তাপ গ্রহণ করে এবং প্রসারিত হয়।
2. **রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ:** এরপর, কার্যনির্বাহী বস্তুটি তাপ বিনিময় ছাড়াই প্রসারিত হতে থাকে।
3. **সমোষ্ণ সংকোচন:** এরপর, কার্যনির্বাহী বস্তুটি অন্য একটি ধ্রুবক তাপমাত্রায় তাপ বর্জন করে সংকুচিত হয়।
4. **রুদ্ধতাপীয় সংকোচন:** পরিশেষে, তাপ বিনিময় ছাড়াই বস্তুটি সংকুচিত হয় তার প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসে।

THE CARNOT CYCLE



kinetic theory of gases

a model that explains the macroscopic properties of gases (like pressure and temperature) based on the microscopic behavior of their constituent particles.

Key Assumptions

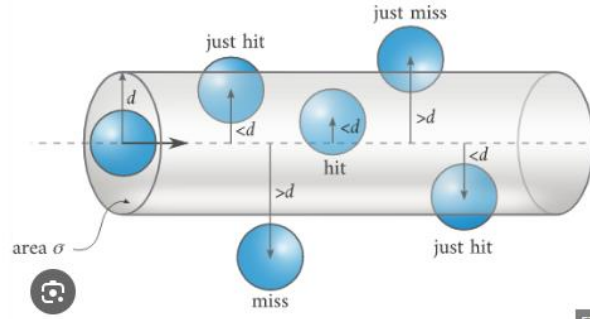
1. Large Number of Particles
2. Constant Random Motion
3. Negligible Volume
4. Elastic Collisions
5. No Intermolecular Forces
6. Kinetic Energy and Temperature
7. Obeys Newton's Laws

জেনে রাখতে হবে---

- ❖ **Pressure:** Gas pressure is explained as the result of collisions of gas particles with the container walls.
- ❖ **Temperature:** Temperature is directly related to the average kinetic energy of the gas particles.
- ❖ **Volume:** The volume of the gas is the space occupied by the moving particles.

Mean free path

- ❖ The average distance a gas molecule travels between successive collisions with other molecules.



A common expression for the mean free path is:

$$\lambda = 1 / (\sqrt{2}\pi d^2 n)$$

Where:

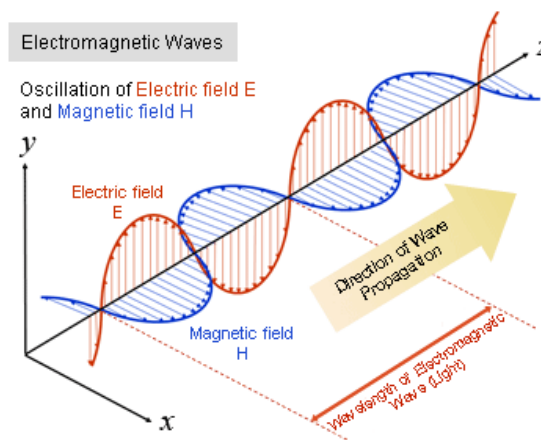
- λ : (lambda) is the mean free path.
- d : is the diameter of the gas molecule.
- n : is the number density of gas molecules (the number of molecules per unit volume).

Optics

আলোকবিদ্যা

Light

- Light is a form of electromagnetic (EM) radiation,
- it consists of oscillating electric and magnetic fields
- travel through space as waves at the speed of light.

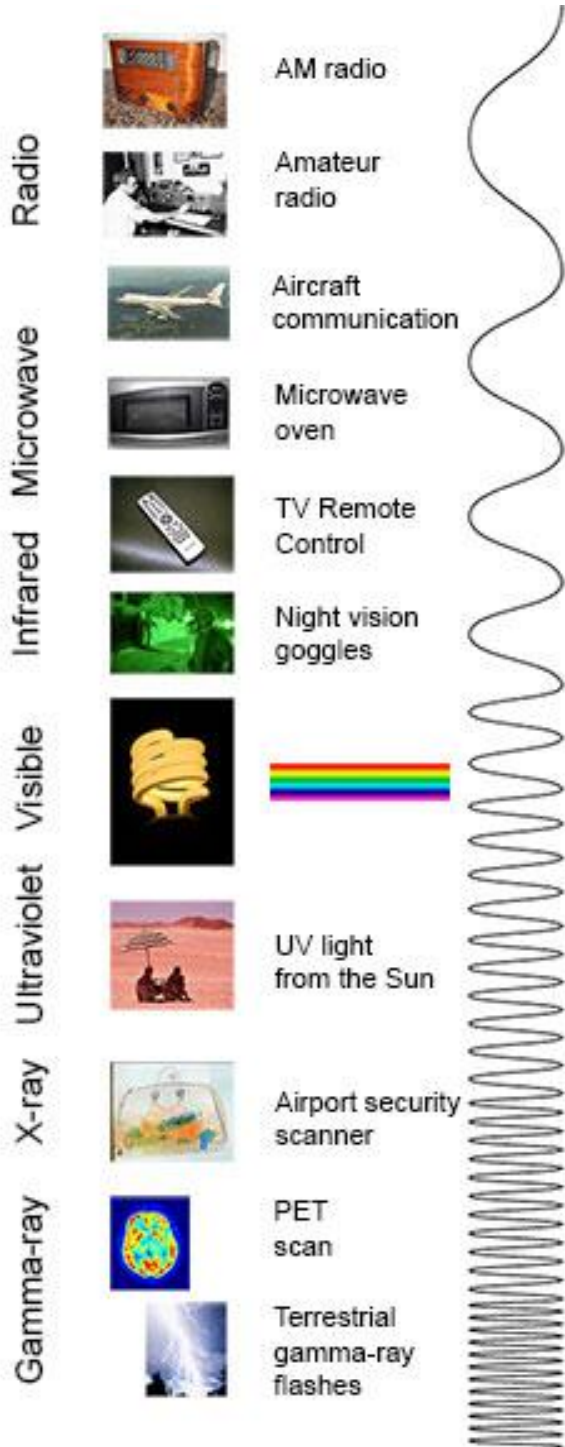


- **Perpendicularity:** The electric field (E) and the magnetic field (B) are always at a 90-degree angle to each other.
- **Transverse Wave:** Both fields are also perpendicular to the direction the wave is traveling, which is a defining characteristic of a transverse wave.
- **In Phase:** The electric and magnetic fields oscillate in phase; their highest points (crests) and lowest points (troughs) occur at the same time.
- **Mutual Generation:** A changing electric field creates a changing magnetic field, and a changing magnetic field, in turn, creates a changing electric field. This mutual induction allows the electromagnetic wave to sustain itself and propagate through a vacuum without a medium.
- **Energy:** The electric and magnetic fields share the wave's energy equally.
- **Speed:** In a vacuum, the electric and magnetic fields propagate at the speed of light (approximately 3×10^8 meters per second).
- These waves carry energy and form part of the broader electromagnetic spectrum, which includes visible light, radio waves, X-rays, and other types of radiation. The different colors of light are distinguished by their varying wavelengths and frequencies, which are inversely related to each other.

Electromagnetic spectrum

- **Radio:** Your radio captures radio waves emitted by radio stations, bringing your favorite tunes. Radio waves are also emitted by **stars** and **gases** in space.
- **Microwave:** Microwave radiation will cook your popcorn in just a few minutes, but is also used by **astronomers** to learn about the structure of nearby **galaxies**.
- **Infrared:** Night vision goggles pick up the infrared light emitted by our skin and objects with heat. In space, infrared light helps us map the **dust** between stars.
- **Visible:** Our eyes detect visible **light**. Fireflies, light bulbs, and stars all emit visible light.
- **Ultraviolet:** Ultraviolet radiation is emitted by the Sun and are the reason skin tans and burns. "Hot" objects in space emit UV radiation as well.
- **X-ray:** A dentist uses X-rays to image your teeth, and airport security uses them to see through your bag. Hot gases in the **Universe** also emit X-rays.

- **Gamma ray:** Doctors use gamma-ray imaging to see inside your body. The biggest gamma-ray generator of all is the Universe.



Key Characteristics

- **Continuum:** The EM spectrum is a continuous range, with no precise boundaries between the different portions, meaning the ranges can overlap.
- **Energy Transfer:** Electromagnetic waves are a form of energy that travels through space at the speed of light.
- **Wavelength and Frequency:** Each type of EM radiation has a specific wavelength (distance between wavecrests) and frequency (number of waves per second); these are inversely related, with long wavelengths having low frequencies and vice versa.
- **Applications:** Different parts of the spectrum have unique properties that allow for a wide variety of uses in technology and science.



Color	Wavelength (nm)	Frequency (THz)	Photon energy (eV)
 violet	380–450	670–790	2.75–3.26
 blue	450–485	620–670	2.56–2.75
 cyan	485–500	600–620	2.48–2.56
 green	500–565	530–600	2.19–2.48
 yellow	565–590	510–530	2.10–2.19
 orange	590–625	480–510	1.98–2.10
 red	625–750	400–480	1.65–1.98

Speed of light

Exact value	
metres per second	299792458
Approximate values	
kilometres per hour	1080000000
miles per second	186000
miles per hour	671000000

Maxwell Electromagnetic Theory:

c = Speed of light

μ_0 = the permeability of free space,

ϵ_0 = the permittivity of free space.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

Permeability of Free Space (μ_0) : This constant quantifies the ability of a vacuum to support the formation of a magnetic field. Its value is approximately $4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

মুক্ত স্থানের ব্যাপ্তিযোগ্যতা (μ_0) হল একটি ভৌত ধ্রুবক যা বর্ণনা করে যে শূন্যস্থানে কত সহজেই চৌম্বক ক্ষেত্র স্থাপন করা যায়। ঐতিহাসিকভাবে এর সঠিক মান $4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ (প্রতি মিটারে হেনরি) হিসাবে সংজ্ঞায়িত করা হয়েছিল, কিন্তু 2019 সালের SI পুনর্নির্ধারণের পর থেকে, এটি এখন একটি সুনির্দিষ্টভাবে পরিমাপ করা মান: $4\pi \times 1.00000000082(20) \times 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$

- **প্রতীক:** প্রতীকটি হল (উচ্চারণ "mu naught" বা "mu zero")।
- **ইউনিট:** চৌম্বকীয় ব্যাপ্তিযোগ্যতার SI একক হল হেনরি প্রতি মিটার (H/m)।

Permittivity of Free Space (ϵ_0) : This constant quantifies the ability of a vacuum to permit electric field lines. Its value is approximately $8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$

মুক্ত স্থানের পারমিটিভিটি, যাকে ϵ_0 (epsilon naught) বা বৈদ্যুতিক ধ্রুবক হিসাবে চিহ্নিত করা হয়, একটি মৌলিক ভৌত ধ্রুবক যা ভ্যাকুয়ের মধ্যে দিয়ে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র স্থাপনের ক্ষমতাকে প্রতিনিধিত্ব করে।

- **মান:** এর আনুমানিক মান $8.85 \times 10^{-12} \text{ ফারেনহাইট/মি}$ ।
- **একক:** ϵ_0 এর SI একক হল ফ্যারাড প্রতি মিটার (F/m)।

Wave Optics Theories

1. Sir Isaac Newton stands as a prominent figure who supported the voice of the particle nature of light;

- ✓ He proposed a corpuscular theory, which states that “light consists of extremely light and tiny particles known as corpuscles which travel with very high speeds from the source of light to create a sensation of vision by reflecting on the retina of the eye”.

Warning: Live MCQ™ -এর সকল কন্টেন্ট কপিরাইট আইন দ্বারা সুরক্ষিত। অনুমতি ব্যতিরেকে যেকোনো মাধ্যমে এর ব্যবহার আইনের লঙ্ঘন ও দণ্ডনীয় অপরাধ।

Join Now ▶

GET IT ON
Google Play

Download on the
App Store

Get it from
Microsoft

Download on the
Mac App Store



livemcq.com



01701377322

Failed to explain

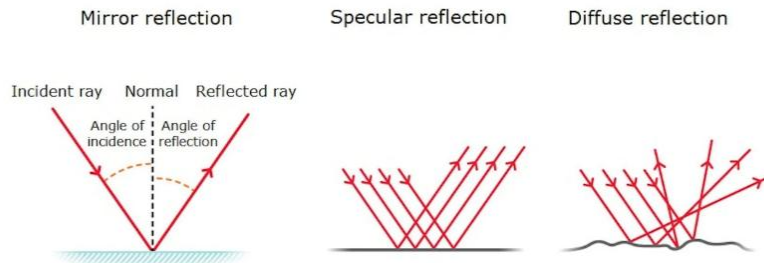
- ✓ the cause of interference, diffraction and polarization.
 - ✓ The major failure of Newton's corpuscular theory was that it could not explain why the velocity of light was lesser in the denser medium compared to the vacuum.
2. **According to Huygens's theory,**
- ✓ light consists of waves that travel through a very dilute and highly elastic material medium present everywhere in space". This medium is called *ether*.

Failed to explain the following:

- a) Polarization, as Huygens assumed that light waves, which are longitudinal in nature, are mechanical disturbances.
- b) Black body radiation, photoelectric effect and Compton effect.
- c) Hypothetical medium *ether* was never discovered, and now we know light can propagate in a vacuum.

Reflection of light (আলোর প্রতিফলন)

- The phenomenon where light waves bounce off a surface instead of passing through or being absorbed.



1. **Incident Ray:** A ray of light hits a surface.
2. **Point of Incidence:** The specific point where the incident ray strikes the surface.
3. **Normal:** An imaginary line drawn perpendicular to the surface at the point of incidence.
4. **Angle of Incidence:** The angle between the incident ray and the normal.
5. **Angle of Reflection:** The angle between the reflected ray and the normal
6. **Reflected Ray:** The ray of light that bounces off the surface.

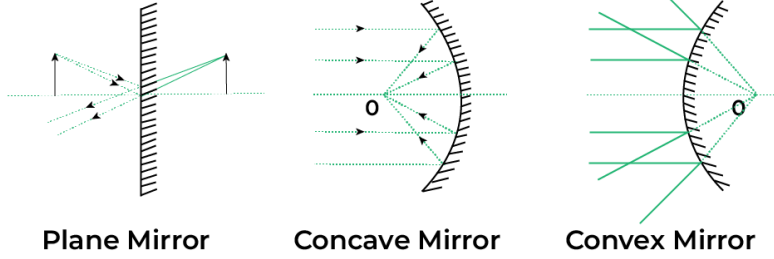
The Law of Reflection

- The incident ray, the reflected ray, and the normal all lie in the same plane. (আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব এবং প্রতিফলিত রশ্মি একই সমতলে থাকে।)
- The angle of incidence is always equal to the angle of reflection (আপতন কোণ এবং প্রতিফলন কোণ সর্বদা সমান হয়, অর্থাৎ আপতন কোণ (i) = প্রতিফলন কোণ (r))

mirror

a smooth surface that reflects a large portion of the light that falls on it, allowing it to form a reflected image.

Types of Mirrors



Plane Mirror

Concave Mirror

Convex Mirror

*** Concave mirror (অবতল দর্পণ) has converging power অভিসারী ক্ষমতা

"অভিসারী ক্ষমতা" বলতে একটি উত্তল লেন্সের সমান্তরাল আলোক রশ্মিগুচ্ছকে একটি অভিসারী বা কেন্দ্রীভূত রশ্মিগুচ্ছ (অর্থাৎ একটি বিন্দুতে মিলিত করা) পরিণত করার ক্ষমতাকে বোঝায়।

*** Convex mirror (উত্তল দর্পণ) has diverging power অপসারী ক্ষমতা

অপসারী ক্ষমতা বলতে অবতল লেন্সের আলোক রশ্মি ছড়িয়ে দেওয়ার (বিচ্যুতি ঘটানোর) ক্ষমতাকে বোঝায়।

CONCAVE

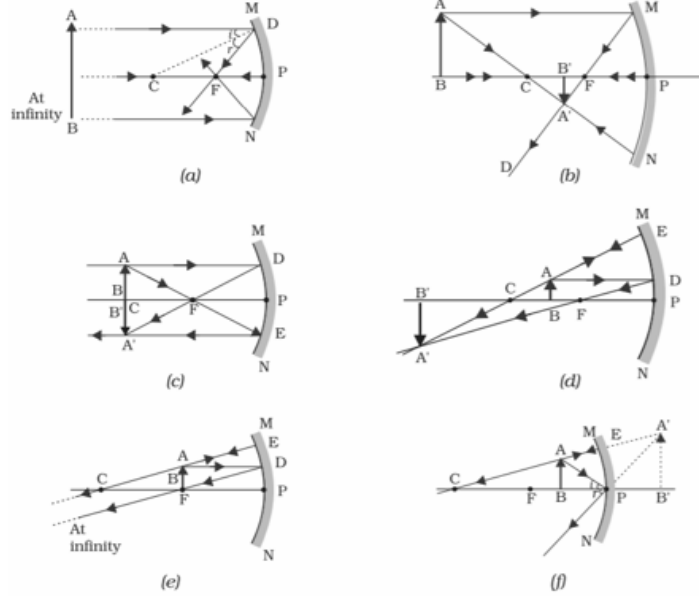
vs

CONVEX

Concave	Convex
<ul style="list-style-type: none"> The interior of a circle or sphere that has been rounded or hollowed out is referred to as concave. A converging mirror is another name for it. Because the focus is in front of the mirror, the focal length is negative. On a screen, an image can be projected as if it were real. The image of a concave mirror is real, inverted, and enlarged. 	<ul style="list-style-type: none"> Information is data that has been organized and contextualized. Information can be analogue or digital. Information can be saved, processed, and retrieved. Information can be used to make better decisions. Information systems process and manage data using technology.

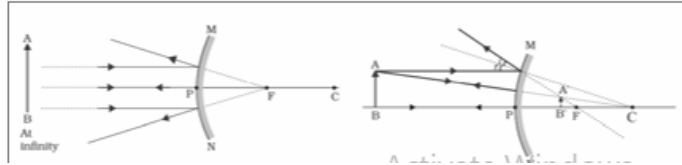
*** উত্তল ও অবতল দর্পণে কি ধরনের প্রতিবিম্ব তৈরি হয় সেগুলো এক নজর দেখে নিতে পারেন

Virtual Image and Real Image :



অবতল দর্পণ

উত্তল দর্পণ



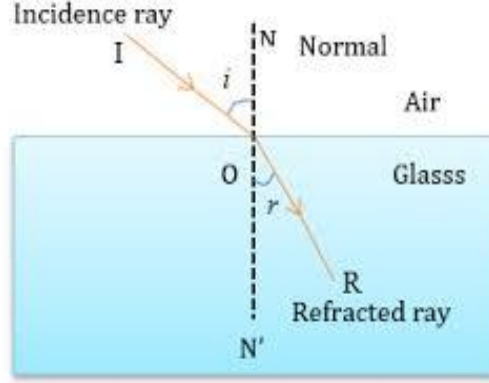
*** এই সূত্রগুলো দিয়ে ছোট ছোট ম্যাথ আসতে পারে

(সূত্র সমূহ)

১. $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$	u = বস্তুর দূরত্ব v = বিশ্বের দূরত্ব f = ফোকাস দূরত্ব
২. $F = \frac{r}{2}$	r = বক্রতার ব্যাসার্ধ f = ফোকাস দূরত্ব
৩. $m = \frac{l'}{l}$	m = বিবর্ধন l' = বিশ্বের দৈর্ঘ্য l = বস্তুর দৈর্ঘ্য
৪. $ m = \left \frac{v}{u} \right $	m = বিবর্ধন v = বিশ্বের দূরত্ব u = বস্তুর দূরত্ব

Refraction of light (আলোর প্রতিফলন)

- the bending of light (or any wave) as it passes from one transparent medium to another (আলোর প্রতিসরণ হলো একটি অপবর্তনীয় ঘটনা যেখানে আলো একটি স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে প্রবেশ করার সময় তার গতিপথের পরিবর্তন ঘটায় বা বেঁকে যায়)



Change in Speed:

Light travels at different speeds in different transparent materials (media). It slows down when it enters a denser medium, like water from air, and speeds up when it enters a less dense medium.

Bending:

Because light travels in a straight line at a constant speed in a single medium, the change in speed at the boundary of a new medium causes the light ray to change its direction or bend.

Refractive Index:

The refractive index of a material quantifies how much light slows down in that material. A higher refractive index means light travels slower.

Snell's Law:

This law describes the relationship between the angles of incidence and refraction and the refractive indices of the two media.

