



UTPL
La Universidad Católica de Loja

Modalidad Abierta y a Distancia



Itinerario 2- Aplicación de los Conocimientos Físicos en la Energía Natural y otros Recursos. Física Cuántica

Guía didáctica

Facultad de Ciencias Sociales, Educación y Humanidades

Departamento de Ciencias de la Educación

Itinerario 2- Aplicación de los Conocimientos Físicos en la Energía Natural y otros Recursos. Física Cuántica

Guía didáctica

Carrera	PAO Nivel
▪ <i>Pedagogía de las Ciencias Experimentales (Pedagogía de las Matemáticas y la Física)</i>	VIII

Autor:

Ramírez González Antonio Arquímedes



E D U C _ 1 1 2 9

Asesoría virtual
www.utpl.edu.ec

Universidad Técnica Particular de Loja

Itinerario 2- Aplicación de los Conocimientos Físicos en la Energía Natural y otros Recursos. Física Cuántica

Guía didáctica

Ramírez González Antonio Arquímides

Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

www.ediloja.com.ec

edilojacialtda@ediloja.com.ec

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-471-2



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Usted acepta y acuerda estar obligado por los términos y condiciones de esta Licencia, por lo que, si existe el incumplimiento de algunas de estas condiciones, no se autoriza el uso de ningún contenido.

Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons – **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0)**. Usted es libre de **Compartir – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar – remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: Reconocimiento- debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.** Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. **No Comercial-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. Compartir igual-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.** No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Índice

1. Datos de información.....	7
1.1. Presentación de la asignatura	7
1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....	7
1.3. Competencias específicas de la carrera	7
1.4. Problemática que aborda la asignatura	8
2. Metodología de aprendizaje	8
3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje	9
Primer bimestre.....	9
Resultado de aprendizaje 1.....	9
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje.....	9
Semana 1	10
 Unidad 1. Relatividad.....	10
1.1. Principio de la relatividad.....	11
1.2. Experimento de Michelson-Morley	13
Semana 2	15
1.3. Principio de la relatividad de Einstein	15
1.4. Consecuencias de la teoría especial de la relatividad.....	15
Actividad de aprendizaje recomendada.....	17
Autoevaluación 1	18
Semana 3	20
 Unidad 2. Postulados de la relatividad	20
2.1. Ecuaciones de transformación de Lorentz	20
2.2. Cantidad de movimiento lineal relativista	22
Semana 4	23
2.3. Energía relativista	23
2.4. Teoría general de la relatividad	24
Actividad de aprendizaje recomendada.....	25
Autoevaluación 2.....	26

Semana 5	29
 Unidad 3. Introducción a la física cuántica.....	29
3.1. Radiación de cuerpo negro e hipótesis de Planck.....	29
3.2. Efecto fotoeléctrico	31
Semana 6	32
3.3. Naturaleza de las ondas electromagnéticas	32
3.4. Propiedades ondulatorias de las partículas.....	33
Semana 7	33
3.5. La partícula cuántica	33
3.6. Experimento de la doble rejilla.....	34
Actividad de aprendizaje recomendada.....	36
Autoevaluación 3.....	37
Semana 8	40
Actividades finales del bimestre	40
Segundo bimestre	41
Resultado de aprendizaje 2.....	41
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje.....	41
Semana 9	41
 Unidad 4. Mecánica cuántica	41
4.1. La función de onda	42
4.2. Partícula cuántica bajo condiciones de frontera.....	43
Semana 10	44
4.3. Ecuación de Schrödinger	44
4.4. Efecto túnel a través de una barrera de energía potencial.....	44
Actividad de aprendizaje recomendada.....	46
Autoevaluación 4.....	47
Semana 11	50
 Unidad 5. Estructura Nuclear	50

5.1. Propiedades de los núcleos	50
5.2. Radiactividad	51
Semana 12	53
5.3. Fisión nuclear.....	53
5.4. Fusión Nuclear	55
Actividad de aprendizaje recomendada.....	57
Autoevaluación 5.....	58
Semana 13	61
Unidad 6. Física de partículas.....	61
6.1. Fuerzas fundamentales en la naturaleza	61
6.2. Positrones y otras antipartículas.....	62
Semana 14	63
6.3. Mesones y el principio de la física de partículas	63
6.4. Clasificación de las partículas.....	64
Semana 15	65
6.5. Partículas extrañas y extrañeza	65
Actividad de aprendizaje recomendada.....	66
Autoevaluación 6.....	67
Semana 16	70
Actividades finales del bimestre	70
4. Solucionario	71
5. Glosario	77
6. Referencias bibliográficas	83
7. Anexos	84



1. Datos de información

1.1. Presentación de la asignatura



1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Pensamiento crítico y reflexivo.
- Compromiso e implicación social.

1.3. Competencias específicas de la carrera

Comprende y aplica sistemas de conocimientos en física fundamentalmente mecánica, trabajo, potencia, energía, electricidad, magnetismo, ondas, acústica, óptica y físico-química diseñando y construyendo escenarios, contextos y ambientes de aprendizaje, con metodologías orientadas al desarrollo de operaciones mentales e instrumentales en el sistema de conocimientos para el bachillerato desde la formación humanística.

1.4. Problemática que aborda la asignatura

Aplicar sistemas de conocimientos en física fundamentalmente Mecánica, Trabajo, Potencia, Energía, Electricidad, Magnetismo, Ondas, Acústica, Óptica y Físico-Química diseñando y construyendo escenarios, contextos y ambientes de aprendizaje, con metodologías orientadas al desarrollo de operaciones mentales e instrumentales en el sistema de conocimientos para el bachillerato desde la formación humanística.



2. Metodología de aprendizaje

Para el desarrollo del aprendizaje de la Física Aplicada se tiene varias metodologías centradas en diversos aspectos como investigación, cooperación, interacción, desarrollo de problemas, utilización de herramientas TIC.

En este sentido, la metodología **ABP** (aprendizaje basada en problemas) permite concentrar al profesor del rol de enseñanza-aprendizaje y promueve que el estudiante sea un sujeto activo en su aprendizaje, desarrollando en él la capacidad de analizar, modelar y proponer soluciones a partir de la utilización de la matemática en problemas propios de su entorno real.

Así mismo se introduce las **TIC** dentro de esta metodología, ya que permite un proceso dinámico y ajustable del aprendizaje mediante el uso de herramientas que facilitan al estudiante plasmar algunos conceptos físicos que revisaremos en la presente asignatura.



3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



Primer bimestre

Resultado de aprendizaje 1

- Resuelve problemas del entorno natural y social que estén relacionados con los principios y teorías de la relatividad, la radiación, el átomo y teoría cuántica.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje se obtienen de forma sistemática considerando actividades como lecturas comprensivas, actividades prácticas, labor autónoma y razonamiento de problemáticas las cuales de forma consecutiva se proponen en cada unidad de trabajo.

