

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍAS AVANZADAS
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA AVANZADA
GUÍA DEL CURSO PROPEDEÚTICO DE FÍSICA MODERNA

Dr. Víctor Barrera Figueroa

Contenido del curso

1. Elementos de la teoría de la relatividad especial
 - 1.1. Transformaciones de Galileo
 - 1.2. El experimento de Michelson-Moreley
 - 1.3. Einstein y la teoría especial de la relatividad
 - 1.4. Transformaciones de Lorentz
 - 1.5. Mecánica relativista
 - 1.6. Materia, espacio-tiempo y energía

2. Orígenes de la física cuántica
 - 2.1. La radiación térmica y la constante de Plank
 - 2.2. El efecto fotoeléctrico
 - 2.3. Efecto Compton
 - 2.4. Los modelos atómicos
 - 2.5. Dualidad ondulatorio-corpúscular: Difracción de electrones
 - 2.6. El modelo ondulatorio de la mecánica cuántica de Schrödinger
 - 2.7. Paquetes de onda y el principio de incertidumbre

Referencias bibliográficas

1. Marcelo Alonso and Edward J. Finn. Física. Fundamentos Cuánticos y Estadísticos, volume III. Fondo Educativo Interamericano, S. A., Bogotá, 1970.
2. Robert Eisberg and Robert Resnick. Física Cuántica. Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos y Partículas. Limusa Noriega Editores, México, 2000.
3. Roger Penrose. La Mente Nueva del Emperador. En Torno a la Cibernética, la Mente y las Leyes de la Física. CONACyT y Fondo de Cultura Económica, México, 1996.
4. Virgilio Acosta, Clyde L. Cowan, B. J. Graham. Curso de Física Moderna. Harla, Mexico , 1975.
5. Edward M. Purcell. Electricity and Magnetism. Berkeley Physics Course, volume 2. McGraw-Hill, New York, 2 edition, 1985.
6. Richard P. Feynman, Robert B. Leighton, and Matthew Sands. The Feynman Lectures on Physics. Quantum Mechanics, volume 2. Addison-Wesley Publ. Co., Reading, MA, 1964.

Guía de estudio

I. Sección de preguntas de respuestas cortas. Lea cuidadosamente cada pregunta y responda correctamente.

1. ¿Qué representan las transformaciones de Galileo?
2. ¿Qué es un invariante algebraico?
3. ¿Cómo se define la función Lagrangiana?
4. ¿Cómo se obtiene la función Hamiltoniana a partir de la función Lagrangiana?
5. ¿Qué representa la función Hamiltoniana?
6. ¿Desde la perspectiva de la relatividad especial cuál es el invariante que surge a partir de la geometría?
7. ¿Por qué en la relatividad no hay un reloj universal?
8. ¿Qué ocurre con las longitudes de los cuerpos en movimiento?
9. ¿Qué ocurre con los relojes de los cuerpos en movimiento?
10. ¿Cómo se determina la energía relativista?
11. Desde la perspectiva de Planck, ¿qué son los quanta?
12. ¿Qué es la radiación del cuerpo negro?
13. ¿Qué es una onda?
14. ¿Qué es el momentum?
15. ¿Qué es el momentum angular?
16. ¿Qué es la emisión termoiónica?
17. ¿Qué es la emisión secundaria?
18. ¿Qué es la emisión de campo?
19. ¿Qué es el efecto fotoeléctrico?
20. ¿Qué es un fotón?
21. ¿Qué son los rayos X?
22. ¿Qué son los rayos alfa?
23. ¿Qué son los rayos beta?
24. ¿Qué son los rayos gamma?
25. ¿Qué son los neutrones?
26. ¿Qué es la difracción?
27. ¿Qué es la fluorescencia?
28. ¿Qué es la fosforescencia?
29. ¿Qué es el electron-volt?
30. ¿Qué es la longitud de onda?
31. ¿Qué es un paquete de ondas?
32. ¿Qué es la ecuación de Schrödinger?
33. ¿Qué es la ecuación de Dirac?
34. ¿Qué es el spin?
35. ¿Qué es el acoplamiento órbita-spin?
36. ¿Qué es un orbital?
37. ¿Qué es el número atómico?
38. ¿Qué es un fermión?
39. ¿Qué es un eigen-valor?
40. ¿Qué es una eigen-función?
41. ¿Qué es una superposición de estados?
42. ¿Cómo se determina la energía de un fotón?
43. ¿Qué es una partícula libre?
44. ¿Qué son los polinomios de Laguerre?