আলোর প্রতিসরণ দুটি সূত্র মেনে চলে:

1. প্রথম সূত্র:

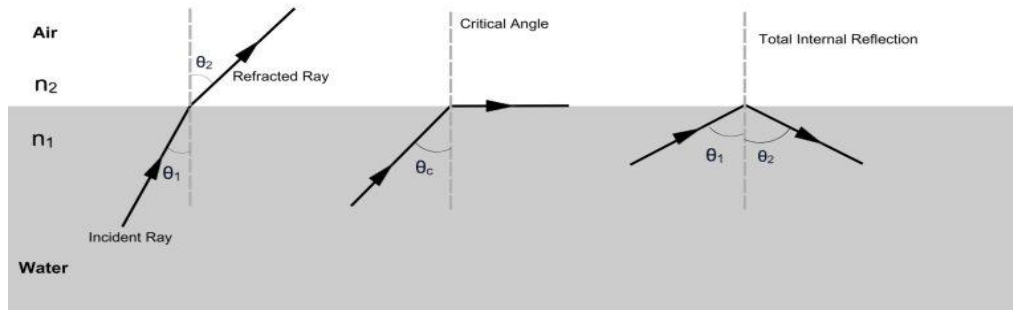
আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে বিভেদ তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব এবং প্রতিসরিত রশ্মি—এরা একই সমতলে থাকে।

2. দ্বিতীয় সূত্র (স্নেলের সূত্র):

একজোরা নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য, আপতন কোণের সাইন ($\sin i$) ও প্রতিসরণ কোণের সাইন ($\sin r$)-এর অনুপাত ($\sin i / \sin r$) সর্বদা একটি ধ্রুব সংখ্যা হয়। এই ধ্রুব সংখ্যাকে মাধ্যম দুটির প্রতিসরাঙ্ক (n) বলা হয়।

Critical Angle:

- When light passes from a denser medium to a less denser medium, it bends away from the normal.
- As the angle of incidence increases, the angle of refraction also increases.
- The critical angle is the angle of incidence at which the angle of refraction reaches 90 degrees, meaning the refracted ray travels along the boundary between the two mediums.

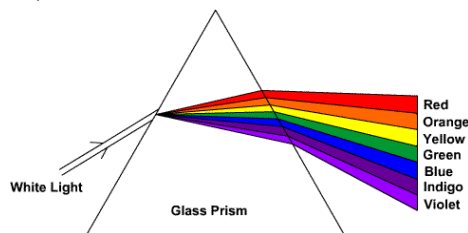


Total Internal Reflection:

- If the angle of incidence is **greater than the critical angle**, the light is no longer refracted into the less dense medium.
- Instead, all the light is **reflected back into the denser medium**.
- This phenomenon is called total internal reflection because all of the light's energy is reflected, and none is transmitted into the other medium.
- ✓ This relationship is expressed by the formula for the critical angle (C) and the refractive index of the denser medium (n): $\sin(C) = 1 / n$.
- ✓ **critical angle $\sin \theta_c = n_2/n_1$**

Prism

A prism splits white light by refraction, the bending of light as it passes from one medium to another. (সাদা আলোকরশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে গেলে আলোর প্রতিসরণের কারণে এটি সাতটি পৃথক রঙে বিভক্ত হয়ে যায়, যা বর্ণালীর সৃষ্টি করে)



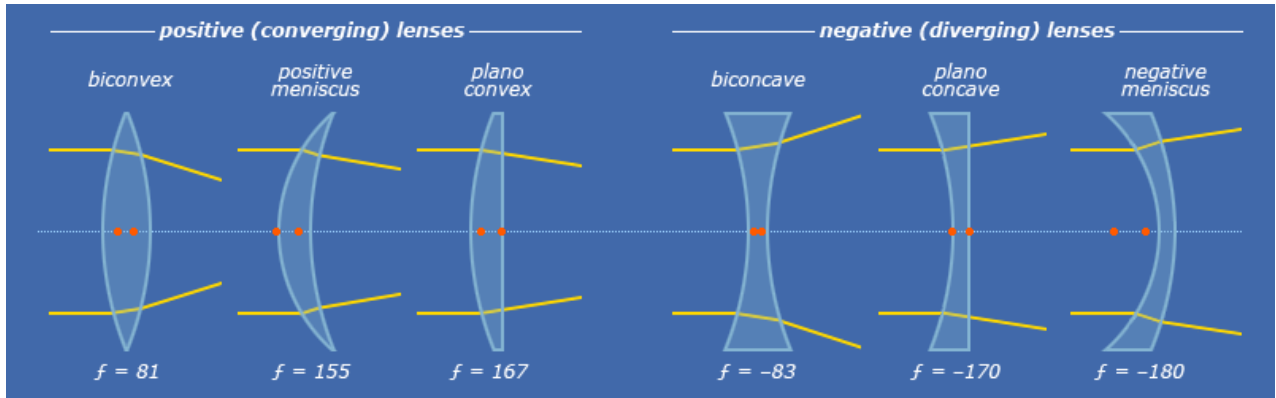
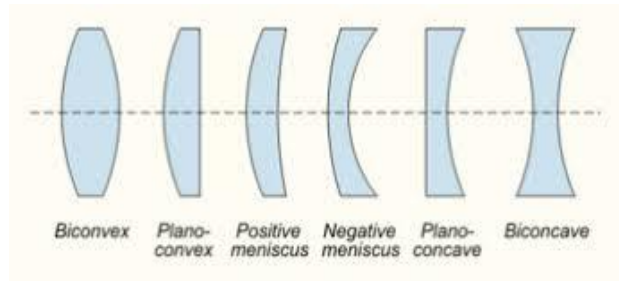
- ✓ Each color (wavelength) of light bends at a slightly different angle because the prism's material interacts with each wavelength differently, affecting its speed.
- ✓ Violet light, with **a shorter wavelength**, interacts more strongly with the prism's material, slows down more, and therefore bends at a greater angle.
- ✓ Red light, with **a longer wavelength**, interacts less, slows down less, and bends at a smaller angle.

Lens (লেন্স)

A lens is a transmissive optical device that focuses or disperses a light beam by means of refraction. (একটি ট্রান্সমিসিভ অপটিক্যাল ডিভাইস যা প্রতিসরণ ব্যবহার করে আলোক রশ্মিকে ফোকাস করে বা বিচ্ছুরিত করে)

- ❖ একটি সরল লেন্সে একটি একক স্বচ্ছ উপাদান থাকে,
- ❖ অন্যদিকে যৌগিক লেন্সে একটি সাধারণ অক্ষ বরাবর সাজানো বেশ কয়েকটি সরল লেন্স থাকে।

Types of simple lenses:

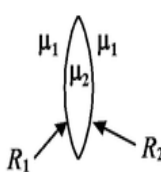


Lens formula

1. $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

2. Lateral Magnification, $m = \frac{v}{u}$

3. *Lensmaker's formula*

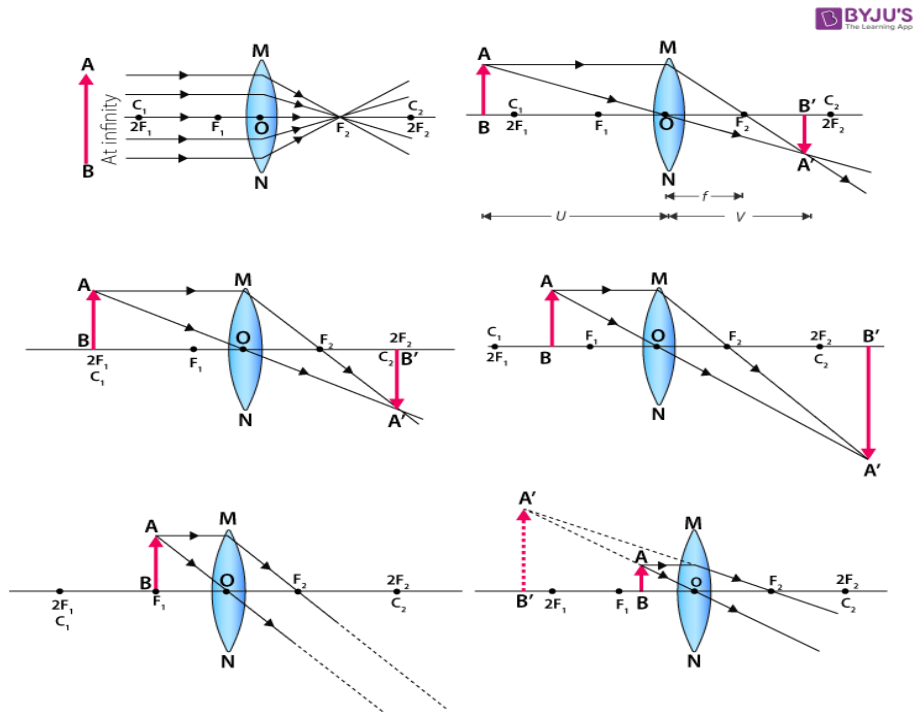


$$\frac{1}{f} = \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Where:

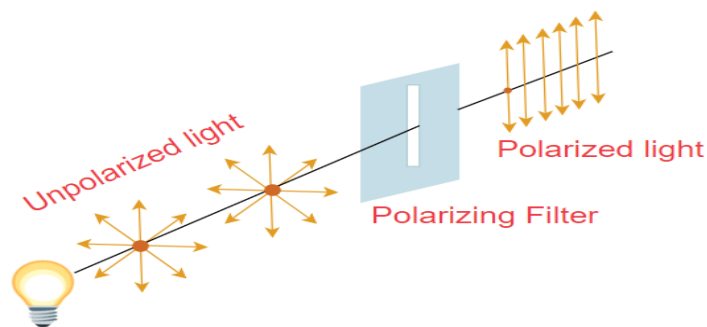
- f : is the focal length of the lens.
- μ : (or n) is the refractive index of the lens material relative to the surrounding medium.
- R_1 : is the radius of curvature of the first refracting surface.
- R_2 : is the radius of curvature of the second refracting surface.

Lens imaging



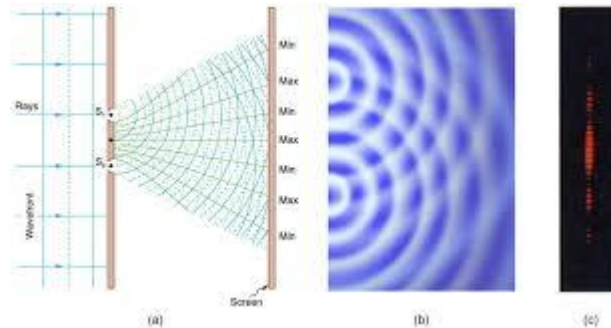
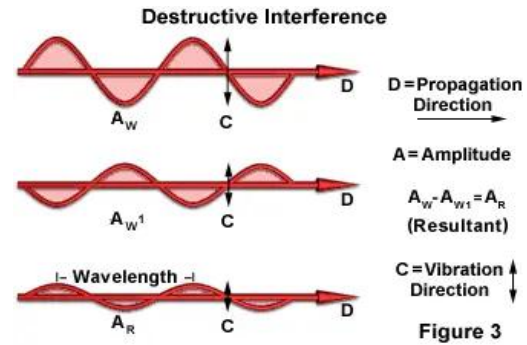
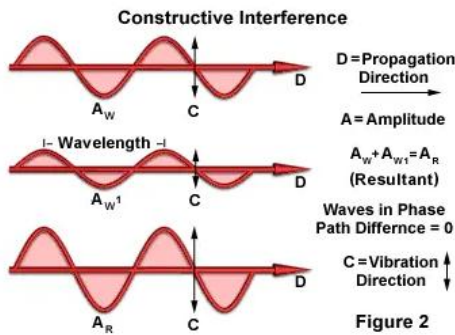
Polarization of light

a phenomenon where the oscillations of the electric field vector of a light wave are restricted to a single plane, a single direction, or a rotating pattern, rather than vibrating in random directions.



Interference of light

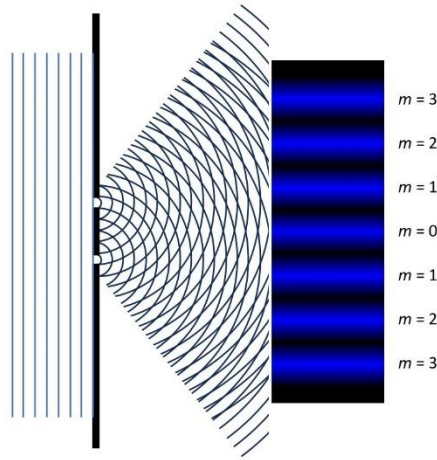
- ✓ দুটি সুসঙ্গত উৎস থেকে আসা আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের (superposition) ফলে সৃষ্ট একটি ঘটনা,
- ✓ যেখানে নির্দিষ্ট কিছু বিন্দুতে আলোর তীব্রতা বাড়ে গঠনমূলক ব্যতিচার (constructive interference) এবং অন্য কিছু বিন্দুতে কমে যায় বা শূন্য হয়ে যায় ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার (destructive interference),
- ✓ যার ফলে একটি নির্দিষ্ট তলে পর্যায়ক্রমে উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরা বা ঝালর তৈরি হয়।
- ✓ the light sources must be coherent.



The Double-Slit Experiment:

- ✓ demonstrates wave-particle duality, showing that light and other quantum entities exhibit both wave and particle-like behaviors.
- ✓ the experiment involves directing light (or other particles) at a barrier with two slits, revealing an interference pattern on a screen behind it.
- ✓ This pattern of alternating bright and dark bands is characteristic of waves, but even when particles are sent one at a time, they still produce the same pattern, suggesting each particle acts as a wave, interferes with itself, and goes through both slits simultaneously.

- ✓ Coherent light consists of photons that oscillate at the same frequency and have wavelengths that are in phase with each other, meaning their peaks and troughs align perfectly.
- ✓ অর্থাৎ ইন্টারফেরেন্স প্যাটার্ন পেতে হলে নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য লাগবে ...
 1. Same Frequency
 2. In Phase
 3. Stable Interference



Constructive Interference

(Bright Fringes)

$$d \sin \theta = m\lambda$$

- Variables:

d: Distance between the two slits.

θ : The angle relative to the original direction of the incident beam that reaches the point of interference.

m: An integer representing the order of the interference fringe (e.g., $m=0$ for the central maximum, $m=1$ for the first bright fringe, etc.).

λ : The wavelength of the light.

Destructive Interference

(Dark Fringes)

$$d \sin \theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

Diffraction

- ❑ The phenomenon of light waves bending and spreading out as they pass around the edges of an obstacle or through a narrow opening.
- ❑ Single-Slit Diffraction (Minima)

$$d \sin \theta = n\lambda$$

d: The width of the slit.

θ : The angle from the center to the position of the minima.

n: The order of the minima ($n = \pm 1, \pm 2 \dots$).

λ : The wavelength of the light.

2. Diffraction Grating / Double-Slit Diffraction (Maxima)

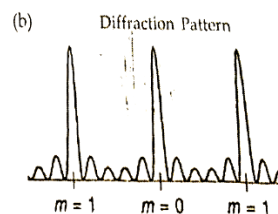
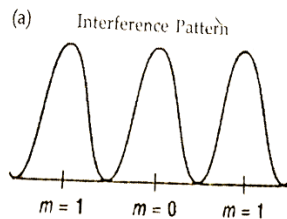
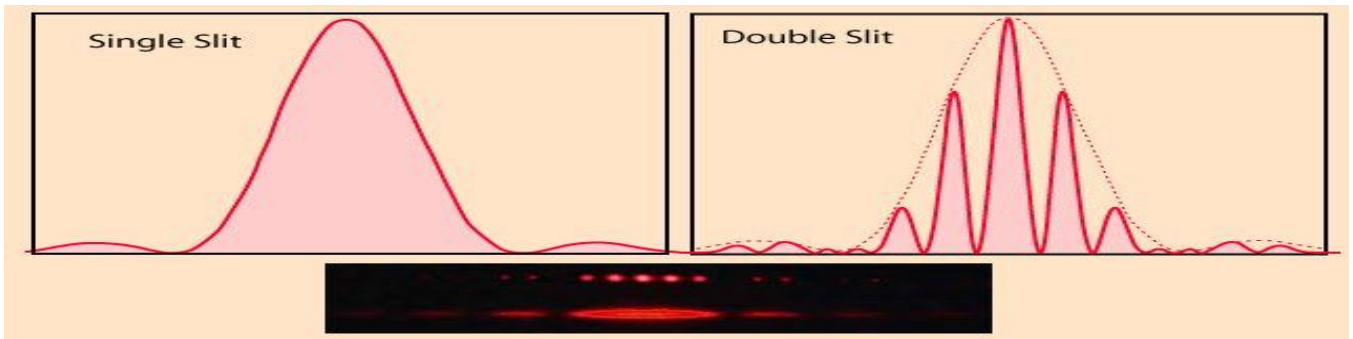
$$d \sin \theta = m\lambda$$

d: The distance between adjacent slits or grating lines.

θ : The angle from the center to the position of the maxima.

m: The order of the maxima ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$).

λ : The wavelength of the light.



Interference	Diffraction
1. Interference is due to the superposition of two wave fronts originating from two coherent sources.	1. Diffraction is due to super position of secondary wavelets originating from different points of the same wavefront.
2. Maxima are of the same intensity.	2. Maxima are of varying intensity.
3. Bright fringes are equally bright.	3. Brightness goes on decreasing if we move away from centre.

X-ray diffraction (XRD)

X-ray diffraction (XRD) uses the principle of Bragg's Law to determine the atomic and molecular structure of crystals

The X-ray Diffraction (XRD) Process

1. Incident X-rays:
2. Interaction with Crystal Lattice:
3. Interference:
4. Constructive Interference:
5. Bragg's Law:

Bragg's Law

$$(n\lambda = 2d \sin\theta)$$

- n : The order of reflection (a positive integer).
- λ (lambda): The wavelength of the incident X-rays.
- d : The interplanar spacing, which is the distance between adjacent planes of atoms in the crystal lattice.
- θ (theta): The angle of incidence (or diffraction angle) at which constructive interference occurs

topic

Atomic and Molecular Physics

পারমাণবিক ও আণবিক পদার্থবিজ্ঞান

Quantum character of radiation

- Refers to electromagnetic radiation behaving as though it is composed of discrete packets of energy called quanta, or photons, rather than continuous waves.
- This quantum nature is revealed through interactions with matter, where energy is exchanged in these specific bundles, as described by Planck's law ($E=h\nu$).
- Key phenomena demonstrating this include the Compton effect, where X-ray photons scatter off electrons like particles

- বিকিরণের কোয়ান্টাম চরিত্র, বা কোয়ান্টাম তত্ত্ব, বলে যে আলোর মতো বিকিরণও কোয়ান্টা(কোয়ান্টা) নামক শক্তির বিচ্ছিন্ন প্যাকেট দ্বারা গঠিত এবং একটি কোয়ান্টাম শক্তি (E) তার ফ্রিকোয়েন্সি (ν) এর সাথে সরাসরি সমানুপাতিক, যাকে $E=h\nu$ হিসাবে প্রকাশ করা হয়,

Key aspects of radiation's quantum character:

- **Energy is quantized:** The fundamental principle is that electromagnetic radiation, whether it's visible light or X-rays, doesn't deliver its energy continuously. Instead, it does so in discrete units or "quanta," with each quantum carrying a specific amount of energy. (বিকিরণ শক্তি বিচ্ছিন্ন নয় বরং কোয়ান্টা নামক বিচ্ছিন্ন একক বা বাউন্ডে নির্গত বা শোষিত হয়।)
- **The energy of a quantum (photon):** The energy (E) of a single quantum is expressed by Planck's equation: $E = h\nu$, where 'h' is Planck's constant.
- **Particle-like behavior in interactions:** its quantum nature is most apparent when it interacts with matter. (এটি আলোর দ্বৈত প্রকৃতি(দ্বৈত প্রকৃতি) বোঝার ভিত্তি স্থাপন করে, এটি প্রমাণ করে যে এটি একটি তরঙ্গ এবং একটি কণা (কোয়ান্টা প্রবাহ) উভয়ের মতোই আচরণ করে।)
- **The Compton Effect:** In this phenomenon, X-ray photons behave like particles, colliding with electrons, transferring energy and momentum to the electrons, and being scattered in the process.
- **Atomic absorption and emission:** Atoms and molecules absorb or emit energy only in these specific, quantized amounts, leading to phenomena like line spectra.