Para la óptima asimilación de los contenidos para el primer bimestre se cuenta con actividades prácticas y recomendadas, las cuales cuentan con ejercicios ilustrativos y recursos virtuales y visuales, esta labor reforzará el proceso de aprendizaje mediante la lectura comprensiva de la guía didáctica y el texto básico. El desarrollo de foros, actividades de video colaboración y autoevaluaciones con sus respectivas retroalimentaciones colaboran como recursos útiles para la compresión de los temas planificados, actividades que motivan al estudiante a mantener la continuidad en su labor estudiantil.



Unidad 1. Relatividad

Estimado estudiante, la relatividad como parte de la física moderna da a conocer las ideas básicas para la formulación de la teoría cuántica, es decir, se da una nueva visión de las leyes físicas aun cuando las predicciones de esta teoría no concuerden con frecuencia el sentido común. La importancia de su estudio radica en la compresión de los diferentes resultados de experimentos que comprenden magnitudes de velocidades cercanas a la luz, sentando las bases para cubrir conceptos básicos de mecánica cuántica, su aplicación a la física atómica y molecular dando un preámbulo a la física nuclear y la física de partículas con la finalidad de analizar su comportamiento.



Para una mejor comprensión de los contenidos de unidad realice una lectura comprensiva en el texto básico desde la página 1192 hasta la 1194, considere que en la actualidad las investigaciones de la ciencia se verifican mediante la observación y la comprobación científica de los hechos.

Qué tal le fue con la lectura ¡Interesante verdad! Ahora es oportuno tratar el primer tema.

Iniciemos el aprendizaje de la asignatura, efectuando una lectura global del capítulo 39 del texto básico. Estas lecturas le permiten conocer, por una parte: los científicos pioneros que fundaron las bases de la relatividad y la generalidad de la física cuántica; y, por otra parte, conocer las condiciones y principios experimentales que motivaron el estudio de la relatividad. También debe revisar los contenidos que se desarrollan en esta unidad de la guía que tiene en sus manos que son necesarios a la hora de trabajar con las unidades de las cantidades físicas y su tratamiento matemático correspondiente.

Es momento de hacer uso de algunas estrategias metodológicas para lograr aprendizajes significativos. De manera general le recomiendo en el estudio de cada tema:

- Realice una lectura comprensiva.
- Subraye las ideas principales.
- Haga resúmenes en su cuaderno de notas.
- Desarrolle las actividades sugeridas en el texto básico como en la guía didáctica.
- Realice las actividades que constan al final del capítulo del texto básico.

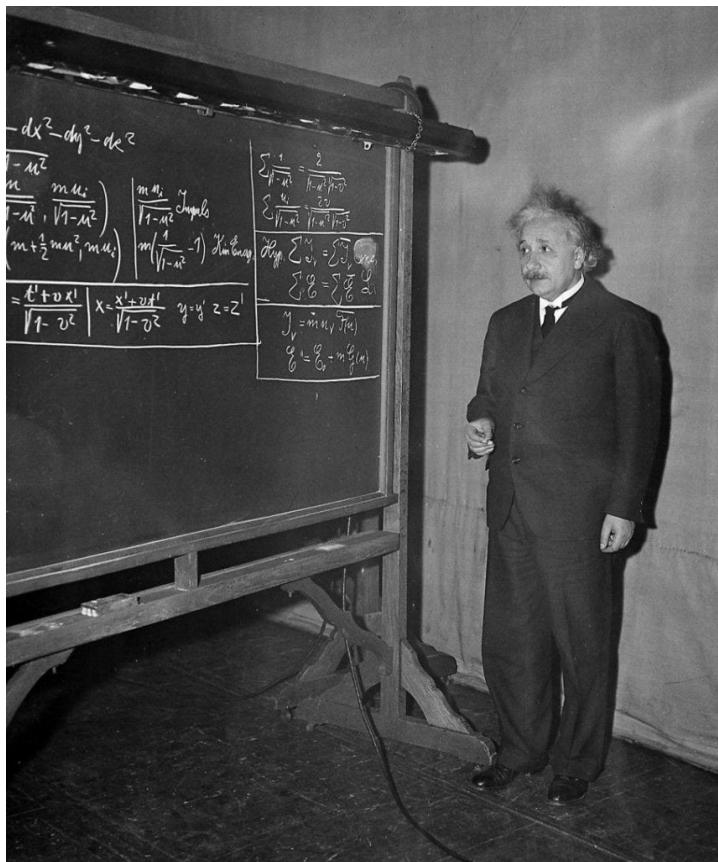
Vamos ahora a desarrollar la primera unidad de la asignatura.

1.1. Principio de la relatividad

La física clásica mediante sus postulados define el comportamiento de fenómenos físicos presentes en la naturaleza de hecho, parecía que el mundo natural, visto a través de los ojos de los físicos, estaba muy bien explicado, a pesar de que quedaban algunos enigmas, pero se creía que estos se explicarían pronto mediante los principios ya conocidos. Pero esto no resultó tan sencillo. En vez de ello, estos enigmas solo se resolverían con la introducción de dos nuevas teorías revolucionarias que cambiarían toda la concepción de la naturaleza: la teoría de la relatividad y la teoría cuántica.

Figura 1.

Albert Einstein, creador de las teorías especial y general de la relatividad.



Nota. Albert Einstein [Imagen], por Giancoli D, (2008).

1.1.1. Principio de la relatividad Galileana

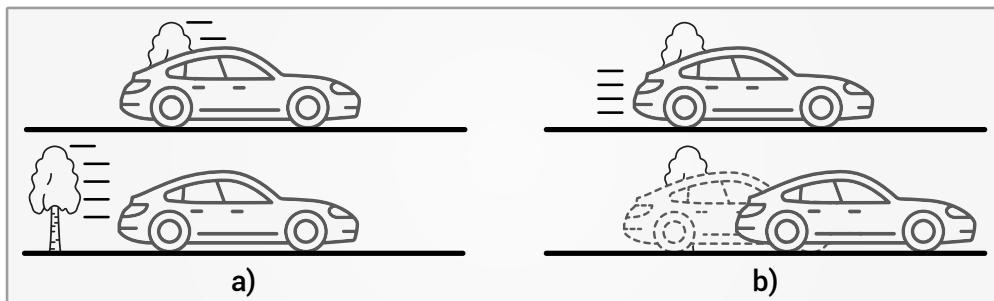
El principio de la relatividad trata con acontecimientos que se observan y miden en los llamados marcos de referencia inerciales, que son los marcos de referencia donde es válida la primera ley de Newton: si un objeto no experimenta fuerza neta, permanece en reposo o continúa en movimiento con rapidez constante en línea recta por lo general, es más fácil analizar los acontecimientos cuando los observan y miden observadores en reposo en un marco inercial, los marcos de referencia en rotación o que de alguna otra forma aceleran son marcos no inerciales.

En la figura 2, se muestra un vehículo en movimiento en el que se evidencia los marcos de referencia en el primer caso se lanza un objeto desde el vehículo para el conductor el trayecto del objeto lanzado será recto, en el

segundo caso en donde el observador se encuentra en un punto fijo fuera del vehículo el trayecto del objeto lanzado será semi-parabólico es decir dependiendo de la posición del observador la percepción del evento físico es diferente.