45. ¿Qué son los polinomios de Legendre?

46. ¿Qué son los polinomios de Hermite?

II. Sección de preguntas de ensayo. Lea cuidadosamente cada pregunta y responda ampliamente de manera correcta.

1. ¿Cuál es el significado de las ecuaciones de Euler-Lagrange y qué representan?
2. ¿Cuál es el significado de la ecuación de Hamilton-Jacobi y qué representa?
3. ¿Qué establece el postulado de la relatividad especial de Einstein?
4. ¿Cuál es el significado de las transformaciones de Galileo y qué representan?
5. ¿Cuál es el significado de las transformaciones de Lorentz y qué representan?
6. Explique la paradoja de los gemelos.
7. ¿Qué es la radiación del cuerpo negro?
8. ¿Qué establece la estadística de Maxwell-Boltzmann?
9. ¿Qué establece la estadística de Fermi-Dirac?
10. ¿Qué establece la estadística de Bose-Einstein?
11. ¿Cuál es el significado del gato de Schrödinger?
9. ¿Qué es la dualidad onda-partícula?
10. ¿En qué consiste el experimento de la doble rendija?
11. ¿Qué es invariancia y forminvariancia?
12. ¿Qué es un estado estacionario?
13. ¿Qué es un estado de dispersión?
14. ¿Qué establece el principio de exclusión de Pauli?
15. ¿Qué establece la relación de incertidumbre de Heisenberg?
16. ¿Qué es la radiación de Cherenkov?
17. ¿Cómo se forman las bandas de energía en un cristal?
18. ¿Qué y cuáles son los números cuánticos del modelo atómico de Bohr?
19. ¿En qué consiste la difracción de Bragg?
20. ¿Qué es el efecto Compton?
21. ¿En qué consiste la conservación del momentum en una dispersión de partículas?

22. ¿Qué es la longitud de onda de de Broglie?
23. ¿Qué es la función de onda?
24. ¿Qué establece la condición de normalización de la función de onda?
25. ¿Cómo se forman las bandas de energía en un sólido?
26. ¿En qué consiste la interpretación de Born de la función de onda?
27. ¿Qué es una simetría?
28. ¿Qué son las reglas de selección?
29. ¿Cuál es la importancia del efecto fotoeléctrico?

III. Sección de problemas. Lea cuidadosamente cada problema y resuelva de manera correcta.

1. Obtenga la ecuación de Schrödinger estacionaria a partir de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo.
2. Determine la función de onda de una partícula libre usando la ecuación de Schrödinger.
3. ¿Cuántos estados estacionarios se pueden establecer en un pozo de profundidad 5 y ancho 3, y cuáles son sus energías?
4. Determine el factor de Lorentz para una partícula en un marco inercial que se mueve con velocidad uniforme $v=0.6 c$.
5. Determine el coeficiente de transmisión de una partícula de masa unitaria que interactúa con una barrera de potencial de ancho 4 y altura 6.
6. Compruebe la invariancia de las ecuaciones de Maxwell ante las transformaciones de Lorentz.
7. Un cuerpo negro a 7500K consiste en una abertura de diámetro 0.0500 mm, mirando dentro de un horno. Encuentra el número de fotones por segundo que escapan del agujero y tienen longitudes de onda entre 500 nm y 501 nm.
8. Aplique el método de separación de variables para obtener la función de onda de un electrón sometido a un potencial Coulombiano debido a una carga eléctrica de valor Ze , donde Z es un número entero (el número atómico) y e es la carga del electrón.