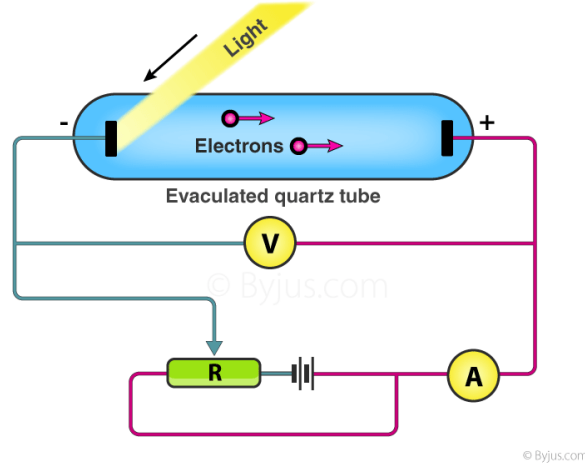
photoelectric effect

The photoelectric effect is the emission of electrons (photoelectrons) from a material when it is struck by electromagnetic radiation, such as light .

ফটোইলেক্ট্রিক ইফেক্ট বা আলোক-তড়িৎ ক্রিয়া হলো কোনো ধাতব পৃষ্ঠের উপর উপযুক্ত কম্পাঙ্কের আলো পড়লে তার থেকে ইলেকট্রন নির্গমনের ঘটনা। এই নির্গত ইলেকট্রনগুলোকে আলোক-ইলেকট্রন বা ফটোইলেকট্রন বলা হয়। এই ঘটনাটি আলোর কণা প্রকৃতি (ফোটন) প্রমাণ করে এবং কোয়ান্টাম বলবিজ্ঞানের বিকাশে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

প্রক্রিয়াটি যেভাবে ঘটে:

1. **আলোর আপতন:** যখন উপযুক্ত কম্পাঙ্কের আলো (যেমন অতিবেগুনি আলো) কোনো ধাতবপৃষ্ঠের ওপর আপতিত হয়।
2. **শক্তি শোষণ:** ধাতবপৃষ্ঠের ইলেকট্রনগুলো আলোর কণা বা ফোটনের শক্তি শোষণ করে।
3. **ইলেকট্রন মুক্তি:** যদি ফোটনের শক্তি ইলেকট্রনকে আটকে রাখা বন্ধন শক্তি (কার্যফল) থেকে বেশি হয়, তবে ইলেকট্রনটি ধাতবপৃষ্ঠ থেকে মুক্ত হয়ে যায়। এই নির্গত ইলেকট্রনগুলিকে ফটোইলেকট্রন বলে।



Key points:

- **Photon-Electron Interaction:**

Light is composed of photons, and when a photon with sufficient energy strikes a material, it can transfer its entire energy to an electron, ejecting it from the material.

- **Threshold Frequency:**

Light must have a minimum frequency, known as the threshold frequency, to cause electron emission. Lower frequency light, regardless of its intensity, will not have enough energy per photon to eject electrons. (প্রতিটি ধাতুর জন্য একটি নির্দিষ্ট সর্বনিম্ন কম্পাঙ্কের আলো প্রয়োজন, যার নিচে আলো পড়লে কোনো ইলেকট্রন নির্গত হয় না। একে সূচন কম্পাঙ্ক বলে।)

- **Kinetic Energy of Photoelectrons:**

The kinetic energy of the ejected photoelectrons depends on the frequency of the incident light, not its intensity. (একটি ফটো-ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি ফটো-ইলেকট্রিক সমীকরণ দ্বারা নির্ধারিত হয় : $KE = h\nu - \phi$, যেখানে KE হল সর্বোচ্চ গতিশক্তি, h হল প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, ν হল আপতিত আলোর ফ্রিকোয়েন্সি এবং ϕ (অথবা $h\nu_0$) হল পদার্থের কার্য ফাংশন (একটি ইলেকট্রন নির্গত করার জন্য প্রয়োজনীয় সর্বনিম্ন শক্তি)।)

- **Einstein's Contribution:**

Albert Einstein explained the photoelectric effect by proposing that light energy is quantized in discrete packets called photons. This was a significant development in establishing the wave-particle duality of light.

- **Evidence for Quantum Theory:**

The photoelectric effect provided crucial experimental evidence for the quantum theory of light, showing that light is not just a wave but also possesses particle-like properties.

Einstein's photoelectric equation, which is:

- $E = \Phi + K_{\max}$
- $hf = \Phi + K_{\max}$

Where:

E: or hf is the energy of the incident photon

Φ : is the work function

K_{\max} : is the maximum kinetic energy of the ejected electrons

Applications

- **Solar Panels:** Converts light energy into electricity.
- **Photodetectors and Cameras:** Used for light detection and image sensing.
- **Industrial Automation:** Applied in various automated processes.
- **X-ray Imaging:** For medical diagnosis.
- **Barcode Scanners:** To read barcodes.

Photoelectric current ,

- is the flow of electrons, called photoelectrons, that are ejected from a metal surface when light of a suitable frequency falls on it. This phenomenon, known as the photoelectric effect.
- results in a measurable current that is directly proportional to the intensity of the incident light because higher intensity means more photons hitting the surface, leading to more photoelectrons being emitted per second.

(উপযুক্ত ফ্রিকোয়েন্সির আলো একটি ধাতব পৃষ্ঠে আঘাত করে এবং ইলেকট্রনকে মুক্ত করে। এই ইলেকট্রন প্রবাহ আপতিত আলোর তীব্রতার সাথে সরাসরি সমানুপাতিক, অর্থাৎ আরও তীব্র আলো আরও বেশি ফটো-ইলেকট্রন নির্গত করে, যার ফলে বেশি প্রবাহের সৃষ্টি হয়।)

- **The photoelectric current (i) is directly proportional to the intensity of incident light and can be expressed as**

$$i = n * e$$

'n' = the number of photoelectrons emitted per second and

'e' = the elementary charge.

➤ The rate of electron emission (n) is determined by the formula:

$$n = \Phi * \eta / 100.$$

- **Φ (Photon flux):** The number of photons incident on the surface per second.
- **η (Photon efficiency):** The percentage of incident photons that successfully eject an electron.
- **e (Elementary charge):** The charge of a single electron (approximately 1.6×10^{-19} Coulombs).

work function

- The work function is the minimum thermodynamic energy needed to remove an electron from the surface of a solid into a vacuum immediately outside

$$\Phi = h\nu_0$$

$$\Phi = hc/\lambda_0$$

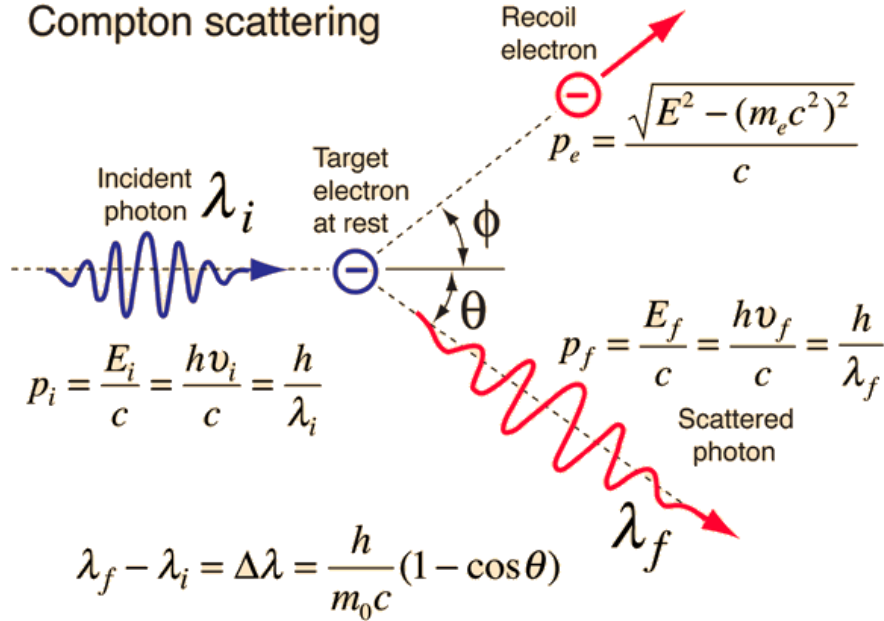
The work function is the characteristic of a given metal. If E = energy of an incident photon, then

1. If $E < \Phi$, no photoelectric effect will take place.
2. If $E = \Phi$, just a photoelectric effect will take place, but the kinetic energy of ejected photoelectron will be zero
3. If $E > \Phi$, the photoelectric effect will take place along with the possession of the kinetic energy by the ejected electron

Compton Effect

The Compton effect is the inelastic scattering of a high-frequency photon (like X-rays) by a charged particle, usually an electron, resulting in a longer wavelength and lower energy for the scattered photon and an ejected electron.

1. **Collision:** An incident photon (like an X-ray) collides with an electron.
2. **Energy Transfer:** The photon transfers some of its energy and momentum to the electron.
3. **Scattering:** The photon is deflected at an angle, and the electron recoils.
4. **Wavelength Change:** Because the photon loses energy, its frequency decreases and its wavelength increases.
5. **Compton Wavelength:** The change in wavelength is known as the Compton shift and is dependent on the scattering angle (θ) and a constant related to the electron's rest mass (the Compton wavelength)



(সূত্র গুলো এক নজর দেখে যাবেন)

- $\lambda' - \lambda$ (or $\Delta\lambda$): The Compton shift, or the difference between the final and initial wavelengths of the photon.
- h : Planck's constant, a fundamental constant in quantum physics.
- m_0 (or m): The rest mass of the electron.
- c : The speed of light.
- θ : The scattering angle, the angle through which the photon is scattered.

Wave-particle duality

Wave-particle duality is a quantum mechanics concept stating that all fundamental entities, like photons and electrons, can exhibit both

- ✓ wave-like (e.g., interference, diffraction) and
- ✓ particle-like (e.g., localized existence, definite momentum)

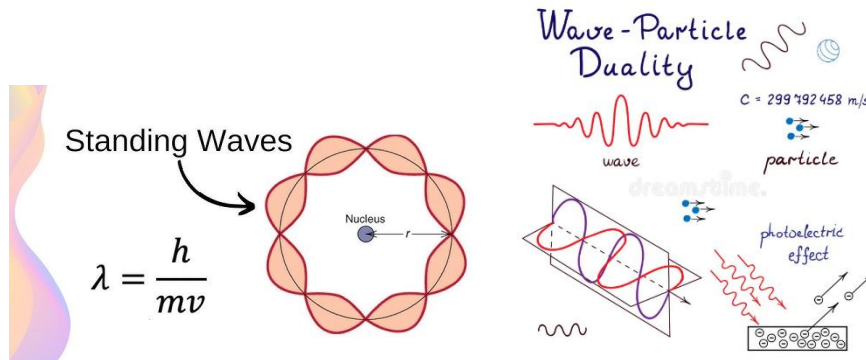
properties depending on the experiment performed.

যা বলে যে সমস্ত কণা এবং কোয়ান্টাম সত্তা, যেমন ইলেকট্রন এবং ফোটন, পরীক্ষামূলক প্রেক্ষাপটের উপর নির্ভর করে তরঙ্গ-সদৃশ এবং কণা-সদৃশ উভয় বৈশিষ্ট্যই প্রদর্শন করে

<p>Light as a Wave</p> <p>In many situations, light behaves like a wave:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interference: <p>When light waves meet, they can add up or cancel each other out, creating patterns of light and dark areas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diffraction: <p>Light waves can spread out and bend as they pass through narrow openings or around obstacles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Refraction and Reflection: <p>Light also bends when passing from one medium to another and bounces off surfaces, behaving as a wave.</p>	<p>Matter as Waves</p> <p>The concept extends beyond light, with matter particles also exhibiting wave properties:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De Broglie Wavelength: <p>Louis de Broglie proposed that any particle with momentum has an associated wavelength, suggesting that matter can also diffract and interfere, as seen in the <u>double-slit experiment</u> with electrons.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electron Diffraction: <p>Electrons, which are typically thought of as particles, have been observed to undergo diffraction, confirming their wave-like nature.</p>
<p>Light as a Particle</p> <p>In other instances, light behaves as discrete packets of energy called <u>photons</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Photoelectric Effect: Light striking a material can knock electrons loose, with each photon transferring its energy to a single electron, an interaction that only happens when the photon's energy is sufficient. • Momentum: Photons possess momentum, a property of particles. 	

Louis de Broglie's Hypothesis:

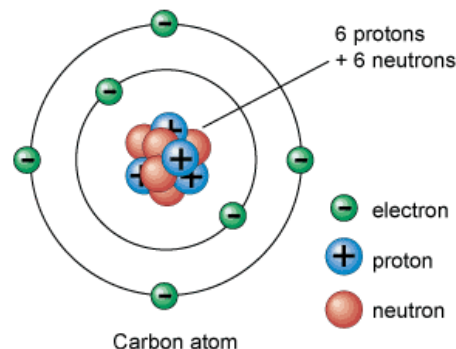
He suggested that matter also has a dual nature, proposing that any particle with momentum has an associated wavelength. This is known as the de Broglie wavelength.



Atomic Structure / Rutherford experiment

Components of an Atom

- **Protons:** Positively charged particles located in the nucleus, giving the atom its positive nuclear charge and determining its identity as an element.
- **Neutrons:** Neutrally charged particles also found in the nucleus, contributing to the atom's mass but not its overall charge.
- **Electrons:** Negatively charged particles that orbit the nucleus in specific energy levels, or shells. They have a much smaller mass than protons or neutrons.



Arrangement and Properties

- **Nucleus:** A very small, dense central core of the atom that holds the protons and neutrons. It contains most of the atom's mass.
- **Electron Shells:** Electrons occupy specific energy levels or "shells" around the nucleus. The first shell can hold a maximum of two electrons, the second eight, and so on, filling with electrons in a specific order.
- **Electrical Neutrality:** In a neutral atom, the number of negatively charged electrons exactly balances the number of positively charged protons, resulting in no net electrical charge.
- **Isotopes:** Atoms of the same element can have different numbers of neutrons, which are known as isotopes.
- **Ions:** If an atom gains or loses electrons, it becomes an ion, carrying a net positive or negative charge.

Rutherford experiment

The Experiment

1. Setup:

Rutherford and his colleagues, Hans Geiger and Ernest Marsden, directed a beam of positively charged alpha particles at a very thin sheet of gold foil.

2. Observation:

They used a zinc sulfide screen to detect the scattered alpha particles, which would produce tiny flashes of light.

Observations and Conclusions

1. Most particles passed through:

The vast majority of alpha particles traveled straight through the gold foil with no deflection.

Conclusion:

- This showed that most of the atom is empty space.
- Some particles deflected at small angles:

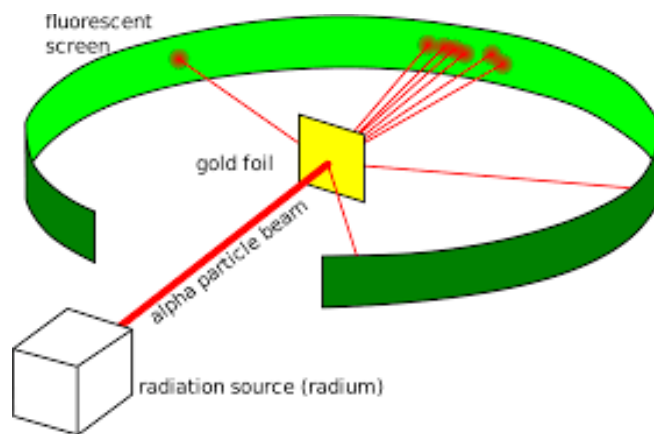
2. A few alpha particles were deflected by small angles.

Conclusion: This indicated that the positive charge and mass of the atom are not uniformly distributed but concentrated in a small region.

3. A very small number deflected back:

A tiny fraction of the alpha particles were deflected backward, sometimes even returning to the source.

- **Conclusion:** This led Rutherford to postulate a dense, positively charged central core, which he called the nucleus, capable of repelling the positive alpha particles.



The Nuclear Model

- **Central Nucleus:** The atom has a small, dense, positively charged nucleus at its center containing most of the atom's mass.
- **Electrons:** Negatively charged electrons orbit this nucleus at a large distance.
- **Empty Space:** Most of the atom's volume is empty space.

Bohr's theory

Bohr's theory describes the hydrogen atom with a central, positively charged nucleus and electrons orbiting in specific, quantized energy levels called stationary orbits.

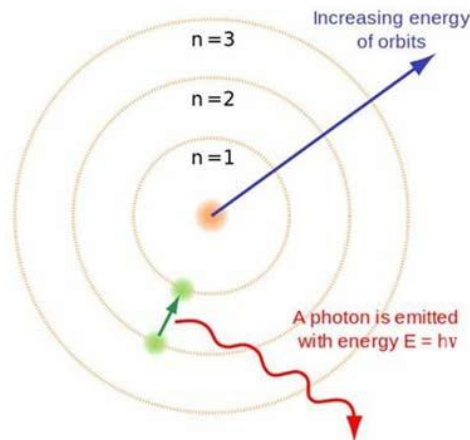
- Electrons can jump between these levels by absorbing or emitting photons,

- which explains the distinct lines in the hydrogen emission spectrum.
- Each energy level corresponds to a specific radius and energy, and the further the orbit from the nucleus, the higher the energy.
- **Absorption:** An electron absorbs a photon and moves to a higher energy level.
- **Emission:** An electron jumps to a lower energy level and emits a photon with energy equal to the difference between the two levels.

বোর মডেলের মূল বৈশিষ্ট্য

- **নিউক্লিয়াস এবং কক্ষপথ:** একটি পরমাণুর কেন্দ্রে একটি ঘন, ধনাত্মক চার্জযুক্ত নিউক্লিয়াস থাকে, যার ইলেকট্রনগুলি নির্দিষ্ট বৃত্তাকার পথে এটিকে প্রদক্ষিণ করে যা কক্ষপথ বা শেল নামে পরিচিত।
- **পরিমাণগত শক্তির স্তর:** প্রতিটি কক্ষপথের একটি নির্দিষ্ট শক্তি এবং ব্যাসার্ধ থাকে। এই কক্ষপথগুলিকে অক্ষর (K, L, M, N, ইত্যাদি) অথবা প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা ($n = 1, 2, 3, \dots$) দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।
- **স্থিতিশীল কক্ষপথ:** ইলেকট্রনগুলি শক্তি না হারিয়ে এই নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘুরতে পারে।
- **শক্তির পরিবর্তন:** একটি ইলেকট্রন শক্তি শোষণ করে উচ্চতর শক্তিস্তরে "লাফ" দিতে পারে অথবা শক্তি নির্গত করে নিম্নতর শক্তিস্তরে নেমে যেতে পারে।
- **শক্তি নির্গমন/শোষণ:** নির্গত বা শোষিত শক্তি তড়িৎ চৌম্বকীয় শক্তির (একটি ফোটন) আকারে এবং রূপান্তরের সাথে জড়িত দুটি কক্ষপথের মধ্যে শক্তির পার্থক্যের সাথে মিলে যায়।

Bohr's atomic model



Atomic spectra

Rydberg formula for the wavelength

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right] \text{ where } R_H = \frac{me^4}{8h^3 c \epsilon_0^2} \text{ is called the Rydberg constant.}$$

$$R_H = 1.09677576 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \text{ for hydrogen.}$$

$$R_\infty = 1.0973731 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \text{ in the limiting case for heavy elements}$$

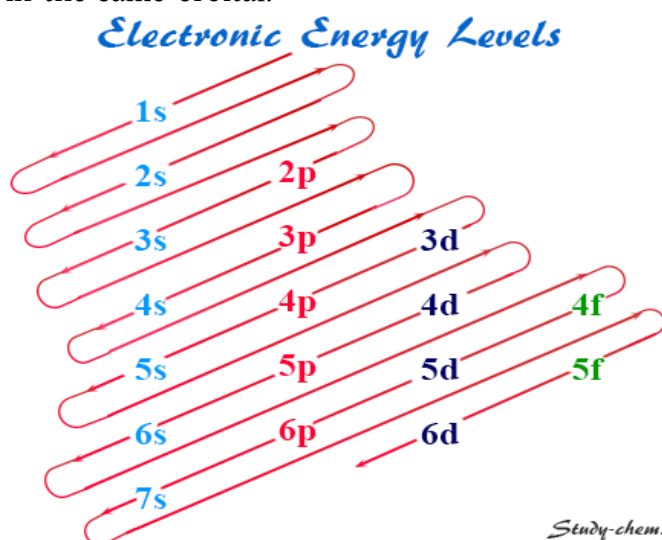
- λ : is the wavelength of the emitted or absorbed photon.
- R : is the Rydberg constant, approximately $1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$.
- Z : is the atomic number of the element.
- n_1 : is the principal quantum number of the lower energy level.
- n_2 : is the principal quantum number of the higher energy level.
- For a transition to occur, n_2 must be greater than n_1 .