Figura 2.

a) marco de referencia desde el vehículo; b) marco de referencia desde un punto fijo.



Nota. Marcos de Referencia [Imagen], por Giancoli D, (2008).



Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento, detallados desde la página 1193 a la 1196.

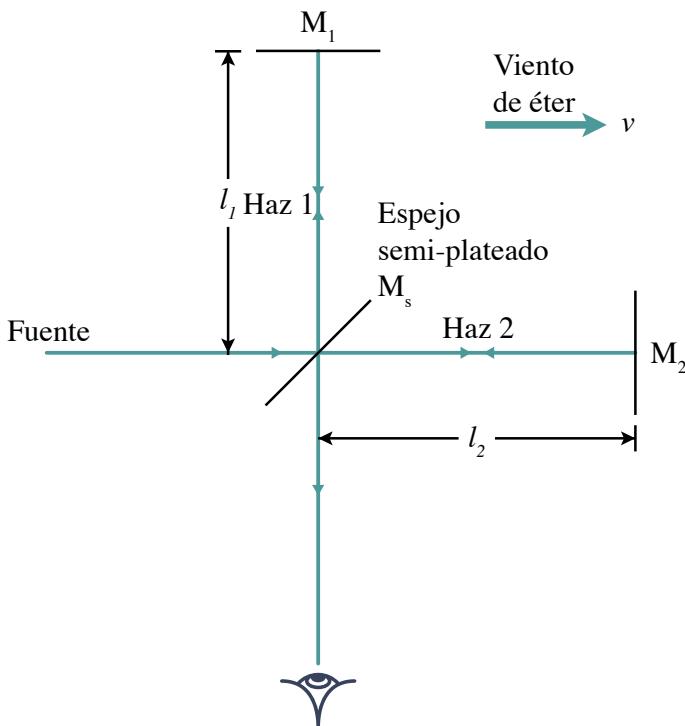
1.2. Experimento de Michelson-Morley

El experimento de Michelson- Morley es uno de los resultados que cuestionaron la existencia de un medio para la propagación de la luz, este famoso experimento como muestra la figura 3 se basó en el principio de un diagrama del interferómetro de Michelson, que supone el “viento de éter” el medio en el que viaja la luz se desplazaba con rapidez determinada hacia la derecha. De manera alternativa, se supuso que la Tierra se movía hacia la izquierda con respecto al éter.

La luz proveniente de la fuente se divide en dos haces mediante un espejo semi-plateado MS. Un haz viaja hacia el espejo M1 y el otro hacia el espejo M2 tomando en consideración que M1 y M2 son equidistantes respecto a MS. Los haces se reflejan en M1 y M2 y se unen de nuevo después de pasar a través de MS. Los haces ahora superpuestos interfieren entre sí y el ojo del observador ve la resultante como un patrón de interferencia.

Si ocurre interferencia constructiva o destructiva en el centro del patrón de interferencia depende de las fases relativas de los dos haces después de que recorren sus trayectorias separadas. Los resultados del experimento evidenciaron es que sin importar se dispusieran los espejos el patrón de interferencia nunca cambia es decir se podría suponer que este viento de éter lumínico no tiene ningún efecto sobre el haz de luz. Por lo tanto, a partir de este experimento se empezó a cuestionar la necesidad de un medio para el viaje de la luz.

Figura 3.
Experimento Michelson-Morley.



Nota. Experimento Michelson-Morley [Imagen], por Giancoli D, (2008).



Con estos criterios iniciales, lea los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1196 a la 1198.

Luego de haber estudiado los principios de la relatividad y analizar el experimento de Michelson-Morley estamos listo para empezar a desarrollar la actividad recomendada propuesta al finalizar la unidad 1 en la página 15 de la presente guía.



1.3. Principio de la relatividad de Einstein

A partir de los experimentos de Michelson-Morley empezaron los cuestionamientos referentes al comportamiento de algunos fenómenos físicos tomando en consideración su marco de referencia. Los problemas que existían con respecto a la teoría electromagnética y la mecánica newtoniana fueron resueltos por la teoría de la relatividad.

Einstein se cuestiona el hecho de “¿Qué vería si se viaja en un haz de luz?”. La respuesta fue que, en vez de una onda electromagnética viajera, se vería campos eléctricos y magnéticos alternos en reposo cuya magnitud cambiaría en el espacio, pero no cambiaría en el tiempo, hechos que no eran congruentes con la teoría electromagnética de Maxwell. Por lo tanto, argumentó, no era razonable pensar que la rapidez de la luz relativa a algún observador se podría reducir a cero, o de hecho reducirse en absoluto. Einstein propuso deshacerse por completo de la idea del éter lumínico y la suposición acompañante de un marco de referencia en reposo preferido o absoluto generalizando estos en dos postulados.

- Las leyes de la física tienen la misma forma en todos los marcos de referencia inerciales.
- La luz se propaga a través del espacio vacío con una rapidez definida independiente de la rapidez de la fuente o el observador.



Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallado desde la página 1198 a la 1199.

1.4. Consecuencias de la teoría especial de la relatividad

La teoría relativista pone en evidencia conceptos como la simultaneidad, dilatación del tiempo, contracción de longitud y efecto Doppler relativista. Una consecuencia importante de la teoría de la relatividad es que uno ya no puede considerar al tiempo como una cantidad absoluta, el tiempo

fluye hacia delante y nunca regresa. Pero el intervalo de tiempo entre dos eventos, e incluso si dos eventos son o no simultáneos, depende del marco de referencia del observador. Por evento, se entiende algo que ocurre en un lugar y en un tiempo particulares.

Se dice que dos eventos ocurren simultáneamente si ocurren exactamente al mismo tiempo, pero ¿cómo se sabe si dos eventos ocurren precisamente al mismo tiempo? Si ocurren en el mismo punto en el espacio, es fácil deducirlo. Pero si los dos eventos ocurren en lugares muy separados, es más difícil saber si son simultáneos, pues se debe considerar el tiempo que la luz proveniente de ellos tarda en llegar a donde uno está. Puesto que la luz viaja con rapidez finita, una persona que ve dos eventos debe calcular de nuevo para descubrir cuándo ocurrieron en realidad.

Si se observa que dos eventos ocurren al mismo tiempo, pero en realidad uno tuvo lugar más lejos del observador que el otro, entonces el más distante pudo ocurrir antes, y los dos eventos no fueron simultáneos. En conclusión, la simultaneidad no es un concepto absoluto, sino relativo. Uno no está consciente de esta falta de concordancia en la simultaneidad en la vida diaria, porque el efecto solo es apreciable cuando la rapidez relativa de los dos marcos de referencia es muy grande o las distancias implicadas son muy grandes.



Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1199 a la 1210.

Luego de haber estudiado los principios de la relatividad de Einstein y sus consecuencias podemos desarrollar la actividad recomendada al finalizar la unidad 1 de la presente guía en la página 15 la cual fortalecerá su conocimiento.

Continuemos con el aprendizaje mediante la revisión del siguiente recurso interactivo.

