

SF
dup
1972

I. FUNDAMENTACION

1) Teoría Especial de la Relatividad.

Principios de la Relatividad Especial; covariancia de las leyes físicas.
Transformación de Lorentz: intervalo relativista, leyes de transformación de coordenadas y velocidades, tiempo propio, cono de luz. Ejemplos.
Notación cuatridimensional. Transformación de tensores covariantes y contravariantes.
Invariantes, tensor métrico. Transformación del elemento de cuatrivolumen. Integrales cuatridimensionales. Teorema de Gauss y Stokes.

2) Mecánica Relativista.

Acción relativística, límite clásico. Ecuación del movimiento, cuatrivelocidad y cuatriaceleración.
Variación de Schwinger, momento como variación de extremos de la acción.
Conservación del momento lineal. Cuatrivector energía impulso. Fuerza de Minkowsky.

3) Electrodinámica.

Acción de una partícula cargada en un campo exterior fijo. Cuatrivector potencial. Ecuación del movimiento. Fuerza de Lorentz. Tensor de campo electromagnético. Primer par de ecuaciones de Maxwell.
Forma tridimensional de las ecuaciones del movimiento. Campos vectoriales \vec{B} y \vec{E} .
Ambigüedad de medida (gauge). Medidas de Lorentz y Coulomb. Leyes de transformación de los campos \vec{E} y \vec{B} .
Conservación de la carga. Cuatrivector densidad de corriente (j^μ).
Acción de un sistema de cargas en interacción con un campo. Ecuación del movimiento del campo, forma tridimensional, segundo par de ecuaciones de Maxwell (no homogéneas).
Momento del campo electromagnético como variación de extremos de la acción. Tensor $T^{\mu\nu}$.
Energía impulso del campo electromagnético. Antisimetría. Momento angular.
Componentes tridimensionales de $T^{\mu\nu}$.
Tensor de Maxwell, vector de Poynting y densidad de energía del campo.
Leyes de conservación de energía e impulsos asociados con $T^{\mu\nu}$: densidad energía e impulso del campo.
Leyes de conservación en la presencia de cargas y corrientes. Teorema de Poynting. Fuerza entre cargas.

II. APLICACIONES

1) Electroestática.

Ecuaciones de Maxwell para campos independientes del tiempo. Electroestática, Potencial escalar, Leyes de Gauss

y de Coulomb.

Cálculo constructivo (por integración) del potencial y el campo. Expansión multipolar del potencial de una distribución de carga. Momentos cartesianos y esféricos. (Polinomios de Legendre y armónicos esféricos).

Ecuaciones de Poisson y Laplace.

Teoremas de Green. Función de Green para el problema electrostático.

Condiciones de contorno de Newman y Dirichlet. Ejemplos simples. Condiciones de contorno sobre \bar{V} y ∂ en superficies de discontinuidad. Unicidad de la solución.

Solución de problemas electrostáticos por separación de variables. Familias de funciones completas y ortogonales.

Problemas de Sturm-Liouville. Separación en coordenadas cartesianas, polares y cilíndricas. Teorema de adición de armónicas esféricas.

Electrostática en presencia de materia.

Vector polarización. Causas de polarización de volumen y superficie.

\bar{P} como densidad de momento dipolar.

Definición del vector desplazamiento \bar{D} . Susceptibilidad eléctrica y constante dieléctrica.

Condiciones de contorno de los campos macroscópicos sobre superficies de discontinuidad.

Rudimentos de teoría atómica de dieléctricos.

Campo eléctrico molecular. Relación de Clausius-Mossotti.

Modelos para la polarización. Polarización por deformación y por orientación.

Ley de Langevin y Debye para la polarizabilidad.

2) Magnetostática.

1) Ecuaciones de Maxwell para campos independientes del tiempo pero con $\text{div. } \bar{J} = 0$. Magnetostática. Vector potencial \bar{A} .

Forma integral de la relación entre \bar{A} y \bar{J} .

Forma integral para la inducción magnética B y para la fuerza entre conductores con corriente. Ley de Biot-Saraut.