Key Principles Governing Electron Configuration

Aufbau Principle: Electrons fill orbitals starting from the lowest energy level and moving up.

Pauli Exclusion Principle: No two electrons in an atom can have the same set of four quantum numbers; thus, each orbital can hold a maximum of two electrons, each with opposite spins.

Hund's Rule: Within a subshell, electrons will occupy separate orbitals with parallel spins before pairing up in the same orbital.



[এ ক্ষেত্রে বিভিন্ন মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস ও এদের বেতিক্রম নিয়ম গুলো দেখে যেতে পারেন । নীতি গুলো সম্পর্কে আরো বিস্তারিত দেখতে পারেন]

Production of X-ray

X-rays are produced in an X-ray tube when high-speed electrons are rapidly decelerated upon striking a metal target

The X-ray Production Process

1. **Electron Generation:**

A current heats a tungsten filament in the cathode of the X-ray tube, a process called thermionic emission. This heating causes electrons to be released from the filament's surface.

2. **Electron Acceleration:**

A high voltage potential (tube voltage) is applied between the cathode and the anode. The released electrons are then accelerated by this potential difference, gaining high kinetic energy as they are drawn towards the positively charged anode.

3. **Electron Interaction with the Anode:**

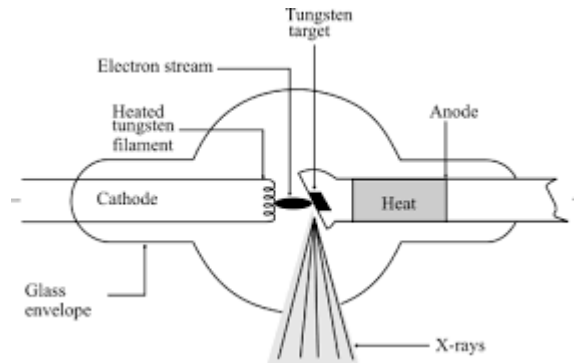
The high-energy electrons strike the metal target of the anode, typically tungsten.

4. **X-ray Emission:**

- **Bremsstrahlung Radiation:** As the fast-moving electrons interact with the nuclei of the target atoms, they are repeatedly deflected and slowed down. The energy lost during this deceleration is emitted as X-ray photons, which create a continuous spectrum of X-ray energies.
- **Characteristic X-rays:** In a separate process, some electrons in the beam can knock inner-shell electrons out of the target atoms. When an electron from a higher energy shell falls into the vacant inner shell to replace the displaced electron, it releases its excess energy as an X-ray photon with a specific, characteristic energy.

5. **Beam Formation:**

The X-rays produced then exit the X-ray tube through a window, forming a beam that is then directed toward the patient to create an image



This collision generates two types of X-rays:

- ❖ Bremsstrahlung radiation, a continuous spectrum of energies from the slowing electrons, and
- ❖ characteristic radiation, discrete energies from electron shell transitions within the target atoms.

Moseley's law

The Law's Statement

- Moseley's Law describes the relationship between the frequency of characteristic X-rays emitted by an element and its atomic number (Z).
- The frequency (ν) of these X-ray spectral lines is directly proportional to the square of the atomic number ($\nu \propto Z^2$).
- This can be more accurately expressed by stating that the square root of the frequency is proportional to the atomic number: $\sqrt{\nu} \propto Z$.

$$\nu \propto Z^2$$

$$\sqrt{\nu} \propto Z.$$

$$\sqrt{\nu} = a(Z - b)$$

- $\sqrt{\nu}$: (Square root of frequency): The frequency of the characteristic X-ray is measured.
- a : (Proportionality constant): This constant depends on the spectral line (e.g., K-series or L-series) and is independent of the specific element.
- Z : (Atomic Number): This is the number of protons in the nucleus of an atom.

- **B :** (Screening constant): This constant accounts for the shielding effect of other electrons.

For the K-series, the screening constant (b) is typically 1.

For the L-series, the screening constant (b) is approximately 6.4.

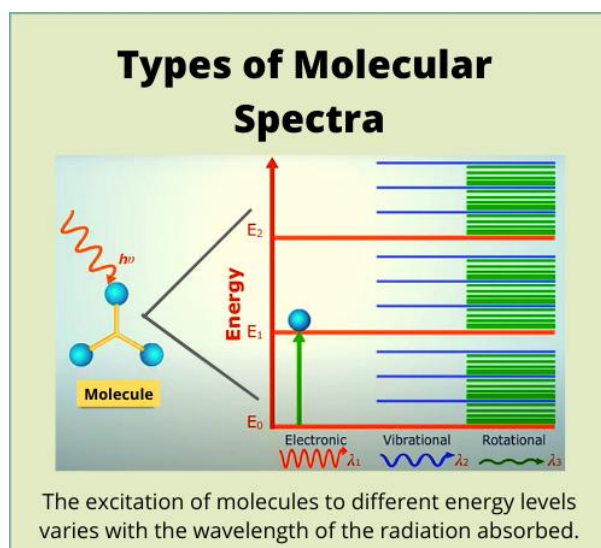
- **(Z - b) :** (Effective nuclear charge): The term (Z - b) represents the effective nuclear charge experienced by the electron, which influences the emitted X-ray.

Molecular spectra

Molecular spectra are patterns of light absorption or emission from molecules that provide unique "fingerprints" of their structure and composition.

There are three main types of molecular motion that correspond to different energy levels:

- **Electronic Transitions:** Large energy changes that involve electrons moving between energy shells, often resulting in broad absorption bands.
- **Vibrational Transitions:** Molecules can vibrate in various ways (stretching, bending), and these motions are quantized. Absorption or emission of radiation can occur as the molecule changes vibrational states.
- **Rotational Transitions:** Molecules can also rotate, with quantized rotational energy levels. Changes in these rotational states occur by absorbing or emitting photons, especially in the microwave region of the spectrum.



Laser

light amplification by stimulated emission of radiation.

A laser amplifies light through a process called stimulated emission, which requires

- ✓ a gain medium,
- ✓ an energy source (pumping), and
- ✓ an optical feedback cavity.

Key components and their roles:

1. Energy Source (Pump):

This supplies energy to the gain medium to excite electrons in the atoms. This can be a flash lamp, an electric current, or another light source.

2. Gain Medium:

This is the material that amplifies the light, such as a ruby crystal, gas mixture, or semiconductor. The energy source excites the atoms' electrons in the gain medium to a higher energy orbit.

3. Optical Resonator:

This consists of two mirrors, one fully reflective and one partially transparent, positioned at the ends of the gain medium.

- **Fully Reflective Mirror:** Reflects photons back into the gain medium.
- **Partially Transparent Mirror (Output Coupler):** Allows some of the amplified light to escape, forming the laser beam.

The process (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation - LASER):

1. Pumping:

The energy source provides energy to the gain medium, exciting the electrons to a higher energy level.

2. Spontaneous Emission:

Some excited electrons spontaneously return to their ground state, emitting photons.

3. Stimulated Emission:

A passing photon stimulates another excited electron to emit an identical photon with the same wavelength, phase, and direction.

4. Optical Cavity (Mirrors):

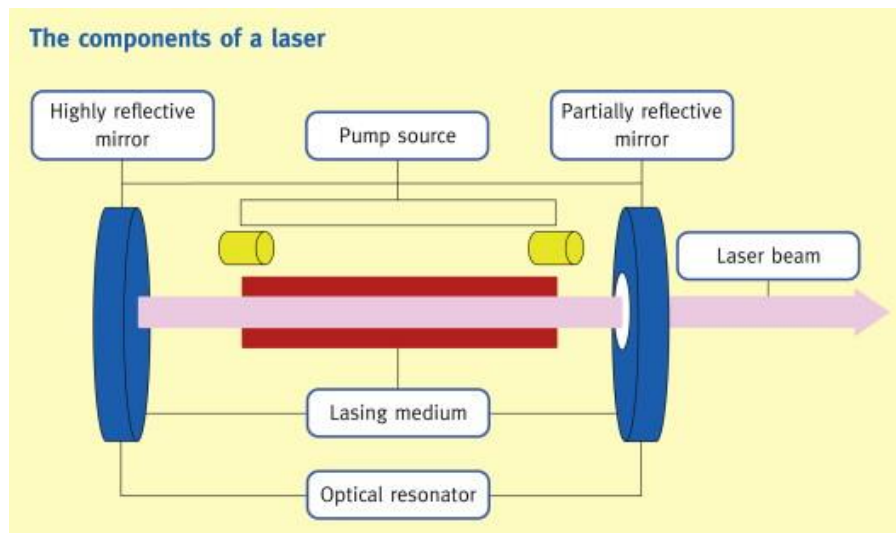
The mirrors trap the photons, causing them to bounce back and forth through the gain medium.

5. Amplification:

With each pass, the light stimulates more electrons, creating a cascade effect and exponentially amplifying the number of identical photons.

6. Laser Beam Output:

As the light becomes more intense, some photons pass through the partially transparent mirror, forming a concentrated, coherent laser beam.



অধিক গুরুত্বপূর্ণ ২০০ টি MCQ

- অধিক গুরুত্বপূর্ণ ২০০ টি এমসিকিউ অন্তর্ভুক্ত করা হল। এমসিকিউ গুলো যে পদ্ধতিতে অনুশীলন করতে পারেন।
১. মডেল টেস্ট এর মতো করে একবার পরীক্ষা দিতে পারেন।
 ২. তারপর পারা ও না পারা সকল প্রশ্নগুলোর ব্যাখ্যা গুলো খুবই মনোযোগ দিয়ে পড়বেন।
 ৩. সকল টপিক থেকে প্রশ্ন করার চেষ্টা করা হয়েছে তাই কোন টপিক এর প্রশ্ন বেশি না পারলে সেই টপিক এর সকল বেসিক ধারণা বই অথবা নেট থেকে পরে নিন।
 ৪. পূর্বের দেয়া সকল পরীক্ষার প্রশ্নগুলোও ভালোভাবে পড়ে ফেলবেন।
 ৫. প্রশ্ন সহজ কিংবা কঠিন যেমন ই হোক না কেন, বেসিক ক্লিয়ার করার বিকল্প নেই।

1. An electron and a proton have the same de Broglie wavelength. Which has greater kinetic energy?(De Broglie Wavelength)

- (a) Electron
- (b) Proton
- (c) They have the same kinetic energy
- (d) Depends on their velocities

Answer: (a) Electron (since $\lambda = h/p$, same λ means same momentum, and $KE = p^2/2m$, so lighter particles have greater KE)

2. If you know the position of a particle with very high precision, what can you say about its momentum? (Heisenberg Uncertainty Principle)

- (a) You know its momentum with high precision
- (b) You have very little information about its momentum
- (c) Its momentum is zero
- (d) Its momentum is quantized

Answer: (b) You have very little information about its momentum (because $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$)

3. What is the minimum possible energy (ground state energy) for a particle confined in a one-dimensional box?(Particle in a Box)

- (a) Zero
- (b) Depends on the length of the box
- (c) Proportional to n^2
- (d) Infinitely large

Answer: (b) Depends on the length of the box (specifically, $E_1 = h^2/8mL^2$)

4. The time-independent Schrödinger equation is used to find - (Schrödinger Equation)

- (a) The probability of finding a particle in a given region
- (b) The stationary states and energy levels of a quantum system
- (c) The time evolution of a quantum system
- (d) The speed of a particle

Answer: (b) The stationary states and energy levels of a quantum system

5. Which quantum number describes the three-dimensional shape of an atomic orbital? (Quantum Numbers)

- (a) Principal quantum number (n)
- (b) Magnetic quantum number
- (c) Spin quantum number
- (d) Azimuthal or angular momentum quantum number (l)

Answer: (d) Azimuthal or angular momentum quantum number (l)

6. The concept that a particle can exhibit wave-like properties and a wave can exhibit particle-like properties is called: (Wave-Particle Duality)

- (a) Quantum superposition
- (b) Wave-particle duality
- (c) Quantum tunneling
- (d) Entanglement

Answer: (b) Wave-particle duality

7. What is the relationship between the energy (E) of a photon and its wavelength (λ)? (Photon Energy)

- (a) $E = hc\lambda$
- (b) $E = h/\lambda$
- (c) $E = hc/\lambda$
- (d) $E = h\lambda/c$

Answer: (c) $E = hc/\lambda$

8. If the wavelength of electromagnetic radiation is doubled, what will happen to the energy of photons? (Photon Energy)

- a) Remains the same
- b) Doubled
- c) Halved
- d) Infinite

Answer: c

Explanation: Energy of a photon is given as:

$$E = hv = hc\lambda$$

The energy of the photon reduces to one-half when the wavelength of radiation is doubled.

9. What fundamental principle does calorimetry work on?

- a) Conservation of heat energy
- b) Heat flows from cold to hot
- c) Heat is lost during phase changes
- d) Conservation of mass

Answer: a) Conservation of heat energy

10. The amount of heat required to raise the temperature of 1 gram of a substance by 1°C is called its:

- a) Thermal capacity
- b) Specific heat capacity
- c) Heat of fusion
- d) Water equivalent

Answer: b) Specific heat capacity

11. What is the fundamental reason that an object cannot be accelerated to the speed of light? (Special Relativity)

- a) It's forbidden by one of Einstein's postulates.
- b) Its kinetic energy approaches infinity.
- c) The gravitational force becomes too strong.
- d) The speed of light is not a physical limit.

states, which do not change in time except for a trivial phase factor.

17. What does it mean for a quantum state to be a stationary state?

- a) The wave function is zero everywhere.
- b) The probability distribution of the particle does not change over time.
- c) The particle is at rest.
- d) The system has zero energy.

Answer: b

Explanation: A stationary state in quantum mechanics is a state whose probability distribution remains constant over time.

18. The de-Broglie wavelength of a particle is given by:

- a) $\lambda = E/c$
- b) $\lambda = h/p$
- c) $\lambda = mv/h$
- d) $\lambda = h/E$

Answer: b

19. The Heisenberg Uncertainty Principle states that:

- a) The momentum of a particle can be known with arbitrary precision.
- b) You can know both the position and momentum of a particle simultaneously with absolute certainty.
- c) The more precisely the position of a particle is known, the less precisely its momentum can be known.
- d) Energy is always conserved in quantum systems.

Answer: c

Explanation: The Heisenberg Uncertainty Principle establishes a fundamental limit to

how accurately certain pairs of complementary physical properties, such as position and momentum, can be known simultaneously.

20. What does it mean for a quantum state to be a stationary state?

- a) The wave function is zero everywhere.
- b) The probability distribution of the particle does not change over time.
- c) The particle is at rest.
- d) The system has zero energy.

Answer: b

Explanation: A stationary state in quantum mechanics is a state whose probability distribution remains constant over time.

21. What is quantum entanglement?

- a) A phenomenon where particles become linked and share the same fate, no matter the distance.
- b) The superposition of a particle's multiple states.
- c) The measurement of a particle's position and momentum.
- d) The ability of a particle to behave as both a wave and a particle.

Answer: a

Explanation: Entanglement is the peculiar quantum phenomenon where two or more particles become correlated, and the state of one instantaneously influences the state of the others, even when separated by vast distances.

22. Which statement accurately describes the relationship between a light source's coherence time (Δt_c) and its coherence length (ΔL_c)

- (a) $\Delta L_c = c \Delta t_c$ (b) $\Delta L_c = \Delta t_c / c$
 (c) $\Delta L_c = c / \Delta t_c$ (d) $\Delta L_c = \Delta t_c$

Answer: (a) $\Delta L_c = c \Delta t_c$, where 'c' is the speed of light.

23. What is the defining feature of a photonic crystal that allows it to manipulate light propagation?

- (a) Its ability to absorb almost all incident light.
 (b) Its periodic, nanostructured dielectric material that creates photonic bandgaps.
 (c) Its high-gain medium that amplifies light.
 (d) Its ability to rotate the polarization of light.

Answer: (b) Its periodic, nanostructured dielectric material that creates photonic bandgaps.

Explanation: A photonic crystal is characterized by its regularly arranged structure of different materials with varying refractive indices, which leads to the formation of photonic bandgaps where certain wavelengths of light cannot propagate through the crystal, allowing for precise control over light manipulation.

24. In Fourier optics, a spatial filter is placed in the Fourier plane (the back focal plane of a lens) to manipulate the spatial frequency content of an optical image. To sharpen the edges of an image, which type of spatial filtering is required?

- A) Low-pass filtering
 B) High-pass filtering
 C) Band-pass filtering
 D) Notch filtering

Answer: B) High-pass filtering

Explanation: Edges and fine details in an image correspond to high spatial frequencies. Removing the low-frequency components (which represent the slowly varying background) and keeping the high-frequency components effectively enhances the edges. This is achieved using a high-pass spatial filter.

25. What phenomenon is responsible for the colors observed in a soap bubble film or oil slick on water?

- A) Diffraction
 B) Interference
 C) Polarization
 D) Total Internal Reflection

Answer: B) Interference

26. For a single photon detector with a quantum efficiency of 90% at 400 nm, what

- c) very low
- d) Nearly Unity

Answer: b) Less than that of the core

36. Which of the following statements is false regarding Electric field lines?

- a) Field lines never intersect
- b) Field lines originate on positive charge and terminate on negative
- c) the number of lines is proportional to magnitude
- d) Field lines form closed loop

Answer: d) Field lines form closed loop

37. In a Michelson interferometer, if the difference in the optical path lengths of the two arms is Δx , what is the condition for constructive interference?

- (a) $\Delta x = n\lambda$
- (b) $\Delta x = (2n+1)\lambda/2$
- (c) $\Delta x = (2n+1)\lambda$
- (d) $\Delta x = n\lambda/2$

Where n is an integer and λ is the wavelength of light.

Answer: (a) $\Delta x = n\lambda$

Explanation: For constructive interference in an interferometer, the optical path difference must be an integer multiple of the wavelength of light.

38. Which of the following phenomena is responsible for the dispersion of white light into its constituent colors in a prism?

- (a) Total internal reflection
- (b) Diffraction
- (c) Scattering
- (d) Variation of refractive index with wavelength

Answer: (d) Variation of refractive index with wavelength

Explanation: Dispersion occurs because the refractive index of the prism material varies for different wavelengths of light, causing each color to bend at a slightly different angle.

39. For a single-slit diffraction experiment, what happens to the width of the central maximum if the width of the slit is doubled?

- (a) It remains the same.
- (b) It doubles.
- (c) It is halved.
- (d) It increases by a factor of four.

Answer: (c) It is halved.

Explanation: The angular width of the central maximum is inversely proportional to the slit width. Therefore, doubling the slit width halves the central maximum's width.

40. What is the nature of light that has completed its journey through a Nicol prism and exhibits maximum extinction upon rotation?

- (a) Unpolarized
- (b) Linearly polarized
- (c) Circularly polarized
- (d) Elliptically polarized

Answer: (b) Linearly polarized

Explanation: A Nicol prism polarizes light by transmitting only the component of the electric field parallel to its principal plane, resulting in linearly polarized light.

41. Which of the following is a characteristic of laser light?

- (a) Incoherent and polychromatic
- (b) Coherent and monochromatic
- (c) Incoherent and monochromatic
- (d) Coherent and polychromatic

Answer: (b) Coherent and monochromatic

Explanation: Laser light is characterized by its coherence (waves are in phase) and monochromaticity (a single, or very narrow range of, wavelengths).

42. What is the primary reason for the immense energy released in a fission reaction?

- a) The conversion of mass into energy according to $E=mc^2$.
- b) The repulsion between newly formed daughter nuclei.
- c) The creation of new particles from the neutron flux.
- d) The emission of gamma rays in the process.

Answer: a) The conversion of mass into energy according to $E=mc^2$.

Explanation: Nuclear fission involves the splitting of a heavy nucleus into smaller, more stable nuclei, resulting in a slight decrease in the total mass. This mass difference is converted into a large amount of energy, as described by Einstein's famous equation.

43. Which of the following best describes the property that makes a nuclear force dominant over the electromagnetic force at short distances?

- a) Its dependence on the spin of the nucleons.
- b) Its extremely short range, which confines it to the nucleus.
- c) Its attractive nature, regardless of the particles involved.
- d) Its independence from the charge of the particles.

Answer: b) Its extremely short range, which confines it to the nucleus.