Relatividad



Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento le invito a revisar el contenido propuesto en los REA y desarrollar las actividades planteadas en el texto básico.

1. Responda las preguntas y problemas planteados en las páginas 1224, 1225 y 1226 correspondiente al capítulo 39.
2. **Ejercicios sobre relatividad:** Práctica resolviendo y reforzando contenidos teóricos sobre la relatividad. con los REA: disponibles en:
 - REA 1: [Relatividad especial-Dilatación del tiempo](#)

El REA 1 aporta a la compresión de las teorías de la relatividad referente al tiempo apreciando la simetría entre los marcos de referencia inerciales.

Se recomienda desarrollar la autoevaluación 1 para mejorar su conocimiento.



Autoevaluación 1

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

1. () Usted está en un vagón sin ventanas, en un tren excepcionalmente suave, que viaja con velocidad constante, ¿existe algún experimento físico que pueda realizar en el vagón para determinar si está en movimiento?
2. () Un trabajador está de pie en lo alto de un vagón de ferrocarril en movimiento, y lanza una pesada bola en línea recta hacia arriba (desde su punto de vista). Ignorando la resistencia del aire, caerá detrás de él.
3. () Si usted va en una nave espacial que viaja a $0.5 c$ (c , velocidad de la luz) alejándose de una estrella, la rapidez a la que pasa la luz de la estrella es de $0.5 c$.
4. Escoja la opción correcta:
 - a. El tiempo en realidad pasa más lentamente en los marcos de referencia en movimiento, según observadores externos.
 - b. La dilatación del tiempo significa que el tiempo en realidad es igual en marcos de referencia estáticos
 - c. La dilatación del tiempo significa que el tiempo en realidad transcurre más lentamente en los marcos de referencia estáticos.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

5. () La dilatación del tiempo y la contracción de la longitud ocurren a rapidez ordinaria, por ejemplo, a 90 km/h .

6. Escoja la respuesta correcta.
- a. Con la teoría de la relatividad, el espacio y el tiempo dejan de ser absolutos y dependen de la velocidad a la que se muevan.
 - b. Con la teoría de la relatividad, el espacio y el tiempo son absolutos y no dependen de nada.
 - c. Con la teoría de la relatividad, el espacio y el tiempo son neutros y no dependen de nada.

7. Completar.

Las leyes de la mecánica deben ser _____ en todos los marcos inerciales de referencia.

8. Escoja la opción correcta.

- a. Maxwell demostró que la velocidad de la luz en el espacio libre es de $1,08 \cdot 10^9$ Km/h.
- b. Maxwell demostró que la velocidad de la luz en el espacio libre es de $3 \cdot 10^2$ Km/h.
- c. Maxwell demostró que la velocidad de la luz en el espacio libre es de $1,08 \cdot 10^9$ m/s.

9. () El experimento de Michelson-Morley pone en cuestión la existencia de un medio para transporte de la luz.

10. Escoja la opción correcta.

- a. Las leyes físicas deben ser las mismas en todos los marcos de referencia inerciales (principio de la relatividad).
- b. Las leyes físicas no deben ser las mismas en todos los marcos de referencia inerciales.
- c. Las leyes físicas no deben ser las mismas en todos los marcos de referencia dinámicos.

[Ir al solucionario](#)



Unidad 2. Postulados de la relatividad

Estimado estudiante, en este proceso de aprendizaje estudiaremos el capítulo 2 del texto básico cuyo contenido está basado en los postulados de la relatividad.

Aquí se revisarán conceptos como: ecuaciones de la transformada de Lorentz, cantidad de movimiento lineal relativista, energía relativista y teoría general de la relatividad.

Este contenido se revisará con la ayuda del texto básico por lo que para una mejor comprensión de estos contenidos se sugiere una lectura comprensiva apoyado en la actividad recomendada propuesta al finalizar la unidad para mejorar sus destrezas en la comprensión de los contenidos abordados.

Siga con el mismo ímpetu, ahora revisaremos cada uno de los subtemas de esta unidad.

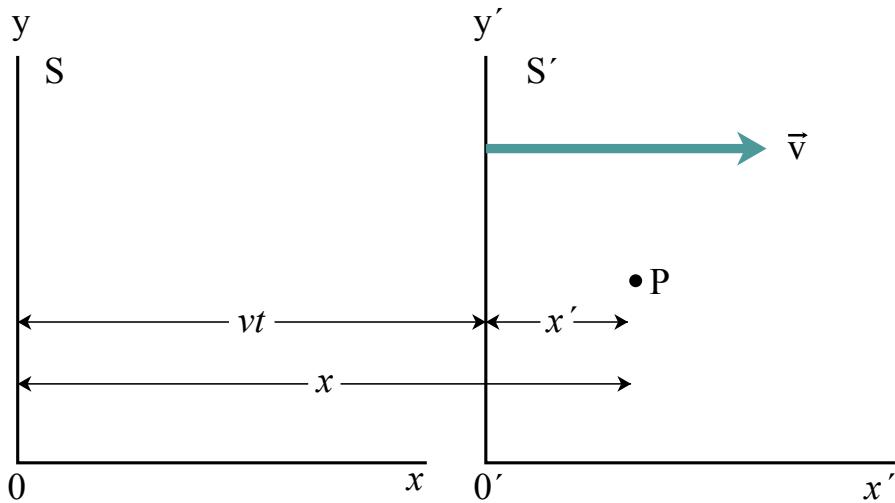
2.1. Ecuaciones de transformación de Lorentz

Las ecuaciones de la transformación de Lorentz fueron usadas para demostrar el evento que sucedía con el experimento de Michelson-Morley de donde se demuestra matemáticamente la constancia de la velocidad de la luz para los objetos en movimiento como para los observadores es decir para todos los marcos de referencia.

Para la comprensión de estas ecuaciones como se muestra en la Figura 4. Se consideran dos marcos de referencia diferentes uno estático y otro que se mueve a una velocidad constante bajo este concepto referenciamos un evento P y a partir de este evento analizamos el comportamiento de las magnitudes de espacio (x, x') y tiempo (t) es decir en palabras simples la transformada de Lorentz toma las magnitudes del marco referencia estático y las transforma o relaciona con el marco de referencia que se mueve a una rapidez determinada.

Figura 4.

Evento P respecto a dos marcos de referencia.



Nota. Evento P [Imagen], por Giancoli D, (2008).

Para encontrar las ecuaciones de Lorentz se define el cual se denomina el factor de Lorentz de donde c es la velocidad de la luz y v es la velocidad relativa del marco de referencia en movimiento.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Bajo este criterio se reducen las siguientes ecuaciones de transformación de Lorentz que relaciones los marcos de referencia propuestos:

$$x = \gamma(x' + vt'); y' = y; z' = z$$

$$t = \gamma(t' + x' \frac{v}{c^2})$$

A partir de las ecuaciones de posición en función del tiempo podemos encontrar la velocidad () a través de su derivada quedando la velocidad de Lorentz de la siguiente forma:

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{c^2}}; u'_y = \frac{u_y}{\gamma(1 - \frac{u_x v}{c^2})}; u'_z = \frac{u_z}{\gamma(1 - \frac{u_x v}{c^2})}$$



Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallado desde la página 1210 a la 1215.