Ley de Stokes para \bar{B} . Expansión multipolar del potencial vector. Dipolo magnético.

Métodos de solución de problemas magnetostáticos.

Potencial magnético escalar. Expansiones multipolares.

2) Magnetostática en medios materiales. Vector magnetización.

Definición.

Corrientes de magnetización de volumen y superficie. Campo magnético \bar{H} .

Permeabilidad y susceptibilidad magnética.

Condiciones de contorno para \bar{B} y \bar{H} macroscópicos sobre superficies de discontinuidad.

Potencial escalar, cargas magnéticas. Imanes permanentes.

- 3) Propiedades de las Ecuaciones de Maxwell dependientes del tiempo. Ley de Faraday, forma diferencial e integral.
Ecuaciones de Maxwell en medios materiales. Corriente de desplazamiento. Ley de Ohm para conductores.
Forma covariante de las ecuaciones.
Cuadrivector corriente, tensor momento.
Tensor energía impulso en medios materiales. Forma tridimensional; Tensor de Maxwell, vector de Poynting y densidad de energía en medios materiales. Leyes de conservación de momento y energía en medios materiales.
Energías electrostáticas y magnetostáticas.
- 4) Soluciones de las ecuaciones de Maxwell dependientes del tiempo. Ecuación de las ondas para \vec{E} , \vec{B} , \vec{A} y ϕ . en la medida de Lorentz.
Solución elemental de la ecuación de las ondas. Función de ~~Graen~~ dependiente del tiempo. Condición de retardación. Potenciales retardados.
Potencial de una carga puntual.
Potenciales de Lienard-Wiechert.
Forma covariante del potencial.
Cálculo de los campos \vec{E} y \vec{B} de la carga acelerada.
Campos de inducción y radiación.
Carga en movimiento rectilíneo uniforme.
Vector de Poynting para la carga acelerada. Distribución angular de la radiación. Potencia radiada. Ley de Licnand para una partícula en movimiento arbitrario.
Distribución angular de la radiación de una carga ultrarelativista.
- 5) Soluciones de las ecuaciones de las ondas en un medio dieléctrico. Soluciones con dependencia periódica en el tiempo. Ondas planas.
Relación entre el campo magnético y el eléctrico de una onda plana. Vector de propagación de la onda \vec{k} . Polarización de una onda. Polarización plana y circular.
Vector de Poynting de una onda plana. Promedio temporal de funciones periódicas en el tiempo.
Flujo de momento y energía de la onda.
Forma covariante de la onda plana.
Cuadrivector de onda k^μ en el vacío y en medio material.
Efecto Doppler y aberración.
- 6) Ondas Planas sobre superficies de discontinuidad de $\epsilon^{\mu\nu}$.
Condiciones de contorno de los campos. Reflexión y refracción de la onda incidente.
Ley de Snell.
Casos de incidencia Transverso Eléctrico y Transverso Magnético. Intensidad transmitida y reflejada en cada caso. Angulo de Brewster y reflexión total.

- 7) Paquetes de Ondas. Componentes Fourier de un paquete de ondas. Propagación de un paquete en un medio no dispersivo. Propagación de un paquete en un medio dispersivo, velocidad de grupo y ensanchamiento del paquete.
- 8) Ecuaciones de Maxwell en medios conductores. Caso de corriente de conducción mucho mayor que de desplazamiento. Campo eléctrico y magnético. Condiciones de contorno sobre un conductor ideal y no ideal. Efecto pelicular. Energía disipada en el conductor por la corriente de superficie.
- 9) Soluciones de las ecuaciones de las ondas en cilindros conductores infinitos: guías de onda. Propagación de la señal y la energía a lo largo del cilindro. Guías de ondas rectangulares y cilíndricas. Modos y frecuencias de corte de las mismas.
Cavidades resonantes. Modos.
Pérdidas de una cavidad. Q de la cavidad.
- 10) Sistemas radiantes simples.
Campos de una fuente radiante localizada. Expansión multipolar de la misma. Antenas.