Explanation: The strong nuclear force is extremely powerful but has a very short range, acting only over distances on the order of femtometers (10^{-15} m). Outside this range, its strength drops rapidly, while the long-range electromagnetic force takes over.

44. What is the phenomenon described by the decrease in a radioactive substance's mass over time due to the emission of particles from its nucleus?

- a) Nuclear fission
- b) Nuclear fusion
- c) Radioactivity
- d) Nuclear decay

Answer: C) Radioactivity

Explanation: Radioactivity is the spontaneous emission of particles and energy from the unstable nucleus of an atom, leading to its transformation or decay into a more stable form.

45. In a controlled nuclear reactor, which type of reaction is harnessed to generate energy?

- a) Uncontrolled chain reaction
- b) Fast nuclear reaction
- c) Controlled chain reaction
- d) Catalyzed nuclear reaction

Answer: c) Controlled chain reaction

Explanation: Nuclear reactors operate by sustaining a controlled chain reaction, typically involving fission, where the rate of reaction is managed to produce a steady output of heat energy.

46. What is the Q-value of a nuclear reaction?

- a) The maximum binding energy of the products.
- b) The energy released or absorbed in a nuclear reaction.
- c) The kinetic energy of the incident particles.
- d) The half-life of the reacting isotopes.

Answer: b)

Explanation: The Q-value is a measure of the energy released (positive Q) or absorbed (negative Q) in a nuclear reaction, representing the difference in binding energies between reactants and products.

47. Power Factor in AC Circuits

- a) 0.5
- b) 0.866
- c) 1
- d) 0.707

Answer: d) 0.707

Explanation: A power factor of 0.707 typically corresponds to a phase angle of 45 degrees ($\cos 45^\circ \approx 0.707$) in an AC circuit, which is common in systems with significant inductive or capacitive components.

48. Electric Field of a Uniformly Charged Sphere

- a) $E \propto r^2$
- b) $E \propto 1/r$
- c) $E \propto r$
- d) $E \propto 1/r^2$

Answer: d) $E \propto 1/r^2$

Explanation: The electric field of a uniformly charged sphere, at points outside the sphere, is similar to that of a point charge, decreasing with the square of the distance from the center.

49. Maxwell's Equations and EM Waves

- a) Gauss's Law for Magnetism
- b) Ampere's Law
- c) Faraday's Law of Induction
- d) All of the above

Answer: d) All of the above

Explanation: Maxwell's equations are a set of four fundamental equations that describe the behavior of electric and magnetic fields, and their combined effect in producing electromagnetic waves.

50. Energy Stored in a Capacitor

- a) $1/2 CV^2$
- b) CV^2
- c) CV
- d) $1/2 LI^2$

Answer: A. $1/2 CV^2$

Explanation: A capacitor stores energy in its electric field, and the formula for this stored energy is $\frac{1}{2} * \text{Capacitance} * \text{Voltage}^2$.

51. RMS Value of an AC Voltage

- a) Peak value / Form factor
- b) Peak value / $\sqrt{2}$
- c) Peak value * Form factor
- d) Peak value * $\sqrt{2}$

Answer: b) Peak value / $\sqrt{2}$

Explanation: For a sinusoidal AC voltage, the RMS (Root Mean Square) value is the peak value divided by the square root of 2.

52. Self-Induction in an RL Circuit

- a) The current leads the voltage.
- b) The voltage leads the current.
- c) The voltage leads the current by 90 degrees.
- d) The current leads the voltage by 90 degrees.

Answer: c) The voltage leads the current by 90 degrees.

Explanation: In a purely inductive circuit, the voltage across the inductor leads the current through it by 90 degrees due to the storage of energy in the magnetic field.

53. Consider a point charge q moving with a constant velocity v in a region with a uniform electric field E and a uniform magnetic field B . The Lorentz force F acting on the charge is:

- a) $F = q(E + v \times B)$
- b) $F = q(E \times v + B)$
- c) $F = q(E + B \times v)$
- d) $F = q(E + v \cdot B)$

Answer: a)

Explanation: This is the standard form of the Lorentz force equation, which defines the total electromagnetic force on a point charge. It is the vector sum of the electric force and the magnetic force. The order of the cross product is critical: $v \times B$

54. Which of the following is the differential form of Ampere's Law with Maxwell's correction?

- a) $\nabla \cdot D = \rho v$
- b) $\nabla \cdot B = 0$
- c) $\nabla \times E = -\partial B / \partial t$
- d) $\nabla \times H = J + \partial D / \partial t$

Answer: d)

Explanation: The differential form of Ampere's Law, as corrected by Maxwell, states that the curl of the magnetic field intensity H is equal to the sum of the conduction current density J and the displacement current density $\partial D / \partial t$.

55. Given a static magnetic field $B(r)$, which of the following is the correct expression for the magnetic vector potential $A(r)$?

- (a) $A = \nabla \times B$
- (b) $A = \nabla \cdot B$
- (c) $B = \nabla \times A$
- (d) $B = \int A \cdot dl$

Answer: (c) $B = \nabla \times A$ (Magnetic Vector Potential)

56. A long, thin solenoid of length L and N turns carries a current I . What is the magnetic field B inside the solenoid?

- (a) $B = (\mu_0 N / L) I$
- (b) $B = \mu_0 N I$
- (c) $B = \mu_0 I / (N L)$
- (d) $B = \mu_0 N I / (2L)$

Answer: (a) $B = (\mu_0 N / L) I$ (Ampere's Law for a Solenoid)

57. A planar loop of area A is placed in a uniform magnetic field B . If the angle between B and the normal to the loop is θ , what is the magnetic flux Φ through the loop?

- (a) $\Phi = BA \cos(\theta)$
- (b) $\Phi = BA \sin(\theta)$
- (c) $\Phi = BA$
- (d) $\Phi = B / A$

Answer: (a) $\Phi = BA \cos(\theta)$ (Magnetic Flux through a Loop)

58. A changing magnetic flux through a coil induces an electromotive force (emf). The

magnitude of the induced emf is proportional to:

- (a) The magnetic flux itself.
- (b) The rate of change of magnetic flux.
- (c) The reciprocal of the magnetic flux.
- (d) The square of the magnetic flux.

Answer: (b) The rate of change of magnetic flux. (Faraday's Law of Induction)

59. An infinitely long straight wire carries a current I . The magnetic field B at a distance r from the wire is given by:

- (a) $B = \mu_0 I / (2\pi r)$
- (b) $B = \mu_0 I / (4\pi r)$
- (c) $B = 2\pi r / (\mu_0 I)$
- (d) $B = I / (2\pi\mu_0 r)$

Answer: (a) $B = \mu_0 I / (2\pi r)$. (Magnetic Field of an Infinite Straight Wire)

60. A magnetic dipole moment μ is placed in a uniform magnetic field B . The potential energy U of the dipole is given by:

- (a) $U = -\mu \cdot B$
- (b) $U = \mu \times B$
- (c) $U = \mu B$
- (d) $U = \mu/B$

Answer: (a) $U = -\mu \cdot B$

Explanation: The correct expression for the potential energy (U) of a magnetic dipole moment (μ) in a uniform magnetic field (B) is (a) $U = -\mu \cdot B$. This formula, $U = -\mu B \cos(\theta)$, represents the energy due to the orientation of the dipole relative to the magnetic field, where θ is the angle between the magnetic dipole moment and the magnetic field.

61. A 120-volt source is connected to a 12-ohm resistor. What is the current flowing through the circuit?

- A. 10 Amperes
- B. 100 Amperes
- C. 1000 Amperes
- D. 1 Ampere

Answer: A

Explanation: Using Ohm's Law, $V=I \times R$. To find the current (I), you can rearrange the formula to

$$I=V/R \quad I=120 \text{ V}/12 \Omega=10 \text{ A}$$

62. How many generalized coordinates are required to describe the motion of a particle constrained to move on the surface of a sphere with a fixed radius?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 6

Answer: B. 2

Number of Coordinates: This single constraint equation reduces the number of independent variables by one. Therefore, the system has $3-1=2$ degrees of freedom.

63. What is the primary advantage of using generalized coordinates in classical mechanics?

- a) They simplify the mathematical complexity of all problems.
- b) They allow the use of only conservative forces in the Lagrangian formalism.
- c) They are always easier to measure experimentally than Cartesian coordinates.
- d) They naturally incorporate constraints and reduce the number of variables needed to describe a system.

Answer: d) They naturally incorporate constraints and reduce the number of variables needed to describe a system.

64. A rocket is launched from Earth's surface. Which of Newton's laws of motion is most directly responsible for the rocket's upward acceleration?

- A) Newton's first law of motion (Law of Inertia)
- B) Newton's second law of motion ($F=ma$)
- C) Newton's third law of motion (action-reaction)
- D) Newton's law of universal gravitation

Answer: C) Newton's third law of motion (action-reaction)

Explanation: A rocket operates by expelling hot gases from its engine at high velocity (action). In response, an equal and opposite force is exerted on the rocket, pushing it forward (reaction). This principle is described by Newton's third law of motion.

65. A rocket on a launchpad has an initial mass of 5000 kg and burns fuel at a constant rate of 25 kg/s. The exhaust velocity is 1000 m/s. What is the initial acceleration of the rocket? (Assume $g=10 \text{ m/s}^2$).

- A) 10 m/s^2
- B) 0 m/s^2
- C) 5 m/s^2
- D) 20 m/s^2

Answer: B) 0 m/s^2

Explanation:

First, calculate the thrust force (FT):

$$FT = v_e \frac{dm}{dt} = (1000 \text{ m/s}) \times (25 \text{ kg/s}) = 25000 \text{ N}$$

Next, calculate the gravitational force (Fg):

$$Fg = m_0 g = (5000 \text{ kg}) \times (10 \text{ m/s}^2) = 50000 \text{ N}$$

The net force (F_{net}) is the difference between the thrust and gravity:

$$F_{net} = FT - Fg = 25000 \text{ N} - 50000 \text{ N} = -25000 \text{ N}$$

Since the net force is negative (downward), the rocket does not lift off. Therefore, the initial acceleration is zero until the thrust exceeds the gravitational pull.

66. A rocket has an initial mass of 5000 kg and a final (burnout) mass of 1000 kg. If the exhaust velocity is 1500 m/s, what is the burnout velocity of the rocket? (Assume no gravity or air resistance).

- A) 1500 m/s
- B) 2414 m/s
- C) 3000 m/s
- D) 4000 m/s

Answer: B) 2414 m/s

Explanation:

Use the Tsiolkovsky rocket equation:

$$\Delta v = v_e \ln\left(\frac{m_0}{m_f}\right)$$

$$\Delta v = 1500 \text{ m/s} \times \ln\left(\frac{5000 \text{ kg}}{1000 \text{ kg}}\right)$$

$$\Delta v = 1500 \text{ m/s} \times \ln(5)$$

$$\Delta v \approx 1500 \text{ m/s} \times 1.609$$

$$\Delta v \approx 2414 \text{ m/s}$$

67. In a staged rocket system, the stages are separated during flight. What is the primary advantage of this process?

- A) To reduce the total mass of the rocket system.
- B) To increase the overall thrust of the rocket.
- C) To improve the rocket's stability.
- D) To control the rocket's direction more easily.

Answer: A) To reduce the total mass of the rocket system.

Explanation: A staged rocket sheds the empty mass of a burned-out stage. This significantly reduces the total mass that the remaining rocket engines have to accelerate. This allows the new, lighter stage to achieve a much higher velocity for the same amount of fuel, as per the rocket equation.

68. What is the sum of the eigenvalues of a square matrix equal to?

- a) The determinant of the matrix.
- b) The trace of the matrix.
- c) The spectral radius of the matrix.
- d) Zero.

Answer: b)

Explanation: The sum of the eigenvalues of a square matrix is equal to the sum of the diagonal elements of the matrix, which is known as its trace.

69. If the orbital angular momentum quantum number $l=2$, what are the possible eigenvalues of the L^2 operator?

- a) $2\hbar$
- b) $4\hbar^2$
- c) $6\hbar^2$
- d) $2\hbar^2$

Answer: c) $6\hbar^2$

Explanation: The eigenvalues of L^2 are $l(l+1)\hbar^2$. For $l=2$, the eigenvalue is $2(2+1)\hbar^2=2(3)\hbar^2=6\hbar^2$

70. The eigenvalues of the total orbital angular momentum operator, L^2 , are given by:

- a) $l\hbar$
- b) $l(l+1)\hbar$
- c) $l(l+1)\hbar^2$
- d) $ml\hbar$

Answer: c) $l(l+1)\hbar^2$

Explanation: For a quantum system, the square of the orbital angular momentum operator, L^2 , has eigenvalues defined by the equation $L^2\psi=l(l+1)\hbar^2\psi$. Here, l is the azimuthal (or orbital) quantum number, and ψ represents the system's angular wavefunction, specifically the spherical harmonics $Y^m_l(\theta,\phi)$.

71. Which of the following is NOT a characteristic of laser light?

- a) Monochromaticity
- b) Coherence
- c) Incoherence
- d) High intensity

Answer: c): Incoherence.

Explanation: Laser light is coherent, meaning its waves are in phase, unlike the incoherent light from ordinary sources.

72. Which of these is a common example of a solid-state laser?

- a) He-Ne laser
- b) CO₂ laser
- c) Nd:YAG laser
- d) Dye laser

Answer: c): Nd:YAG laser.

Explanation: The Nd:YAG (Neodymium-doped Yttrium Aluminum Garnet) laser is a type of solid-state laser that uses a crystal as its gain medium.

73. Which characteristic of laser light is responsible for its ability to form extremely high-resolution images in holography?

- a) High intensity
- b) Directionality
- c) Monochromaticity
- d) Coherence

Answer: d): Coherence.

Explanation: Coherence, the property of waves being in phase, is crucial for

holography as it allows for the recording and reconstruction of the complex wave-front of light.

74. The first working laser was demonstrated using which material?

- a) Gallium arsenide b) Carbon dioxide
c) Ruby d) Helium-neon gas

Answer: c): Ruby.

Explanation: Theodore Maiman built the first working laser in 1960 using a synthetic ruby crystal.

75. Which of the following statements is TRUE about a Face-Centered Cubic (FCC) crystal structure?

- (a) It has a body diagonal of length $4r$, where r is the atomic radius.
(b) It has a packing efficiency of approximately 74%.
(c) It contains 2 atoms per unit cell.
(d) It is also known as a simple cubic structure.

Answer: (b)

Explanation: An FCC structure has a packing efficiency of about 74%, indicating a very efficient way to pack atoms. It has 4 atoms per unit cell and is characterized by a face diagonal of $4r$.

76. In a semiconductor, increasing the temperature can lead to doubling of both the majority and minority carrier densities if the intrinsic carrier concentration doubles.

- a) True
b) False

c) None of these

Answer: (a)

Explanation: In extrinsic semiconductors, an increase in temperature can increase the intrinsic carrier concentration. Consequently, both the majority and minority carrier densities will also increase, potentially doubling if the intrinsic concentration doubles, as shown in the provided example.

77. The presence of point defects like Frenkel and Schottky defects can alter the properties of a crystal.

- a) True
b) False
c) None of these

Answer: (a)

Explanation: Point defects, such as the Frenkel defect (missing ion from its lattice site and interstitial position) and Schottky defect (missing ion pairs), significantly influence the properties of crystalline solids.

78. Which formula represents the heat energy absorbed or released by a substance?

- (a) $Q = mc\Delta T$ (b) $Q = m/c\Delta T$
(c) $Q = c/m\Delta T$ (d) $Q = mc/\Delta T$

Answer: (a)

Explanation: The formula $Q = mc\Delta T$ shows that the heat energy (Q) is directly proportional to the mass (m), the specific heat capacity (c), and the change in temperature (ΔT).

79. The specific heat capacity of a substance is dependent on:

- (a) The mass of the substance.
- (b) The volume of the substance.
- (c) The nature of the substance.
- (d) The external pressure on the substance.

Answer: (c)

Explanation: Specific heat capacity is an intrinsic property of a material, meaning it depends on the substance's composition, not its mass or volume.

80. Which of the following is an ideal property of an operational amplifier's input resistance?

- a) 0Ω
- b) $1 M\Omega$
- c) $\infty \Omega$
- d) 10Ω

Answer: c) $\infty \Omega$

Explanation: An ideal op-amp has infinite input resistance, meaning no current is drawn from the input signal source, and it does not load the signal.

81. What is the primary function of the negative feedback in an op-amp circuit?

- a) To increase the output power
- b) To stabilize the circuit and control the gain
- c) To introduce oscillations
- d) To increase the open-loop gain

Answer: b) To stabilize the circuit and control the gain

Explanation: Negative feedback is crucial for making op-amp circuits stable and predictable by controlling the closed-loop gain and enabling the use of virtual ground and virtual short concepts.

82. A voltage follower (or unity gain buffer) is a special case of which amplifier configuration?

- a) Inverting amplifier
- b) Summing amplifier
- c) Non-inverting amplifier
- d) Differentiator

Answer: c) Non-inverting amplifier

Explanation: In a voltage follower, the output is connected directly to the inverting input, and the input signal is applied to the non-inverting terminal, making it a non-inverting amplifier with a gain of 1.

83. What is the purpose of an amplitude limiter in an FM (Frequency Modulation) receiver?

- a) To increase the signal's frequency.
- b) To amplify the audio signal.
- c) To remove unwanted amplitude variations caused by noise.
- d) To filter out unwanted frequency components.

Answer: c) To remove unwanted amplitude variations caused by noise.

Explanation: FM is less susceptible to amplitude-based noise. An amplitude limiter in an FM receiver removes any residual amplitude variations, ensuring that only the frequency variations, which carry the information, are processed.

84. What happens when overmodulation occurs in an AM signal?

- a) The carrier power increases significantly.
- b) The information in the message signal is

distorted or lost.

- c) The signal's frequency increases.
 d) The bandwidth of the signal decreases.

Answer: b) The information in the message signal is distorted or lost.

Explanation: Overmodulation occurs when the modulating signal's amplitude is too large, causing the amplitude of the modulated signal to swing beyond its limits. This results in the creation of unwanted distortion in the form of spurious sidebands.

85. Which type of modulation is used for TV transmission of the picture signal?

- a) Frequency Modulation (FM)
 b) Phase Modulation (PM)
 c) Amplitude Modulation (AM)
 d) Pulse Width Modulation (PWM)

Answer: c) Amplitude Modulation (AM)

Explanation: In analog TV broadcasting, the picture signal is typically transmitted using amplitude modulation.

86. A magnetic field does not interact with which of the following?(নিম্নলিখিত কোনটির সঙ্গে চৌম্বক ক্ষেত্র ক্রিয়াশীল হয় না?)

- a) Moving electric charge (চলমান বৈদ্যুতিক চার্জ)
 b) Stationary electric charge (স্থির বৈদ্যুতিক চার্জ)
 c) Moving permanent magnet (চলমান স্থায়ী চুম্বক)
 d) Stationary permanent magnet (স্থির স্থায়ী চুম্বক)

Answer: b)

A magnetic field exerts force only on moving charges or moving magnets. A stationary electric charge experiences no force in a magnetic field because the magnetic force depends on the velocity of the charge

($F=qv \times B$). Therefore, magnetic fields do not interact with stationary electric charges.(চৌম্বক ক্ষেত্র কেবল চলমান চার্জ বা চলমান চুম্বকের উপর বল প্রয়োগ করে। একটি স্থির বৈদ্যুতিক চার্জ চৌম্বক ক্ষেত্রে কোনো বল অনুভব করে না, কারণ চৌম্বক বল চার্জের গতির উপর নির্ভর করে ($F=qv \times B$)। তাই চৌম্বক ক্ষেত্র স্থির বৈদ্যুতিক চার্জের সঙ্গে ক্রিয়াশীল হয় না।)

87. Two capacitors of capacity C1 and C2 are connected in parallel. What is the equivalent capacitance? (ক্ষমতা C1 এবং C2 বিশিষ্ট দুটি ধারককে সমান্তরালভাবে যুক্ত হলে তাদের সমতুল্য ধারকত্ব কত?)

- a) $C1C2/(C1+C2)$ b) $C1+C2$
 c) $(C1+C2)/C2$ d) $C2/C1$

Answer: b)

88. If two point charges, +Q and -Q, are separated by a distance d, what is the nature and magnitude dependence of the force between them?(যদি দুটি বিন্দু চার্জ +Q এবং -Q দূরত্ব d দ্বারা পৃথক থাকে, তবে তাদের মধ্যে বলের প্রকৃতি এবং মানের নির্ভরতা কী হবে?)