Los resultados fueron buenos ¿verdad?... Lo felicito por trabajar responsablemente en su aprendizaje, ahora es momento de estudiar el siguiente punto.

2.2. Cantidad de movimiento lineal relativista

Como se ha venido citando la teoría de la relatividad menciona que algunas magnitudes físicas dentro de la física clásica deben ser modificadas generalizando su análisis relativo, puesto que sus valores dependen del marco de referencia donde se miden. La cantidad de movimiento o momento lineal, la energía y la masa son magnitudes que deben ser analizadas bajo este concepto.

La física clásica menciona que la cantidad de movimiento es una cantidad que se conserva, bajo este postulado y mediante un análisis matemático se valida este argumento en el escenario relativista a través de la siguiente relación.

$$\vec{p} = \frac{m\vec{u}}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} = \gamma m\vec{u}$$

Con esta definición, la ley de conservación de la cantidad de movimiento seguirá siendo válida incluso en el reino relativista.



Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallado desde la página 1214 a la 1216.

Luego de haber estudiado la transformada de Lorentz y la cantidad de movimiento relativista podemos empezar a desarrollar la actividad recomendada propuesta al finalizar la unidad 2 de la presente guía didáctica en la página 22 que fortalecerán su conocimiento.



2.3. Energía relativista

La teoría relativista menciona que la rapidez de un objeto no puede ser igual a la rapidez de la luz, ni tampoco puede superarla. Conforme un objeto acelera hacia una rapidez cada vez mayor, su cantidad de movimiento se vuelve más y más grande como se puede apreciar en la fórmula de cantidad de movimiento lineal. De hecho, si v fuera igual a c , el denominador en esta ecuación sería cero y la cantidad de movimiento sería infinita. Por lo tanto, acelerar un objeto a $v = c$ requeriría energía infinita, algo que no es posible.

Einstein reformulando la energía cinética desde la relatividad encontró una nueva relación entre masa y energía, deduciendo que la masa es una forma de energía mediante la siguiente ecuación:

$$E_R = m c^2$$

Esta ecuación relaciona matemáticamente los conceptos de energía y masa y se denominan energía en reposo, dando como resultado que la masa debería ser convertible a otras formas de energía y viceversa.

La energía total depende de la rapidez de la partícula que es la suma de las energías cinéticas y en reposo. Energía total (E) = energía cinética (K) + energía en reposo (E_R), o, en otras palabras.

$$E = K + E_R = \gamma mc^2$$



Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1216 a la 1220.

2.4. Teoría general de la relatividad

Los escenarios experimentales apoyan las teorías relativas plasmadas por Einstein por lo que no la contradicen, como se ha podido estudiar a rapidez mucho menor que la rapidez de la luz, las fórmulas relativistas se reducen a la mecánica newtoniana para objetos que se mueven a rapidez mucho menor que la de la luz. La teoría de la relatividad no contradice la mecánica newtoniana sino la extiende determinando resultados más exactos para objetos que se movilizan a rapidez alta. Resaltando el espacio y tiempo como relativos, y mutuamente entremezclados, mientras que antes se consideraban absolutos y separados.



Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallado desde la página 1220 a la 1223.

Luego de haber estudiado la energía relativista y la teoría general de la relatividad podemos continuar desarrollando la actividad recomendada propuesta en la página 22 de la presente guía didáctica que fortalecerán su conocimiento.

Actividad práctica

Estimado estudiante realice la siguiente experiencia sobre la relatividad y posteriormente en un documento digital luego proceda a registrar su labor en el entorno virtual de aprendizaje (EVA) en el enlace destinado para la presente actividad:



Usted está de pie en lo alto de un vagón de ferrocarril en movimiento, y lanza una pesada bola en línea recta hacia arriba (desde su punto de vista). Ignorando la resistencia del aire, ¿la bola regresará directo a su mano o caerá detrás de él? Explique a detalle su respuesta.

¿Qué se desprende de la experiencia teórica planteada?

Estimado alumno ¡Usted acaba de reflexionar una experiencia respecto a la relatividad!



Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento le invito a revisar el contenido propuesto en los REA y desarrollar las actividades planteadas en el texto básico.

- Responda las preguntas y problemas planteados en las páginas 1227, 1228 y 1229 correspondiente al capítulo 39.
- **Ejercicios sobre relatividad:** Práctica resolviendo y reforzando contenidos teóricos sobre la relatividad. con los REA: disponibles en:
 1. REA 2: [Transformada de Lorentz](#)

El REA 2 ayudará a la comprensión de la transformada de Lorentz y su relación con las teorías de la relatividad



Autoevaluación 2

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

1. () Una partícula con masa distinta de cero puede lograr la rapidez de la luz.
2. Escoja la opción correcta.
 - a. La ecuación $E = mc^2$ no entra en conflicto con el principio de conservación de la energía, siempre que se entienda que la masa es una forma de energía.
 - b. La ecuación $E = mc^2$ contradice el principio de conservación de la energía.
 - c. La ecuación $E = mc^2$ explica el comportamiento de las partículas delta.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

3. () Si la masa es una forma de energía, un resorte tiene más masa cuando se comprime que cuando está relajado.
4. Escoja la opción correcta.
 - a. “La energía no se crea ni se destruye.” La masa es una forma de energía, y la masa puede ser “destruida” cuando se convierte en otras formas de energía. La cantidad total de energía permanece constante.
 - b. “La materia no se crea ni se destruye”.
 - c. “La materia y la energía se crea y se destruye”.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

5. () A objetos cuya velocidad es muy baja, respecto a la velocidad de la luz, las ecuaciones relativistas se simplifican a las fórmulas de la mecánica Newtoniana.
6. Escoja la opción correcta.
- El momento relativista del electrón viene dado por $p = ymv$, a una rapidez baja comparada con la de la luz su momento se limita a $p = mv$.
 - El momento relativista del electrón, una rapidez alta comparada con la de la luz y su momento se limita a $p = 5mv$.
 - El momento relativista del electrón, una rapidez nula comparada con la de la luz y su momento se limita a $p = 5mv$.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

7. () $E = ymc^2$ representa la energía total de una partícula y sugiere, cuando una partícula está en reposo, ($y = 1$), tiene una enorme energía a través de su masa.
8. Escoja la opción correcta.
- La masa gravitacional y la masa inercial pueden ser exactamente proporcionales.
 - La masa gravitacional y la masa inercial no pueden ser exactamente proporcionales.
 - La masa gravitacional y la masa inercial no existen.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

9. () Todas las leyes de la naturaleza tienen la misma forma para observadores, en cualquier marco de referencia, acelerados o no.

10. Escoja la opción correcta.

- a. En la cercanía de cualquier punto, un campo gravitacional es equivalente a un marco de referencia acelerado en ausencia de efectos gravitacionales.
- b. En la cercanía de cualquier punto un campo gravitacional es equivalente al campo eléctrico.
- c. En la cercanía de cualquier punto un campo gravitacional es equivalente al campo gravitacional negativo.