- a) Repulsive, proportional to Q^2/d^2 (বিকর্ষণধর্মী, Q^2/d^2 -এর সমানুপাতিক)
 b) Attractive, proportional to Q^2/d^2 (আকর্ষণধর্মী, Q^2/d^2 -এর সমানুপাতিক)
 c) Repulsive, proportional to Q/d^2 (বিকর্ষণধর্মী, Q/d^2 -এর সমানুপাতিক)
 d) Attractive, proportional to Q/d^2 (আকর্ষণধর্মী, Q/d^2 -এর সমানুপাতিক)

Answer: c)

89. A capacitor blocks _____ after a long time. (ক্যাপাসিটর দীর্ঘ সময় পরে _____ বাধা দেয়।)

- ক) Alternating current (AC তড়িৎপ্রবাহ)

- খ) Direct current (DC তড়িৎপ্রবাহ)
 গ) Neither alternating nor direct current
 (কোনো AC বা DC তড়িৎপ্রবাহ নয়)
 ঘ) Both alternating and direct current (উভয়
 AC এবং DC তড়িৎপ্রবাহ)

Answer: c)

Explanation: Initially, a capacitor allows DC current to flow as it charges, but after a long time, the capacitor becomes fully charged and acts as an open circuit for DC.

For AC, the capacitor continuously charges and discharges, so AC can pass through.

Therefore, after a long time, a capacitor blocks DC but allows AC.

(প্রাথমিকভাবে, DC ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে প্রবাহিত হতে পারে কারণ এটি চার্জ হচ্ছে। দীর্ঘ সময় পরে, ক্যাপাসিটর সম্পূর্ণভাবে চার্জ হয়ে যায় এবং DC প্রবাহের জন্য ওপেন সার্কিটের মতো আচরণ করে। AC ক্ষেত্রে, ক্যাপাসিটর ক্রমাগত চার্জ ও ডিসচার্জ হয়, তাই AC প্রবাহিত হয়। সুতরাং, দীর্ঘ সময় পরে ক্যাপাসিটর DC ব্লক করে, AC পার হতে দেয়।)

90. The experimental proof that electric charge is quantised was provided by which of the following? (বিদ্যুৎ আধান পরিমাণগতভাবে নির্দিষ্ট (quantised) তা প্রমাণ করার পরীক্ষামূলক প্রমাণ নিচের কোনটির মাধ্যমে পাওয়া গেছে?)
- a) Einstein's study of the photoelectric effect (আইনস্টাইনের ফটোইলেকট্রিক প্রভাব সম্পর্কিত গবেষণা)
 b) Frank-Hertz experiment (ফ্রাঙ্ক-হার্টজ পরীক্ষা)
 c) Millikan's oil drop experiment (মিলিকান তেলের ফোঁটা পরীক্ষা)
 d) Davisson-Germer experiment (ড্যাভিসন-গারমার পরীক্ষা)

Answer: c)

Explanation: Millikan's oil drop experiment Measured the charge of individual oil droplets. Found that all measured charges were integer multiples of a fundamental charge e . This directly proved that electric charge is quantised.

91. Two identical charges are placed at a distance r apart. If one charge is doubled and the distance is halved, the force becomes: (দুটি অভিন্ন চার্জকে r দূরত্বে রাখা হয়েছে। যদি একটি চার্জ দ্বিগুণ করা হয় এবং দূরত্ব অর্ধেক করা হয়, তবে বল কতগুণ বৃদ্ধি পায়?)
- a) 2 times (২ গুণ) b) 8 times (৮ গুণ)
 c) 4 times (৪ গুণ) d) 16 times (১৬ গুণ)

Answer: b)

92. Which of the following is not an active device? (নিচের কোনটি এন্টিভ ডিভাইস নয়?)
- a) Transistors (ট্রানজিস্টর)
 b) Diodes (ডায়োড)
 c) ICs (ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট)
 d) Capacitors (ক্যাপাসিটর)

Answer: d)

Explanation: Active devices can control current, amplify signals, or generate energy. Transistors, Diodes, ICs are active because they control or amplify current. Capacitors are passive devices because they only store energy temporarily and cannot amplify or generate energy.

93. What is the capacitance of a capacitor which has a voltage of 4 V and a charge of 16 C? (একটি ধারকের বিভব ৪ ভোল্ট এবং চার্জ ১৬ কুলম্ব হলে তার ধারকত্ব কত?)

- a) 2 F (২ ফ্যারাড) b) 4 F (৪ ফ্যারাড)
 c) 6 F (৬ ফ্যারাড) d) 8 F (৮ ফ্যারাড)

Answer: d)

Explanation: The capacitance C is given by:

$C=Q/V$, Where Q = charge, V = voltage.

Given: $Q=16\text{ C}$, $V= 4\text{ V}$; So the capacitance is $C=Q/V = 16/4 = 4\text{ F}$.

94. The mass-energy relation is a direct consequence of which theory?

- a) Quantum Mechanics
 b) General Relativity
 c) Special Relativity
 d) Classical Mechanics

Answer: c) Special Relativity

Explanation: The mass-energy equivalence, expressed by $E=mc^2$, is a fundamental principle derived from Albert Einstein's theory of Special Relativity.

95. If a mass of 1 kg is completely converted into energy, how much energy would be released? (Given $c = 3 \times 10^8\text{ m/s}$)

- a) $3 \times 10^8\text{ J}$ b) $9 \times 10^{16}\text{ J}$
 c) 1 J d) $9 \times 10^8\text{ J}$

Answer: b) $9 \times 10^{16}\text{ J}$

Explanation: Using $E=mc^2$, with $m=1\text{ kg}$ and $c=3 \times 10^8\text{ m/s}$, the energy released is calculated as $E=(1\text{ kg}) \times (3 \times 10^8\text{ m/s})^2 = 9 \times 10^{16}\text{ J}$.

96. What happens to an object's kinetic energy when its velocity is doubled?

- a) It becomes two times greater.
 b) It becomes four times greater.
 c) It remains the same.
 d) It becomes half.

Answer: (b)

Explanation: Since kinetic energy depends on the velocity squared (v^2), doubling the velocity results in $2^2 = 4$ times the original kinetic energy.

97. What type of collision conserves both linear momentum and kinetic energy?

- a) Inelastic Collision
 b) Elastic Collision
 c) Destructive Collision
 d) None of the above

Answer: (b)

Explanation: In an elastic collision, the total linear momentum and the total kinetic energy of the system remain constant.

98. Which factor does NOT directly affect the gravitational potential energy of an object?

- a) Mass of the object
 b) Height above the reference point
 c) Speed of the object
 d) Force of gravity

Answer: c) Speed of the object

Explanation: An object's speed determines its kinetic energy, not its gravitational potential energy.

99. A block of mass 5 kg is at rest on a horizontal surface. The coefficient of static friction is 0.6. What is the maximum static frictional force? (Take $g = 9.8\text{ m/s}^2$)

- a) 29.4 N b) 5.0 N
 c) 49.0 N d) 30.0 N

Answer: a) 29.4 N

Explanation: The maximum static frictional force (F_s) is given by the formula $F_s = \mu_s N$, where μ_s is the coefficient of static friction

and N is the normal force.

For an object on a horizontal surface, the normal force (N) is equal to its weight (mg).

Given,

$$N=mg=5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2=49 \text{ N}$$

$$F_s=\mu sN=0.6 \times 49 \text{ N}=29.4 \text{ N}$$

100. A box begins to slide down an inclined plane when the angle of inclination is 30° .

What is the coefficient of static friction?

- a) $\tan(30^\circ)$ b) $\sin(30^\circ)$
 c) $\cos(30^\circ)$ d) $1/\tan(30^\circ)$

Answer: a) $\tan(30^\circ)$

Explanation: The angle of repose is the maximum angle of an inclined plane at which an object can rest without sliding down. At this angle, the tangent of the angle is equal to the coefficient of static friction ($\mu_s=\tan(\theta)$).

101. What process can convert a dielectric into a conductor? (কোন প্রক্রিয়ায় একটি ডাইইলেকট্রিককে পরিবাহীতে রূপান্তরিত করা যায়?)

- a) By compressing it (চাপ প্রয়োগ করে)
 b) By doping it (ডোপিং করলে)
 c) By heating it (তাপ দিলে)
 d) By freezing it (হিমায়িত করলে)

Answer: c)

Explanation: A dielectric is normally an insulator. But if it is heated to a very high temperature, its electrons gain sufficient energy to break free from their atomic bonds. This increases the number of free charge carriers, turning the dielectric into a conductor.

102. An object is thrown vertically upwards with an initial velocity of 20 m/s. How high does it rise before coming to rest momentarily? (Take $g=10 \text{ m/s}^2$)

- a) 10 m b) 20 m
 c) 40 m d) 80 m

Answer: b) 20 m

Explanation: The third equation of motion, $v^2=u^2+2as$ is used.

103. The work done by a force is zero when:

- A. The displacement is in the same direction as the force.
 B. The displacement is opposite to the direction of the force.
 C. The force is perpendicular to the displacement.
 D. The force is maximum.

Answer: C. The force is perpendicular to the displacement.

Explanation: Work done is defined as $W=Fd\cos\theta$. When the force and displacement are perpendicular, the angle $\theta=90^\circ$. Since $\cos(90^\circ)=0$, the work done is zero. A classic example is a centripetal force acting on an object in uniform circular motion.

104. The work done by a variable force is represented graphically as the area under which curve?

- a) Velocity-time graph
 b) Displacement-time graph
 c) Force-displacement graph
 d) Acceleration-time graph

Answer: c) Force-displacement graph.

105. Which of the following is an example of a conservative force?

- a) Frictional force b) Air resistance
c) Gravitational force d) Viscous force

Answer: c)

Explanation: Gravitational force is a conservative force because the work it does on an object depends only on its change in height, not the path taken to get there.

106. If an object moves in a closed loop and is only acted upon by a conservative force, what is the total work done?

- a) Positive
b) Negative
c) Zero
d) Depends on the speed of the object

Answer: c)

Explanation: By definition, the net work done by a conservative force over any closed path is zero.

107. Which of the following is a correct representation of the relationship between torque and angular momentum?

- a) $dL/dt = r \times F$ b) $dL/dt = r \times v$
c) $dL/dt = I \times \alpha$ d) $dL/dt = m \times a$

Answer: a) $dL/dt = r \times F$

108. If a rigid object is rotating about a fixed axis, its angular momentum and angular velocity are:

- a) Always perpendicular
b) Not necessarily parallel
c) Always parallel
d) Always opposite in direction

Answer: c) Always parallel

Explanation: For a fixed axis of rotation, the angular velocity vector and the angular momentum vector always point in the same direction.

109. A particle of mass m moves in a circle of radius r with a uniform angular velocity ω . What is the magnitude of its angular momentum about the center of the circle?

- a) $mr\omega$ b) $m\omega 2r$
c) $mr^2\omega$ d) $12mr^2\omega$

Answer: c) $mr^2\omega$

Explanation: Angular momentum (L) is the product of moment of inertia (I) and angular velocity (ω) ($L=I\omega$). For a particle in circular motion, $L=mr^2\omega$.

110. If the angular momentum of a system remains constant, what happens to its rotational kinetic energy if its moment of inertia decreases?

- (a) Rotational kinetic energy will increase.
(b) Rotational kinetic energy will decrease.
(c) Rotational kinetic energy will remain constant.
(d) Cannot be determined without more information.

Answer: (b) Rotational kinetic energy will decrease.

111. When does angular momentum remain constant?

- a) When the net external torque is zero.
b) When the angular velocity increases.
c) When the moment of inertia is constant.
d) When the angular velocity is zero.

Answer: a) When the net external torque is zero.

Explanation: The law of conservation of angular momentum states that if the net external torque acting on a system is zero, its total angular momentum remains constant.

112. A particle is placed inside a uniform spherical shell of mass M . The gravitational force on the particle is:

- A. Proportional to its distance from the center.
- B. Proportional to its distance from the shell.
- C. Zero.
- D. Depends on the particle's mass.

Answer: C

Explanation:

This is a direct application of Newton's shell theorem. The gravitational force exerted by a uniform spherical shell on a particle inside it is zero, regardless of the particle's position. The force is non-zero only if the particle is outside the shell.

113. In a manned satellite orbiting the Earth, astronauts experience weightlessness because:

- a) The acceleration due to gravity at that height is zero.
- b) The satellite is in a state of free fall towards the Earth.
- c) The normal force by the satellite on the astronaut is balanced by the Earth's attraction.
- d) The satellite is moving at a very high speed, cancelling out gravity.

Answer: b) The satellite is in a state of free fall towards the Earth

Explanation: Astronauts and the satellite are continuously falling towards the Earth under the influence of gravity. The experience of weightlessness comes from the absence of a normal force, as both the astronaut and the satellite accelerate towards Earth at the same rate

114. According to Kepler's First Law of Planetary Motion, planets move around the Sun in:

- a) Circular orbits.
- b) Parabolic orbits.
- c) Elliptical orbits with the Sun at one focus.
- d) Hyperbolic orbits.

Answer: c) Elliptical orbits with the Sun at one focus.

115. The property of a solid which prevents it from changing its shape easily is called:

- a) Fluidity
- b) Rigidity
- c) Compressibility
- d) Viscosity

Answer: b) Rigidity

Explanation: Solids possess a definite shape and volume because their constituent particles are held together by strong intermolecular forces in a fixed lattice structure. This makes them rigid and resistant to changes in shape.

116. Surface tension is caused by:

- a) Adhesive forces between liquid and air.
- b) Cohesive forces among liquid molecules.
- c) Gravitational forces.
- d) Viscosity.

Answer: b) Cohesive forces among liquid

molecules.

Explanation: Cohesive forces are the intermolecular attractive forces between similar molecules. In a liquid, the molecules at the surface are pulled inward by stronger cohesive forces from neighboring liquid molecules than by the weaker forces from the air molecules above. This inward pull minimizes the liquid's surface area and gives it an elastic-like quality.

117. The ratio of dynamic viscosity to fluid density is called:

- a) Kinematic viscosity b) Specific weight
c) Specific gravity d) Shear stress

Answer: a) Kinematic viscosity

Explanation: Kinematic viscosity (ν) is defined as the ratio of dynamic viscosity (μ) to fluid density (ρ), represented by the equation $\nu = \mu / \rho$.

118. When a spherical water drop of diameter 2 mm splits into 8 small drops of equal size, the total surface area:

- a) Increases b) Decreases
c) Remains the same
d) First increases, then decreases

Answer: a) Increases

Explanation: When a larger drop splits into smaller drops, the total volume remains the same, but the total surface area increases. More energy is required to increase the surface area, a process that is driven by surface tension.

119. The stored potential energy in a stretched or compressed spring is given by:

- a) $PE = 1/2kx$ b) $PE = kx^2$
c) $PE = 1/2kx^2$ d) $PE = kx$

Answer: c) $PE = 1/2kx^2$

Explanation: Elastic potential energy is the energy stored in a spring due to its compression or extension. It is calculated by the formula

$PE = 1/2kx^2$, where k is the spring constant and x is the displacement.

120. A stiffer spring will have a:

- a) Lower spring constant
b) Higher spring constant
c) Spring constant of any value
d) Spring constant that is difficult to predict

Answer: b) Higher spring constant

Explanation: The spring constant (k) is a direct measure of stiffness. A high value of k means a greater force is required to produce a given amount of displacement, indicating a stiffer spring.

121. Surface tension is the property of a liquid surface that tends to:

- a) Minimize its volume
b) Maximize its area
c) Minimize its surface area
d) Increase its density

Answer: c) Minimize its surface area

Explanation: Surface tension arises from the cohesive forces between liquid molecules. Molecules at the surface are pulled inward and sideways, creating a tendency for the liquid surface to contract

to the smallest possible area, similar to a stretched membrane.

122. For a liquid in a capillary tube, the rise in height 'h' is given by the formula $h = (2S \cos\theta) / (\rho r g)$. What does 'S' represent in this formula?

- a) Density of the liquid
- b) Radius of the capillary tube
- c) Surface tension of the liquid
- d) Angle of contact

Answer: c) Surface tension of the liquid

Explanation: In the formula for capillary rise, 'S' stands for the surface tension of the liquid, which is the force per unit length that causes the liquid to rise.

123. The work done in blowing a soap bubble of radius R

with surface tension T is:

- (a) $4\pi R^2 T$
- (b) $8\pi R^2 T$
- (c) $4/3\pi R^3 T$
- (d) $2\pi R T$

Answer: (b) $8\pi R^2 T$

Explanation: A soap bubble has two free surfaces (inner and outer). The total surface area of a soap bubble of radius R is

$$2 \times 4\pi R^2 = 8\pi R^2$$

. The work done in blowing the bubble is equal to the increase in surface energy, which is given by the product of surface tension and the change in surface area.

Thus, work done

$$W = T \times (8\pi R^2) = 8\pi R^2 T.$$

124. How does increasing the temperature affect the viscosity of most liquids?

- A) It increases the viscosity.
- B) It decreases the viscosity.
- C) It has no effect on the viscosity.
- D) It increases viscosity up to a certain point, then decreases it.

Answer: B) It decreases the viscosity.

Explanation: For liquids, an increase in temperature gives molecules more kinetic energy, causing them to move more rapidly and overcome intermolecular forces more easily. This reduces the fluid's internal friction and, therefore, its viscosity.

125. A rain drop falls through the air and eventually reaches a constant velocity. This is known as:

- A) Escape velocity
- B) Critical velocity
- C) Terminal velocity
- D) Turbulent velocity

Answer: C) Terminal velocity.

Explanation: Terminal velocity is the constant velocity reached by a falling object when the drag force exerted by the fluid (in this case, air) becomes equal to the force of gravity.

126. According to Bernoulli's theorem, for an ideal, steady, and incompressible fluid flow, the total energy per unit volume at any point is:

- a) Variable
- b) Increasing
- c) Decreasing
- d) Constant

Answer: d) Constant

Explanation: Bernoulli's theorem is a statement of the conservation of energy for a flowing fluid. It asserts that the total energy (pressure energy, kinetic energy, and

potential energy) per unit volume remains constant along a streamline in an ideal flow.

127. An airplane wing is designed with a curved top surface and a flatter bottom surface.

How does this shape help generate lift?

- The air pressure above the wing is higher than the pressure below.
- The air speed below the wing is faster than the speed above.
- The air speed above the wing is faster, creating lower pressure.
- The air speed above the wing is slower, creating higher pressure.

Answer: c) The air speed above the wing is faster, creating lower pressure.

Explanation:

The curved top surface of the wing causes the air flowing over it to travel a greater distance in the same amount of time as the air flowing under the flatter bottom surface. This makes the air speed higher above the wing. According to Bernoulli's principle, higher speed corresponds to lower pressure. The resulting pressure difference, with lower pressure above and higher pressure below, creates an upward force called dynamic lift.

128. What is the magnetic susceptibility of a superconductor? (সুপারকন্ডাক্টরের চৌম্বক সংবেদনশীলতা কত?)

- 0 (শূন্য)
- Positive (ধনাত্মক)
- Negative (ঋণাত্মক)

d) All of above could be (উপরের সবগুলো হতে পারে)

Answer: c)

Explanation: A superconductor exhibits the Meissner effect, where it expels all magnetic field lines from its interior. This makes it a perfect diamagnet. The magnetic susceptibility (χ) of a perfect diamagnet is -1 , which means it is always negative. Therefore, superconductors have negative magnetic susceptibility. (সুপারকন্ডাক্টর Meissner effect প্রদর্শন করে, যেখানে এটি ভেতর থেকে সব চৌম্বক ক্ষেত্র বের করে দেয়। এর ফলে এটি একটি নিখুঁত ডায়াম্যাগনেট হয়। নিখুঁত ডায়াম্যাগনেটের চৌম্বক সংবেদনশীলতা (χ) = -1 , অর্থাৎ সবসময় ঋণাত্মক। তাই সুপারকন্ডাক্টরের চৌম্বক সংবেদনশীলতা ঋণাত্মক।)

129. Which of the following cannot be directly calculated using Gauss's law? (নিম্নলিখিত কোনটি গাউসের সূত্র ব্যবহার করে সরাসরি নির্ণয় করা যায় না?)