[Ir al solucionario](#)



Unidad 3. Introducción a la física cuántica

Estimado estudiante, antes de iniciar el estudio de esta nueva unidad quiero felicitarle por su responsabilidad con que está tratando los contenidos de física cuántica para las ciencias de la educación hasta el momento, espero que en esta unidad ponga todo su interés y lo realice con el mismo entusiasmo, utilice todas las estrategias recomendadas para que su aprendizaje sea significativo. Recuerde, en caso de tener inquietudes comuníquese con su profesor tutor.

En esta nueva unidad nos introduciremos en el mundo de la física cuántica la cual tiene mucha utilidad práctica dentro de la vida cotidiana el uso común de esta temática cuántica ha servido para el desarrollo de la tecnología ya que estas teorías son aplicadas en el diseño de prototipos y sistemas de cómputo avanzados dando la capacidad a estos sistemas informáticos procesar cantidades gigantescas de datos a grandes velocidades además de abrir un amplio campo de investigación en la ciencia. Por lo tanto, es importante para la comprensión de esta nueva unidad que usted continúe con el texto básico que reforzará todo el conocimiento detallado en esta guía por lo que le invito a realizar todas las actividades en la presente unidad.

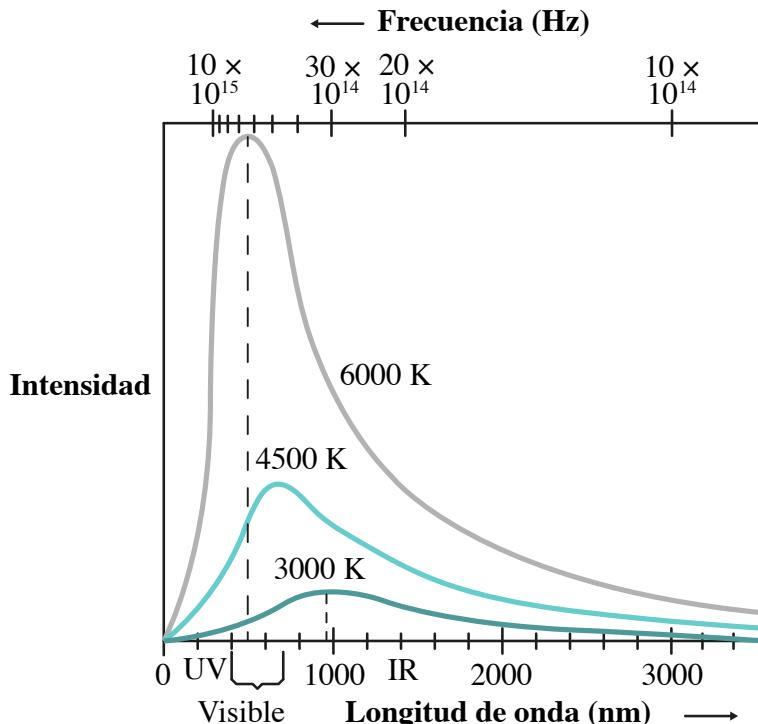
3.1. Radiación de cuerpo negro e hipótesis de Planck

Continuando con el análisis físico todos los objetos emiten radiación, cuya intensidad total es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura. A temperaturas normales, no se está al tanto de esta radiación electromagnética en virtud de su baja intensidad. A temperaturas superiores, hay suficiente radiación infrarroja que uno puede sentir como calor si está cerca del objeto, si aumentamos esta temperatura en orden de los 2000 grados Kelvin los objetos brillan la luz que emiten estos objetos es de un rango continuo de longitudes de onda o frecuencias y el espectro es una gráfica de intensidad contra longitud de onda o frecuencia. Conforme la temperatura aumenta, la radiación electromagnética emitida por los objetos no solo aumenta en intensidad total, sino que alcanza un máximo a frecuencias cada vez más altas.

Un cuerpo negro es un sistema ideal que absorbe toda radiación que incide sobre él y la radiación electromagnética emitida por un cuerpo negro se denomina radiación de un cuerpo negro este cuerpo idealizado mientras más alta su temperatura mayor es su intensidad de radiación como muestra la figura 5.

Figura 5.

Intensidad de radiación de un cuerpo negro a temperaturas diferentes.



Nota. Intensidad de Radiación [Imagen], por Giancoli D, (2008).

Un cuerpo negro plantea que toda la radiación incidente debe emitir esta radiación con una intensidad que creciera con el cuadrado de su frecuencia este postulado carece de sentido físico esto contradice los escenarios experimentales en donde se observa un descenso de la intensidad a altas frecuencias como se visualiza en la figura 5. Con base en esta problemática Planck resolvió el problema proponiendo que la emisión de energía no se realiza de manera continua sino de manera discreta en pequeños paquetes de energía llamados cuantos de energía (E) el cual es proporcional a la frecuencia de radiación (f) y a la constante de Planck ($h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$) tal como se muestra en la ecuación.

$$E = hf$$

Con esta relación se establece que la energía se distribuye en todas las moléculas la suma de todas será la energía del sistema.

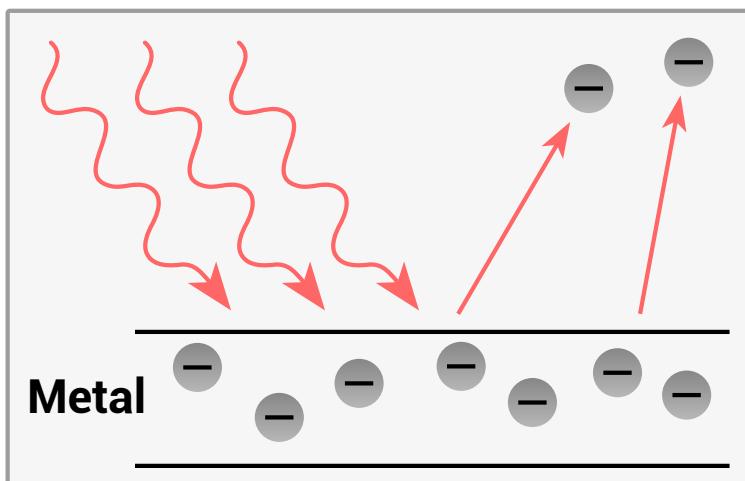


Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallados desde la página 1234 a la 1239.

3.2. Efecto fotoeléctrico

Einstein se basa en la interpretación de Planck para interpretar el fenómeno denominado fotoeléctrico que consiste en el efecto que se produce al chocar un haz de luz sobre una superficie metálica que produce la emisión de electrones siempre y cuando esta luz tuviese la frecuencia suficiente. Einstein sugirió que la luz está formada por pequeños cuantos de energía (fotones) cuya energía está denotada por la ecuación de Planck, si la frecuencia de los fotones es suficiente para que la energía de la radiación sea igual a la energía que tiene unido a los electrones al metal es posible la separación de ellos esta frecuencia límite se denomina frecuencia umbral. La figura 6 muestra la dinámica del efecto fotoeléctrico.

Figura 6.
Incidencia de luz sobre un metal.