- Electric field in irregular distribution (অনিয়মিত আধান বন্টনে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র)
- Electric field in spherical symmetry (গোলীয় প্রতিসাম্যে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র)
- Electric field in cylindrical symmetry (বেলনাকার প্রতিসাম্যে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র)
- Electric flux through a closed surface (একটি আবদ্ধ পৃষ্ঠ দিয়ে বৈদ্যুতিক ফ্লাক্স)

Answer: c)

Explanation: Gauss's law is most useful when the charge distribution has high symmetry (spherical, cylindrical, or planar). In such cases, the electric field can be calculated directly. However, for an

irregular distribution of charge, the symmetry is lost, so Gauss's law cannot be directly applied to find the electric field. Instead, other methods like Coulomb's law or integration are needed. Still, Gauss's law can always calculate electric flux through any closed surface, regardless of symmetry. (গাউসের সূত্র তখনই সবচেয়ে কার্যকর, যখন আধান বন্টনটি অত্যন্ত প্রতিসম হয় (গোলীয়, বেলনাকার বা সমতল প্রতিসাম্য)। এই ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র সরাসরি নির্ণয় করা যায়। কিন্তু যদি আধান বন্টন অনিয়মিত হয়, তবে কোন প্রতিসাম্য থাকে না, ফলে গাউসের সূত্র ব্যবহার করে সরাসরি বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র নির্ণয় সম্ভব নয়। এ ক্ষেত্রে কুলম্বের সূত্র বা সমাকলন প্রয়োগ করতে হয়। তবে, যে কোনো অবস্থাতেই গাউসের সূত্র দিয়ে একটি আবদ্ধ পৃষ্ঠ দিয়ে ফ্লাক্স নির্ণয় করা সম্ভব।)

130. What is the energy density (energy stored per unit volume) of a parallel-plate capacitor, in terms of the electric field E? (সমান্তরাল পাতের ধারকের প্রতি একক আয়তনের শক্তি কত, যেখানে E হলো দুটি পাতের মধ্যে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র?)

- a) $\epsilon_0 E^2/2$ b) $\epsilon_0 E /2$
 c) $\epsilon_0 E^2/3$ d) $\epsilon_0 E /3$

Answer: a) $\epsilon_0 E^2/2$

131. The wave function must be: তরঙ্গ ফাংশন কেমন হয়:

- a) Normalizable b) Continuous
 c) Differentiable d) All of the above

Answer: d)

Explanation: A physically valid wave function in quantum mechanics must be normalizable, continuous, and differentiable

132. Time period of seconds pendulum on moon ($g_{\text{moon}} = g/6$) is? একটি সেকেন্ড দোলককে চাঁদে নেয়া হলে দোলনকাল কত হবে? ($g_{\text{moon}} = g/6$)

- a) 2 sec b) $2\sqrt{6}$ sec
 c) $2/\sqrt{6}$ sec d) 12sec

Answer: b)

Explanation: $T \propto 1/\sqrt{g} \rightarrow T_{\text{moon}} = T_{\text{earth}} \times \sqrt{6}$

133. Two waves $y_1 = 5 \sin(\omega t)$ and $y_2 = 5 \sin(\omega t + \pi/3)$ superpose. The amplitude of resultant wave is: দুটি তরঙ্গ $y_1 = 5 \sin(\omega t)$ এবং $y_2 = 5 \sin(\omega t + \pi/3)$ সুপারপজিট হয়। পরিণামী তরঙ্গের বিস্তার হল:

- a) 5 b) $5\sqrt{3}$
 b) 10 d) $5\sqrt{(2+\sqrt{3})}$

Answer: b)

Explanation: formula: $A = 2A_0 \cos(\phi/2) = 2 \times 5 \times \cos(\pi/6) = 10 \times (\sqrt{3}/2) = 5\sqrt{3}$

134. A particle is undergoing SHM with displacement given by $x(t) = A \sin(\omega t)$. What is the instantaneous velocity at the extreme position (where displacement is maximum)?

- a) Zero
 b) Maximum velocity
 c) Half the maximum velocity
 d) Equal to angular velocity

Answer: a) Zero

Explanation: At the extreme positions (amplitude, A), the particle momentarily stops before changing direction. Therefore, its instantaneous velocity is zero at these points.

135. In the equation of motion for SHM, $a = -\omega^2 x$, what does ω represent?

- a) Amplitude
- b) Time Period
- c) Angular Frequency
- d) Frequency

Answer: c) Angular Frequency

136. A police car with a siren emitting a frequency of 700 Hz is moving towards a stationary observer at a speed of 30 m/s. If the speed of sound in air is 343 m/s, what is the frequency heard by the observer?

Options:

- a) 767 Hz
- b) 644 Hz
- c) 700 Hz
- d) 750 Hz

Answer: a) 767 Hz

Explanation: In this scenario, the source is moving towards a stationary observer, and the observer's speed (v_o) is 0 ; $f=700$ Hz ; $v=343$ m/s ; $v_s=30$; $v_o=0$ m/s

The formula becomes:

$$f' = f \left\{ \frac{v}{(v - v_s)} \right\} = 700 \left(\frac{343}{343 - 30} \right) = 700 \left(\frac{343}{313} \right) \approx 767 \text{ Hz}$$

137. Which of the following describes the apparent frequency when a sound source moves away from a stationary observer?

Options:

- a) The apparent frequency is higher than the original frequency.
- b) The apparent frequency is lower than the original frequency.
- c) The apparent frequency is the same as the original frequency.
- d) The apparent frequency depends on the wavelength, not the source's speed.

Answer: b) The apparent frequency is lower than the original frequency.

138. In the context of the second law of thermodynamics, which of the following is the most accurate statement regarding entropy generation in an irreversible process?

- a) Entropy is generated only when heat is transferred across a finite temperature difference.
- b) Entropy generation is caused by all forms of irreversibilities, including friction, mixing, and finite-rate heat transfer.
- c) Entropy generation is a measure of the total heat transferred in a process.
- d) Entropy is not generated, but rather transferred from one system to another.

Answer: b) Entropy generation is caused by all forms of irreversibilities, including friction, mixing, and finite-rate heat transfer.

139. Which of the following thermodynamic processes is characterized by a constant temperature?

- (a) Isochoric Process
- (b) Isobaric Process
- (c) Adiabatic Process
- (d) Isothermal Process

Answer: (d) Isothermal Process

Explanation: An isothermal process is one where the temperature of the system remains constant. In an adiabatic process, there is no heat exchange with the surroundings, while in isochoric and isobaric

processes, volume and pressure, respectively, are kept constant.

140. Which law states that for a fixed amount of gas, the volume is directly proportional to its absolute temperature at constant pressure?

- (a) Boyle's Law (b) Charles's Law
(c) Gay-Lussac's Law (d) Avogadro's Law

Answer: (b) Charles's Law

Explanation: Charles's Law describes this relationship, stating that $V/T = \text{constant}$ at constant pressure and for a fixed amount of gas.

141. A calorimeter is a device used to measure:

- (a) Electric potential
(b) Heat changes in physical or chemical processes
(c) Current direction
(d) Absolute temperature

Answer: (b) Heat changes in physical or chemical processes

Explanation: A calorimeter is designed to insulate a system and measure the amount of heat absorbed or released during a process by monitoring temperature changes.

142. For a system maintained at a constant temperature and volume, the condition for thermal equilibrium is that the Helmholtz free energy (F) is:

- a) Maximized.
b) Minimizes.
c) Zero.
d) Dependent on the entropy of the system, but not its internal energy.

Answer: B

Explanation: At constant temperature and volume, equilibrium is reached when the Helmholtz free energy is minimized.

143. Two gases, X and Y, are placed in thermal contact. Gas X has a higher average molecular speed than gas Y. Once thermal equilibrium is reached, which of the following is true?

- a) The average kinetic energy of molecules in Gas X will be higher than in Gas Y.
b) The average kinetic energy of molecules in both gases will be equal.
c) The total kinetic energy of Gas X will be equal to the total kinetic energy of Gas Y.
D. The root-mean-square speed of Gas X will be equal to the root-mean-square speed of Gas Y.

Answer: B

Explanation: Temperature is proportional to the average kinetic energy of molecules. In thermal equilibrium, temperatures are equal, so average kinetic energies are also equal.

144. Which of the following is an example of latent heat transfer in a meteorological context?

- a) Warm air rising near the equator.
b) The formation of hail in a thunderstorm.
c) The dew point temperature being reached.
d) The temperature decrease with altitude.

Answer: c) The dew point temperature being reached.

- c) $T_0/\sqrt{2}$ d) $T_0/\sqrt{3}$

Answer: b)

Explanation: $g_{\text{eff}} = g + g/2 = 3g/2 \rightarrow T \propto 1/\sqrt{g} \rightarrow T = T_0\sqrt{g/g_{\text{eff}}} = T_0\sqrt{2/3}$

150. Which quantity is not a state function in thermodynamics?

- (A) Internal Energy (B) Enthalpy
(C) Entropy (D) Work

Answer: (D) Work

Explanation: State functions are properties that depend only on the current state of the system, not on the path taken to reach that state. Internal energy, enthalpy, and entropy are all state functions. Work, however, is a path function because the amount of work done depends on the specific process or path the system follows.

151. An object falls freely with constant acceleration. If it takes a time t to fall a distance of s_1 , how much further will it fall in the next time interval, also t ?

- A) s_1 B) $2s_1$
C) $3s_1$ D) $4s_1$

Answer: C) $3s_1$

Explanation: For an object starting from rest and falling under constant acceleration, the distance covered in successive equal time intervals is proportional to the sequence of odd numbers (1, 3, 5, etc.). If the distance in the first interval t is s_1 , the distance in the second interval t will be $3s_1$.

152. In the Born interpretation, the wave function $\psi(x,t)$ is (বর্ন ব্যাখ্যায়, তরঙ্গ ফাংশন $\psi(x,t)$ হলো)

- a) A physical wave -একটি ভৌত তরঙ্গ
b) A probability amplitude -একটি সম্ভাব্যতা বিস্তার
c) A classical field - একটি ক্লাসিক্যাল ক্ষেত্র
d) An observable -একটি পর্যবেক্ষণযোগ্য

Answer: b)

Explanation: So, $\psi(x, t)$ itself is a probability amplitude -complex-valued function whose squared magnitude gives probability. This is a fundamental postulate of quantum mechanics.

153. The efficiency of a Carnot engine depends on:

- a) The amount of work done.
b) The type of working substance.
c) The speed of the engine. d) The temperature difference between the hot and cold reservoirs.

Answer: (d) The temperature difference between the hot and cold reservoirs.

Explanation: The maximum efficiency of a heat engine, described by a Carnot cycle, is solely dependent on the absolute temperatures of the hot and cold reservoirs between which the engine operates, according to the formula: Efficiency = $1 - (T_{\text{cold}} / T_{\text{hot}})$.

154. The commutator $[\hat{A}, \hat{B}]$ is defined as: (কমিউটেটর $[\hat{A}, \hat{B}]$ কী দ্বারা সংজ্ঞায়িত?)

- a) $\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}$ b) $\hat{B}\hat{A} - \hat{A}\hat{B}$

- c) $\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A}$ d) $\hat{A}\hat{B} / \hat{B}\hat{A}$

Answer: a)

Explanation: The Commutator of two operators A, B is the operator $C = [A, B]$ such that $C = AB - BA$.

If the operators A and B are scalar operators (such as the position operators) then $AB = BA$ and the commutator is always zero.

155. The unit of entropy in the SI system is:

- a) Joule per Kelvin (J/K)
b) Joule per mole (J/mol)
c) Kelvin per joule (K/J) d) Kelvin (K)

Answer: (a) Joule per Kelvin (J/K)

Explanation: Entropy (S) is a measure of the disorder or randomness of a system. Its SI unit is Joules per Kelvin.

156. What is the primary assumption of the Kinetic Theory of Gases regarding gas molecules?

- (a) They are stationary.
(b) They have negligible volume compared to the container's volume.
(c) They are attracted to each other.
(d) They move in a predictable, non-random path.

Answer: (b)

Explanation: The theory assumes gas molecules are in constant, random motion and that their individual volumes are insignificant compared to the vast empty spaces between them.

157. Which of these conditions best describes a gas behaving ideally?

- (a) High temperature and high pressure.
(b) Low temperature and low pressure.
(c) High temperature and low pressure.
(d) Low temperature and high pressure.

Answer: (c)

Explanation: Ideal gas behavior is approached when molecules are far apart (low pressure) and have high kinetic energy (high temperature), minimizing attractive forces and intermolecular interactions.

158. What is the significance of the average velocity of gas molecules being zero?

- (a) All molecules have the same velocity.
(b) The net momentum of the gas is zero.
(c) The molecules have no kinetic energy.
(d) The gas is not moving at all.

Answer: (b)

Explanation: Because gas molecules move in random directions, their velocities cancel out in the vector sum, resulting in a zero average velocity and zero net momentum.

159. The binding energy of ${}^4\text{He}$ is 28.3 MeV.

What is its mass defect? (${}^4\text{He}$ -এর বন্ধন শক্তি 28.3 MeV। এর ভর ক্রটি কত?)

- a) 0.0304 u b) 0.0299 u
c) 0.0312 u d) 0.0283 u

Answer: (b)

Explanation: $\Delta m = E/c^2 = 28.3/931.5 \approx 0.0304$ u

The binding energy is given as 28.3 MeV. To find the mass defect in atomic mass units, the conversion factor $1 \text{ amu} = 931.5 \text{ MeV}/c^2$ is used.

160. In the liquid drop model, the asymmetry energy term arises due to: (তরল ফোঁটা মডেলে, অসমতা শক্তি পদটি কী কারণে উৎপন্ন হয়?)

- a) Coulomb repulsion between protons (প্রোটনগুলির মধ্যে কুলম্ব বিকর্ষণ)
- b) Excess neutrons over protons reducing binding (প্রোটনের চেয়ে বেশি নিউট্রন থাকায় বন্ধন কমে যাওয়া)
- c) Surface tension effects (পৃষ্ঠটানের প্রভাব)
- d) Pairing of identical nucleons (একই ধরনের নিউক্লিয়নের জোড়ায়ন)

Answer: (b)

Explanation: The asymmetry energy arises because unequal numbers of neutrons and protons lead to higher total kinetic energy due to the Pauli exclusion principle – reducing the binding energy of the nucleus.

161. In a series LCR circuit, $R = 10\Omega$, $X_L = 20\Omega$, $X_C = 10\Omega$. Impedance $Z = ?$ (শ্রেণিবদ্ধ LCR সার্কিটে $R = 10\Omega$, $X_L = 20\Omega$, $X_C = 10\Omega$ । ইম্পিডেন্স $Z = ?$)

- a) 10Ω
- b) $10\sqrt{2}\Omega$
- c) $20\sqrt{2}\Omega$
- d) 20Ω

Answer: (b)

Explanation: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ which results in $Z = \sqrt{(10)^2 + (20 - 10)^2} = \sqrt{(100 + 100)} = \sqrt{200} \approx 14.14\Omega$.

162. If a point charge is placed at the center of a cube, what is the electric flux through one face of the cube?

- a) Q/ϵ_0
- b) $Q/4\epsilon_0$
- c) $Q/6\epsilon_0$
- d) 0

Answer: (c)

Explanation: The total flux through the cube is Q/ϵ_0 by Gauss's Law. Since a cube has 6 identical faces, and the charge is at the center, the flux is distributed equally among them, making the flux through one face $Q/6\epsilon_0$.

163. For a dipole with moment p in a uniform electric field E , torque is maximum when angle between p and E is: (একটি ডাইপোলার ভেক্টর মোমেন্ট p একটি সুষম তড়িৎক্ষেত্র E -এর সাথে কোণ কত হলে টর্ক সর্বোচ্চ হয়?)

- a) 0°
- b) 90°
- c) 180°
- d) 45°

Answer: b)

Explanation:

The torque is maximized when the value of $\sin\theta$ is at its maximum. The maximum value of $\sin\theta$ is 1, which occurs when $\theta=90^\circ$.

164. Why is a Gaussian surface with symmetry useful in applying Gauss's Law?

- a) It simplifies the calculation of the electric field by making the $E \cdot dA$ term constant or easily manageable.
- b) It increases the enclosed charge.
- c) It reduces the surface area.
- d) It always results in a zero electric field.

Answer: a)

Explanation: Gauss's Law is most powerful when applied to symmetrical charge distributions (like spherical, cylindrical, or planar) which allows for the choice of a symmetrical Gaussian surface that simplifies the integral to $\Phi = E \cdot A$.

165. When light enters a denser medium, its:(
যখন আলো একটি ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করে, তখন এর:)

- a) Wavelength increases, frequency remains same (তরঙ্গদৈর্ঘ্য বাড়ে, কম্পাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে)
- b) Wavelength decreases, frequency remains same (তরঙ্গদৈর্ঘ্য কমে, কম্পাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে)
- c) Frequency increases, wavelength unchanged (কম্পাঙ্ক বাড়ে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকে)
- d) Speed decreases, wavelength decreases (গতি কমে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য কমে)

Answer: a)

Explanation: When light enters a denser medium, it slows down and bends towards the normal (the line perpendicular to the surface). This phenomenon is known as refraction, and it occurs because the speed of light changes as it moves from one medium to another. While the speed and wavelength of light decrease, its frequency remains constant.

166. A diode is best described as a:

- a) Resistor
- b) Ohmic device
- c) Non-ohmic device
- d) Capacitor

Answer: c) Non-ohmic device.

Explanation: A non-ohmic resistance does not obey Ohm's Law, meaning its resistance changes with the voltage or current applied. A diode, which allows current to flow easily in one direction but blocks it in

the other, is a classic example of a non-ohmic device.

167. In a series circuit, the current through each component is:

- a) Different
- b) The same
- c) Zero
- d) Depends on the component

Answer: b) The same.

Explanation: In a series circuit, there is only one path for the current to flow, so the current is identical at every point and through every component in the circuit.

168. The maximum order m that can be observed for $\lambda = 500 \text{ nm}$ is: (একটি ডিফ্রাকশন গ্রেটিং-এ 5000 \AA লাইন/সেমি আছে। $\lambda = 500 \text{ nm}$ -এর জন্য পর্যবেক্ষণ করা যায় এমন সর্বোচ্চ ক্রম m হল:)

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

Answer: d)

Explanation: rearrange to solve for the maximum possible integer value of m : $m_{\text{max}} \leq d/\lambda$

169. The electromagnetic spectrum in order of increasing wavelength is: (তাড়িতচুম্বক স্পেকট্রামে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধির বিন্যাস হবে:)

- a) Gamma rays \rightarrow X-rays \rightarrow UV \rightarrow Visible \rightarrow IR \rightarrow Microwaves \rightarrow Radio waves
- b) Radio waves \rightarrow Microwaves \rightarrow IR \rightarrow Visible \rightarrow UV \rightarrow X-rays \rightarrow Gamma rays
- c) Gamma rays \rightarrow X-rays \rightarrow IR \rightarrow Visible \rightarrow UV \rightarrow Microwaves \rightarrow Radio waves
- d) Radio waves \rightarrow Microwaves \rightarrow UV \rightarrow Visible \rightarrow IR \rightarrow X-rays \rightarrow Gamma rays

Answer: a)

170. What happens to the inductive reactance of an AC supply when the frequency is increased?

- a) It decreases b) It increases
 c) It remains the same d) It becomes zero

Answer: b) It increases.

Explanation: Inductive reactance (X_L) is directly proportional to the frequency (f) and the inductance (L) ($X_L = 2\pi fL$). Therefore, increasing the frequency will increase the inductive reactance.

171. The fine structure splitting in atomic spectra arises due to: (পারমাণবিক স্পেকট্রামের সুক্ষ্ম কাঠামো বিভাজন ঘটে কেন?)

- a) Nuclear spin (নিউক্লিয় স্পিনের কারণে)
 b) Spin-orbit (স্পিন-অরবিট মিথস্ক্রিয়ার কারণে)
 c) Relativistic correction (আপেক্ষিক সংশোধনের কারণে)
 d) Both B and C (B ও C উভয়ের কারণে)

Answer: b)

Explanation: Fine structure splitting in atomic spectra arises primarily from the spin-orbit interaction, which is the weak interaction between the electron's intrinsic spin (its magnetic dipole moment) and the internal magnetic field created by its orbital motion around the nucleus.

172. A current-carrying wire is next to a circular conducting loop, with the current I in the wire increasing. What is the direction of the induced current in the loop?

- A. Clockwise.
 B. Counter-clockwise.

C. No current is induced.

D. The direction depends on the distance from the wire.

Answer: B

Explanation: The increasing wire current produces an increasing magnetic field into the loop. By Lenz's law, the induced current creates an opposing field out of the page, leading to a counter-clockwise induced current.