Nota. Incidencia de luz [Imagen], por Giancoli D, (2008).

Si la energía de Planck es menor a la energía de la frecuencia umbral no se producirá emisión de electrones al contrario de que si la energía de Planck es mayor a la energía de la frecuencia umbral los electrones se desprenden y adquieren una energía cinética igual a la diferencia entre energía por la radiación incidente menos la energía requerida para despegar los electrones denominada función trabajo que está determinado por la composición de cada metal como muestra la ecuación.

$$E_{\text{cinética}} = hf - hf_{\text{umbral}}$$



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallados desde la página 1240 a la 1248.

Luego de haber estudiado la hipótesis de Planck y el efecto fotoeléctrico podemos empezar a desarrollar la actividad recomendada propuesta al finalizar la unidad 3 en la página 33 de la presente guía didáctica.



Semana 6

3.3. Naturaleza de las ondas electromagnéticas

A partir de los análisis experimentales se ha podido la luz se describe en términos de fotones con cierta energía y cantidad de movimiento, por otra parte, la luz y otras ondas electromagnéticas exhiben efectos de interferencia y difracción que solo son entendibles mediante una interpretación ondulatoria. La luz depende del fenómeno que se esté observando algunos experimentos se explican mejor con el modelo del fotón y otras con el modelo ondulatorio. La mecánica cuántica le da a la luz una naturaleza flexible al considerar el modelo de la partícula y el modelo ondulatorio necesarios como complementarios.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer el contenido del texto básico para extender su conocimiento detallado en la página 1249.

3.4. Propiedades ondulatorias de las partículas

La idea de dualidad onda-partícula se extendió para definir el comportamiento de la luz argumentando que la luz a veces se comporta como onda y a veces como partícula, entonces tal vez aquellas cosas en la naturaleza que se consideraban partículas, como los electrones y otros objetos materiales, también podrían tener propiedades ondulatorias. De donde se propuso que la longitud de onda de una partícula material se relacionaría con su cantidad de movimiento en la misma forma que para un fotón. Esto es, para una partícula que tenga cantidad de movimiento lineal $p = mu$, la longitud de onda y la frecuencia de la partícula estará dada por:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mu}; f = \frac{E}{h}$$



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallados desde la página 1249 a la 1252.

Luego de haber estudiado la naturaleza de las ondas electromagnéticas y las propiedades ondulatorias de las partículas podemos desarrollar la actividad recomendada propuesta al finalizar la unidad 3 página 33 en esta guía didáctica.



Semana 7

3.5. La partícula cuántica

La mecánica cuántica unifica la dualidad onda-partícula en una sola teoría consistente y lidió de manera satisfactoria con los espectros emitidos por átomos complejos, incluso con los detalles finos. Explicó el brillo relativo de las líneas espectrales y cómo los átomos forman moléculas. También es una teoría mucho más general que abarca todos los fenómenos cuánticos, desde la radiación de cuerpo negro hasta los átomos y las moléculas. La partícula cuántica concepto que tiene características de partícula y a la vez de onda se debe optar para entender un fenómeno en particular.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallados desde la página 1252 a la 1255.

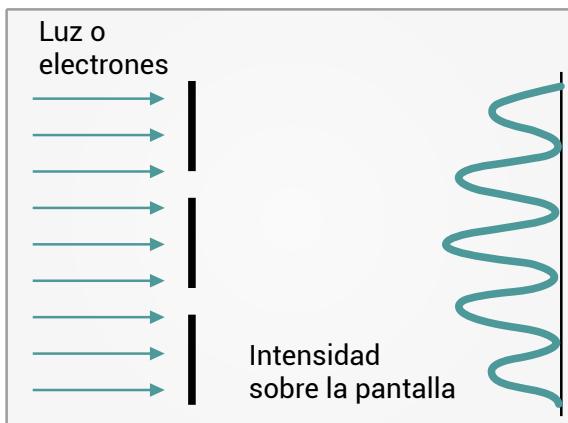
3.6. Experimento de la doble rejilla

Este experimento se basa en el análisis del comportamiento de las partículas que atraviesan dos rendijas por donde son lanzados electrones como muestra la figura 7. La dinámica es simple se lanza electrones hacia una placa con dos rendijas y se visualiza cual es el resultado detrás de la rendija luego procede a esta dinámica se puede evidenciar que esto genera dos comportamientos en un caso el resultado se comporta como onda y en el otro caso se comporta como partícula. Estos resultados únicamente pueden ser apreciables por medio de la mecánica cuántica teniendo en consideración los siguientes postulados.

Con el experimento de la doble rendija se demuestra que a nivel subatómico la materia se comporta de manera distinta a como lo hace a nivel macroscópico. Y este experimento es capaz de desvelar dos de las más grandes y desconcertantes verdades de la naturaleza cuántica de la materia.

A escala subatómica las partículas tienen un comportamiento dual. Es decir, la materia se comporta como una onda o como una partícula. El hecho de observar o no el experimento hace que la materia se comporte como una onda o como una partícula.

Figura 7.
Experimento de la doble rendija.



Nota. Experimento [Imagen], por Giancoli D, (2008).



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallados desde la página 1255 a la 1256.

Continuemos con el aprendizaje mediante la revisión de la siguiente presentación:

[Relatividad y mecánica cuántica](#)

El presente recurso interactivo le ayudará a comprender algunas conceptualizaciones referentes a la teoría de la relatividad y mecánica cuántica.

Luego de haber estudiado la partícula cuántica y el experimento de la doble rendija podemos desarrollar la actividad recomendada propuesta en la página 33 de la presente guía didáctica.

Actividad práctica

Estimado estudiante realice la siguiente experiencia sobre la relatividad y posteriormente en un documento digital luego proceda a registrar su labor en el entorno virtual de aprendizaje (EVA) en el enlace destinado para la presente actividad:



Usted se encuentra en un lugar cerrado con diferentes objetos en la oscuridad, teóricamente se menciona que todos los objetos irradian energía entonces, ¿por qué la mayoría de ellos no se pueden ver en la oscuridad? Explique a detalle su respuesta.

¿Qué se desprende de la experiencia teórica planteada?

Estimado alumno ¡Usted acaba de reflexionar una experiencia respecto a la relatividad!



Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento le invito a revisar el contenido propuesto en los REA y desarrollar las actividades planteadas en el texto básico.

- Responda las preguntas y problemas planteados en la página 1260 a la 1266 correspondiente al capítulo 40.
- **Ejercicios sobre relatividad:** Práctica resolviendo y reforzando contenidos teóricos sobre la relatividad. con los REA: disponibles en:
 1. REA 3: [Experimento de la doble rendija](#)

El REA 3 ayuda a la compresión de las condiciones físicas que se presentan en el experimento de la doble rendija

Le invito a reforzar sus conocimientos, participando en la siguiente autoevaluación:



Autoevaluación 3

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

1. () Si un electrón y un protón viajan con la misma rapidez, la longitud de onda de Broglie más corta es la del electrón.
2. Seleccione la opción correcta.
 - a. Los electrones muestran características tanto de ondas como de partículas. Los electrones actúan como ondas en difracción de electrones y como partículas similares en el efecto Compton y otras colisiones.
 - b. Los electrones demuestran características únicamente de ondas que actúan con partículas delta.
 - c. Los electrones demuestran características únicamente de partículas delta.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

3. () El fotón y el electrón tienen comportamientos de partículas.
4. Escoja la respuesta correcta.
 - a. El fotón y el electrón tienen cargas negativas.
 - b. Un electrón tiene carga negativa y un fotón no está cargado.
 - c. Un electrón tiene carga positiva y un fotón positiva.
 - d. Un electrón y un protón tienen carga negativa.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

5. () Los modelos ondulatorios y de partículas ya sea de la materia o de radiaciones son independientes uno del otro.