173. A bar magnet moves away from a solenoid. The induced current in the solenoid creates a magnetic pole that:

- A. Repels the magnet, resisting its motion.
 B. Attracts the magnet, resisting its motion.
 C. Repels the magnet, assisting its motion.
 D. Attracts the magnet, assisting its motion.

Answer: B

Explanation: As the magnet moves away, magnetic flux decreases. Lenz's law causes the induced current to create a magnetic field that opposes this change by attracting the magnet back, resisting its motion.

174. In a three-level laser, population inversion occurs between: (তিন স্তরীয় লেজারে, পপুলেশন ইনভারশন ঘটে:)

- a) Level 1 and 2 b) Level 2 and 3
 c) Level 1 and 3 d) Level 2 and 1

Answer: c)

Explanation: In a three-level laser system, population inversion occurs between : The upper laser level (E_2) and the lower laser level (E_1)

175. For an interference pattern to be stable, the sources of light must be:

- a) Of the same intensity
- b) Of the same amplitude
- c) Coherent
- d) Of the same frequency but incoherent

Answer: c) Coherent

Explanation: Coherent sources maintain a constant phase difference between them, which is crucial for a stable and observable interference pattern.

176. For greatest diffraction of a wave, the size of the obstacle or aperture should be:

- a) Much larger than the wavelength
- b) Much smaller than the wavelength
- c) Comparable to the wavelength
- d) Independent of the wavelength

Answer: c) Comparable to the wavelength

Explanation: Diffraction effects are most pronounced when the size of the opening or obstacle is similar in magnitude to the wavelength of the wave.

177. A photon of energy 10 eV is scattered at 90 degree. The energy of the scattered photon is approximately: (10 eV শক্তির একটি ফোটন ৯০° কোণে বিক্ষিপ্ত হয়। বিক্ষিপ্ত ফোটনের শক্তি প্রায়:)

- a) 10 eV
- b) 9.9 eV
- c) 9.8 eV
- d) 9.7eV

Answer: b) 9.9 eV

Explanation: Since the original energy (10 eV) is much smaller than the electron rest energy (511 keV), Compton shift is

negligible, and the photon loses almost no energy.

178. Superconductivity was first discovered by:(সুপারকন্ডাক্টিভিটি সর্বপ্রথম কে আবিষ্কার করেন?)

- a) Onnes
- b) Albert Einstein
- c) John Bardeen
- d) Niels Bohr

Answer: a)

Explanation: Discovered in 1911 by Onnes in mercury at 4.2 K — first observation of zero resistance.

179. If an electron and a proton have the same de Broglie wavelength, which has the greater kinetic energy?

- a) Electron
- b) Proton
- c) Both have the same kinetic energy
- d) It depends on the specific wavelength

Answer: a)

Explanation: The de Broglie wavelength (λ) is given by $\lambda = h/p$, where h is Planck's constant and p is the momentum. Kinetic energy (KE) is related to momentum by $KE = p^2/2m$. If λ is the same, then p is the same for both particles. Since the electron has a much smaller mass (m) than the proton, the electron will have a greater kinetic energy ($KE \propto 1/m$).

180. A tunnel is dug along a diameter of Earth. The time period of oscillation of a particle dropped in it is:(পৃথিবীর ব্যাস বরাবর সুড়ঙ্গে ফেলা কণার দোলনকাল কত?)

- a) $2\pi\sqrt{(R/g)}$
- b) $2\pi\sqrt{(g/R)}$
- c) $\pi\sqrt{(R/g)}$
- d) Independent of R

Answer: a)

Explanation: When a particle is dropped into the tunnel along the diameter, it oscillates back and forth through the center of the Earth. The gravitational force on the particle is proportional to its distance from the Earth's center, which is a characteristic of SHM. Motion is SHM with $T = 2\pi\sqrt{R/g}$ — same as orbital period at surface!

181. Two planets have the same density but different radii. The ratio of their escape velocities is:(দুটি গ্রহের একই ঘনত্ব কিন্তু ভিন্ন ব্যাসার্ধ হলে-এদের মুক্তিবেরগের অনুপাত হবেঃ)

- a) R_2/R_1 b) $(R_2/R_1)^{1/2}$
 c) $(R_2/R_1)^2$ d) $(R_2/R_1)^{3/2}$

Answer: a)

Explanation: If two planets have the same density but different radii, the ratio of their escape velocities is equal to the ratio of their radii. This is because escape velocity is proportional to the square root of the radius when density is constant ($v_e \propto \sqrt{\rho R^2}$), and therefore, the ratio of escape velocities (v_{e1}/v_{e2}) will be equal to the ratio of their radii (R_1/R_2), for example, if the radius of planet A is twice that of planet B, the ratio of their escape velocities is 2:1.

182. In a JFET, pinch-off voltage is the voltage at which:(একটি JFET এ, পিন্চ-অফ ভোল্টেজ কেমন হবে?)

- a) Drain current becomes zero (ড্রেন কারেন্ট শূন্য হয়)
 b) Channel is completely closed (চ্যানেল সম্পূর্ণ বন্ধ হয়)

- c) Gate current starts flowing (গেট কারেন্ট প্রবাহিত হওয়া শুরু হয়)
 d) Breakdown occurs (ব্রেকডাউন ঘটে)

Answer: b)

Explanation: In a JFET, pinch-off voltage is the voltage at which the channel is pinched off at the drain end and the drain current becomes constant (saturation begins). Pinch-off voltage in a JFET is the gate-source voltage at which the channel is effectively "pinched off," meaning it is completely constricted, preventing any further current flow from flowing through the device. This results in the drain current becoming zero.

183. In central force motion, which quantity is always conserved? (কেন্দ্রমুখী বলের গতিতে কোন রাশিটি সর্বদা সংরক্ষিত থাকে?)

- a) Linear momentum — রৈখিক ভরবেগ
 b) Energy and angular momentum — শক্তি ও কৌণিক ভরবেগ
 c) Torque — টর্ক
 d) Velocity — বেগ

Answer: b)

Explanation: In central force motion, angular momentum is always conserved because the force is always directed towards or away from a fixed point, resulting in zero torque on the object.

184. Which tensor describes spacetime curvature in General Relativity? সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্বে (General Relativity) কোন টেনসর কাল-বিন্যাসের (spacetime) বক্রতা বর্ণনা করে?

- a) Christoffel symbol $\Gamma^\lambda_{\mu\nu}$

- b) Riemann curvature tensor $R^\rho_{\sigma\mu\nu}$
- c) Stress-energy tensor $T_{\mu\nu}$
- d) Metric tensor $g_{\mu\nu}$

Answer: b)

Explanation: 1.Riemann tensor $R^\rho_{\sigma\mu\nu}$ encodes full spacetime curvature (20 independent components).

2.Ricci tensor (contraction of Riemann) and scalar appear in Einstein's equations.

3.Christoffel symbols are not tensors — they describe connection, not curvature.

4.Metric defines distances; stress-energy is the source

185. In a RADAR system, what does the beam width primarily determine? (রাডার সিস্টেমে বিম প্রস্থ মূলত কী নির্ধারণ করে?)

- a) Range accuracy (রেঞ্জ নির্ভুলতা)
- b) Angular resolution (কোণীয় রেজোলিউশন)
- c) Pulse duration (পালসের দৈর্ঘ্য)
- d) Frequency stability (ফ্রিকোয়েন্সি স্থিতিশীলতা)

Answer: b)

Explanation: The beam width of a RADAR antenna determines its angular resolution, which is the ability to distinguish between two closely spaced targets in angle. A narrower beam width results in better angular resolution, allowing the RADAR to separate targets that are close together in direction. Range accuracy is determined by pulse duration, not beam width.(রাডার অ্যান্টেনার বিম প্রস্থ কোণীয় রেজোলিউশন নির্ধারণ করে, অর্থাৎ দুইটি কাছাকাছি অবস্থানের টার্গেটকে আলাদা করার ক্ষমতা। কম বিম প্রস্থ হলে কোণীয় রেজোলিউশন উন্নত হয়, যা রাডারকে দিক অনুযায়ী

কাছাকাছি টার্গেট আলাদা করতে সাহায্য করে। রেঞ্জ নির্ভুলতা পালস দৈর্ঘ্য দ্বারা নির্ধারিত হয়, বিম প্রস্থ দ্বারা নয়।)

186. At constant temperature, if the volume of a gas is halved, its pressure will:

- (a) Become one-third
- (b) Become one-half
- (c) Double
- (d) Become four times

Answer: (c) Double

Explanation: According to Boyle's Law (at constant temperature), pressure is inversely proportional to volume. If the volume is halved, the pressure doubles.

187. average kinetic energy of gas molecules is directly proportional to:

- a) Volume
- b) Pressure
- c) Temperature
- d) Mass

Answer: (c) Temperature

Explanation: A fundamental principle of the kinetic theory of gases states that the average kinetic energy of the molecules is directly proportional to the absolute temperature of the gas.

188. Which component is known as a "negative resistance" device?

- A) Resistor
- B) Capacitor
- C) Zener Diode
- D) Inductor

Answer: C

Explanation: A Zener diode exhibits a specific type of negative resistance in its breakdown region, where increasing the voltage across it results in a decrease in its current.

189. What is the purpose of a capacitor in a circuit?

- A) To resist current flow
- B) To generate heat
- C) To store electrical energy in an electric field
- D) To amplify a signal

Answer: C

Explanation: A capacitor stores electrical energy in an electrostatic field between two conductors separated by an insulator (dielectric). It charges and discharges, affecting AC current and filtering out unwanted frequencies in circuits.

190. If the uncertainty in position is Δx and the uncertainty in momentum is Δp , the Heisenberg Uncertainty principle states that:

- a) $\Delta x + \Delta p \geq \hbar/2$
- b) $\Delta x * \Delta p \leq \hbar/2$
- c) $\Delta x * \Delta p \geq \hbar/2$
- d) $\Delta x / \Delta p \geq \hbar/2$

Answer: c) $\Delta x * \Delta p \geq \hbar/2$

Solution: This is a direct statement of the Heisenberg Uncertainty Principle for position and momentum, where \hbar is the reduced Planck constant.

191. Which type of semiconductor device is commonly used in barcode readers? (বারকোড রিডারে সাধারণভাবে কোন ধরনের সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস ব্যবহৃত হয়?)

- a) Junction diode (জংশন ডায়োড)
- b) Laser diode (লেজার ডায়োড)
- c) Zener diode (জেনার ডায়োড)
- d) Varactor diode (ভ্যারাক্টর ডায়োড)

Answer: c)

Solution: Barcode readers use laser diodes to emit a focused beam of light that scans the barcode. The laser light reflects off the

barcode's black and white patterns, and a photodetector captures the reflected light to decode the information. Other diodes like junction, Zener, or varactor are not suitable for emitting the coherent and intense light required in barcode scanning.

192. In a hexagonal crystal system, how many Bravais lattices are there? (হেক্সাগোনাল ক্রিস্টাল সিস্টেমে কতটি ব্রাভিস ল্যাটিস আছে?)

- a) 2
- b) 1
- c) 3
- d) 4

Answer: b)

Solution: (In the hexagonal crystal system, there is only one Bravais lattice, called the hexagonal lattice. This lattice is characterized by two equal axes at 120° in the basal plane and a third axis perpendicular to them. It forms the basis for hexagonal close-packed (HCP) structures found in metals like magnesium and zinc.) (হেক্সাগোনাল ক্রিস্টাল সিস্টেমে কেবল একটি ব্রাভিস ল্যাটিস আছে, যা হেক্সাগোনাল ল্যাটিস নামে পরিচিত। এই ল্যাটিসটি বৈশিষ্ট্যযুক্ত যে ভিত্তি সমতলে দুটি সমান অক্ষ 120° কোণে এবং একটি তৃতীয় অক্ষ তাদের লম্বভাবে। এটি ম্যাগনেসিয়াম ও জিঙ্কের মতো ধাতুতে পাওয়া হেক্সাগোনাল ক্লোজ-প্যাকড (HCP) কাঠামোর ভিত্তি তৈরি করে।)

193. A crystal structure is formed by associating a basis with every point of a: (প্রতিটি বিন্দুর সাথে একটি বেসিস যুক্ত করে ক্রিস্টাল কাঠামো তৈরি হয়:)

- a) Unit cell (একক কোষ)
- b) Bravais lattice (ব্রাভিস ল্যাটিস)
- c) Crystal system (ক্রিস্টাল সিস্টেম)

d) Reciprocal lattice (রিসিপ্রোক্যাল ল্যাটিস)

Answer: b)

Solution: (In crystallography, a Bravais lattice is a set of points in space arranged in such a way that each point has an identical environment. By associating a basis (a group of atoms) with each lattice point, a complete crystal structure is formed. This concept is fundamental to understanding periodicity, symmetry, and crystal classification.) (ক্রিস্টালোগ্রাফিতে, একটি ব্রাভিস ল্যাটিস হলো এমন একটি বিন্দুর সেট যা এমনভাবে স্থানান্তরিত থাকে যে প্রতিটি বিন্দুর পরিবেশ একই থাকে। প্রতিটি ল্যাটিস বিন্দুর সাথে একটি বেসিস (আয়নের একটি গ্রুপ) যুক্ত করে সম্পূর্ণ ক্রিস্টাল কাঠামো তৈরি হয়। এই ধারণা পিরিয়ডিসিটি, সিমিট্রি, এবং ক্রিস্টাল শ্রেণীবিন্যাস বোঝার জন্য গুরুত্বপূর্ণ।)

194. What does the abbreviation SCR stand for? (SCR-এর পূর্ণ রূপ কী?)

- a) Silicate controlled rectifier
- b) Silicon controlled rectification
- c) Silicon controlled rectifier
- d) Silicate controlling rectification

Answer: c)

Explanation: An SCR is a type of semiconductor device used to control high power in AC and DC circuits. It acts as a switch that can turn on when a small gate current is applied, allowing current to flow from anode to cathode. The name “Silicon Controlled Rectifier” indicates that it is made of silicon and its conduction is controlled electronically. (SCR হলো একটি সেমিকন্ডাক্টর

ডিভাইস যা AC এবং DC সার্কিটে উচ্চ শক্তি নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি একটি সুইচের মতো কাজ করে যা একটি ছোট গেট কারেন্ট প্রয়োগ করলে চালু হয় এবং এনোড থেকে ক্যাথোড পর্যন্ত কারেন্ট প্রবাহিত হতে দেয়। “Silicon Controlled Rectifier” নামটি নির্দেশ করে যে এটি সিলিকন দিয়ে তৈরি এবং এর পরিবাহিতা ইলেকট্রনিকভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়।)

195. Which of the following methods is not used to generate electron-hole pairs in electronic devices? (নিম্নলিখিত কোন পদ্ধতি ইলেকট্রনিক ডিভাইসে ইলেকট্রন-হোল যুগল তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয় না?)

- a) Thermal excitation (তাপীয় উত্তেজনা)
- b) Impact ionization (প্রভাব আয়নায়ন)
- c) Photo excitation (ফটো উত্তেজনা)
- d) Impurity injection (অশুদ্ধি/ইম্পিউরিটি ইনজেকশন)

Answer: d)

Explanation: Electron-hole pairs in semiconductors can be generated by thermal excitation (electrons gain enough thermal energy to jump from the valence band to the conduction band), impact ionization (high-energy carriers generate additional pairs), and photo excitation (photons excite electrons across the bandgap). Impurity injection does not directly generate electron-hole pairs; it modifies the conductivity by adding donor or acceptor atoms. (সেমিকন্ডাক্টরে ইলেকট্রন-হোল যুগল তাপীয় উত্তেজনা (ইলেকট্রন যথেষ্ট তাপীয় শক্তি পেয়ে ভ্যালেন্স ব্যান্ড থেকে কন্ডাকশন ব্যান্ডে যায়), প্রভাব আয়নায়ন (উচ্চ-শক্তি বহনকারী অতিরিক্ত যুগল তৈরি করে), এবং ফটো উত্তেজনা (ফোটন ইলেকট্রনকে ব্যান্ডগ্যাপ পার করায়) দ্বারা তৈরি করা যায়।)

ইম্পিউরিটি ইনজেকশন সরাসরি ইলেকট্রন-হোল যুগল তৈরি করে না; এটি শুধুমাত্র ডোনার বা অ্যাকসেপ্টর পরমাণু যোগ করে পরিবাহিতা পরিবর্তন করে।)

196. In the photoelectric effect, the maximum kinetic energy of the emitted photoelectrons depends on:

- a) The intensity of the incident light.
- b) The frequency of the incident light.
- c) The nature of the cathode material.
- d) The work function of the metal.

Answer: b)

Explanation: According to Einstein's photoelectric equation ($E = W + KE$), the maximum kinetic energy (KE) of photoelectrons is the difference between the incident photon's energy (E) and the metal's work function (W). Since photon energy depends on frequency ($E = hf$), a higher frequency incident light leads to higher kinetic energy of the emitted electrons.

197. What is the significance of the threshold frequency (ν_0) in the photoelectric effect?

- a) The minimum intensity of light required for emission.
- b) The minimum frequency of incident radiation that causes photoelectric emission.
- c) The frequency at which the emitted electrons have zero kinetic energy.
- d) The frequency of the emitted photoelectrons.

Answer: b)

Explanation: The threshold frequency is the minimum frequency of incident light below

which no photoelectric emission occurs, regardless of the intensity of the light. For emission to occur, the incident photon's energy (hf) must be greater than or equal to the work function ($W_0 = h\nu_0$) of the metal.

198. The Compton shift ($\Delta\lambda$) is given by $\Delta\lambda = (h/m_0c)(1 - \cos \theta)$, where θ is the scattering angle. The Compton shift is maximum when:

- a) $\theta = 0^\circ$
- b) $\theta = 90^\circ$
- c) $\theta = 180^\circ$
- d) $\theta = 360^\circ$

Answer: c) $\theta = 180^\circ$

Explanation: The Compton shift is the difference between the final and initial wavelengths of the photon. In the formula, $\cos \theta$ becomes -1 when $\theta = 180^\circ$. Thus, the shift is $\Delta\lambda = (h/m_0c)(1 - (-1)) = 2(h/m_0c)$, which is the maximum possible value for the shift.

199. Which of the following materials exhibits superconductivity at relatively high temperatures? (নিম্নলিখিত কোন পদার্থ অপেক্ষাকৃত উচ্চ তাপমাত্রায় সুপারকন্ডাক্টিভিটি প্রদর্শন করে?)

- a) Mercury (Hg)
- b) Niobium-titanium (NbTi)
- c) $YBa_2Cu_3O_7$
- d) Lead (Pb)

Answer: c)

Explanation: $YBa_2Cu_3O_7$, commonly known as YBCO, is a high-temperature superconductor, meaning it exhibits superconductivity at temperatures much higher than conventional superconductors like lead or mercury. High-temperature superconductors are usually ceramic materials and have critical

temperatures above 77 K, allowing them to be cooled using liquid nitrogen rather than expensive liquid helium. (YBa₂Cu₃O₇, সাধারণভাবে YBCO নামে পরিচিত, একটি উচ্চ-তাপমাত্রার সুপারকন্ডাক্টর, যা প্রচলিত সুপারকন্ডাক্টর যেমন সীসা বা পারদের চেয়ে অনেক উচ্চ তাপমাত্রায় সুপারকন্ডাক্টিভিটি প্রদর্শন করে। উচ্চ-তাপমাত্রার সুপারকন্ডাক্টর সাধারণত সিরামিক পদার্থ এবং এদের সমালোচনামূলক তাপমাত্রা 77 K এর উপরে, যা তাদের তরল নাইট্রোজেন ব্যবহার করে শীতল করা সম্ভব করে, ব্যয়বহুল তরল হিলিয়াম ছাড়াই।)

200. If 200 g of water absorbs 418 J of heat, its temperature rises by 5 °C. What is the

specific heat capacity of water? (যদি ২০০ গ্রাম পানি ৪১৮ জুল তাপ শোষণ করে এবং তাপমাত্রা ৫ °C বেড়ে যায়, তবে পানির আপেক্ষিক তাপ কত?)

- a) 4.18 J/g°C b) 0.418 J/g°C
c) 41.8 J/g°C d) 418 J/g°C

Answer: d)

Explanation: আপেক্ষিক তাপ নির্ণয়ের সূত্র:

$$Q = mc\Delta T \text{ বা, } c = Q/m\Delta T$$

$$\text{যেখানে, } Q = 418 \text{ J, } m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg, } \Delta T = 5 \text{ }^\circ\text{C} = 5 \text{ K,}$$

$$c = Q/m\Delta T = 418/0.2 \times 5 = 418 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

Wishing all of you the best outcome.....

THANKS