6. Escoja la opción correcta.
- a. La potencia total de radiación emitida por un cuerpo negro aumenta con la temperatura.
 - b. La potencia total de radiación emitida por un cuerpo negro disminuye con la temperatura.
 - c. La potencia total de radiación emitida por un cuerpo negro se anula con la temperatura.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

7. () El concepto de cuanto de acción (constante de Planck) explica la distribución espectral de la radiación de un cuerpo negro.
8. Escoja la respuesta correcta.
- a. En un cuerpo negro el pico de la distribución de la longitud de onda se desplaza hacia longitudes de onda más cortas conforme aumenta la temperatura.
 - b. En un cuerpo negro el pico de la distribución de la longitud de onda provoca una área llena de positrones y neutrinos.
 - c. En un cuerpo negro el pico de la distribución de la longitud de onda provoca electronvoltios de campo eléctrico.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

9. () En el efecto fotoeléctrico si la energía de Planck es menor a la energía de la frecuencia umbral no se producirán emisión de electrones.

10. Escoja la opción correcta.
- a. En el efecto fotoeléctrico si la energía de Planck es mayor a la energía de la frecuencia umbral se producirá la emisión de electrones en los metales.
 - b. En el efecto fotoeléctrico la energía de Planck es mayor a la energía de la frecuencia umbral fuerza gravitatoria.
 - c. En el efecto fotoeléctrico, si la energía de Planck es mayor a la energía de la frecuencia umbral se producirá luz roja.

[Ir al solucionario](#)



Actividades finales del bimestre

- **Actividad 1:** Participa de la videoconferencia donde se realizará un repaso para el examen bimestral.

En esta actividad se realizará una videoconferencia en la cual se realizará un repaso como preparación para el examen bimestral.

- **Actividad 2:** Examen bimestral.

Revise el horario de exámenes para que tenga claro el día y la hora de la evaluación.



Segundo bimestre

Resultado de aprendizaje 2

- Resuelve problemas del entorno natural y social que estén relacionados con los principios y teorías de la mecánica ondulatoria, radiactividad y fusión-fisión nuclear.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Para la óptima asimilación de los contenidos para el segundo bimestre se cuenta con actividades prácticas y recomendadas, las cuales cuentan con ejercicios ilustrativos y recursos virtuales y visuales, esta labor reforzará el proceso de aprendizaje mediante la lectura comprensiva de la guía didáctica y el texto básico. El desarrollo de foros, actividades de video colaboración y autoevaluaciones con sus respectivas retroalimentaciones colaboran como recursos útiles para la compresión de los temas planificados, actividades que motivan al estudiante a mantener la continuidad en su labor estudiantil.



Semana 9

Unidad 4. Mecánica cuántica

Estimado estudiante, antes de iniciar el estudio de esta nueva unidad quiero felicitarle por su responsabilidad con que está tratando los contenidos de física cuántica que contribuye a su formación profesional hasta el momento, espero que en esta unidad ponga todo su interés y lo realice con el mismo entusiasmo, utilice todas las estrategias recomendadas para que su aprendizaje sea significativo. Recuerde, en caso de tener inquietudes comuníquese con su profesor tutor.

Al igual como se le indicó en el primer bimestre, en el segundo bimestre es la oportunidad de hacer uso de las orientaciones generales para el estudio. De manera general le recomiendo, en el estudio de cada tema: Realice una lectura comprensiva. Subraye las ideas principales y para desarrollar la

parte de ejercicios, no olvide leer por lo menos tres veces el enunciado. Además, me permito indicarle que la unidad 4 de la guía didáctica y que se presta a estudiarla en este momento, es el capítulo 41 página 1267 del texto básico.

Con el objetivo de que usted siga descubriendo los fenómenos de la mecánica cuántica que rodean a nuestro entorno es hora de estudiar un capítulo muy interesante sobre el calor y temperatura. En este capítulo estudiaremos la importancia del calor y la temperatura, sus propiedades, así como sus diferencias.

4.1. La función de onda

Los parámetros fundamentales de una onda son su longitud de onda, frecuencia y amplitud. Para una onda electromagnética, la frecuencia (o longitud de onda) determina si la luz está o no en el espectro visible y, si es así, de qué color es. La frecuencia representa una medida de la energía de los fotones ($E = hf$). La amplitud o el desplazamiento de una onda electromagnética en cualquier punto es la fuerza del campo eléctrico (o magnético) en ese punto, y se relaciona con la intensidad de la onda (el brillo de la luz).

Para partículas materiales como los electrones, la mecánica cuántica relaciona la longitud de onda con la cantidad de movimiento. En la mecánica cuántica, este papel lo desempeña la función de onda, a la que se le da el símbolo Ψ que representa el desplazamiento de onda, como función del tiempo y la posición, de un nuevo tipo de campo que se puede llamar un campo “de materia” u onda de materia.

Si Ψ , que depende del tiempo y la posición, representa un solo electrón (digamos, en un átomo), entonces $|\Psi^2|$ se interpreta del modo siguiente: en cierto punto del espacio y del tiempo representa la probabilidad de encontrar al electrón en la posición y el tiempo dados que se denomina densidad de probabilidad o distribución de probabilidad.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico ubicado en la página 1269, capítulo 41.

4.2. Partícula cuántica bajo condiciones de frontera

Ahora revisaremos los efectos de las restricciones sobre el movimiento de una partícula cuántica de forma general la interacción de una partícula cuántica con su ambiente representa una o más condiciones de frontera y si la interacción restringe a la partícula a una región finita del espacio resulta en cuantización de la energía del sistema. Las condiciones de frontera de la partícula cuántica son:

- La función de onda no es una función simple como la función de onda para onda sobre cuerdas.
- La frecuencia se relaciona con la energía a través de $E = hf$ de modo que las frecuencias cuantizadas conducen energías cuantizadas.
- Puede no haber nodos inmóviles asociados con la función de onda de una partícula cuántica bajo condiciones de frontera.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallados desde la página 1271 a la 1277.

Luego de haber estudiado la función de onda y las condiciones de frontera para partícula cuántica podemos empezar a desarrollar la actividad recomendada expuestas al finalizar la unidad 4 en la página 43 en esta guía didáctica.



4.3. Ecuación de Schrödinger

Para describir cuantitativamente los sistemas físicos mediante la mecánica cuántica, se debe tener un medio para determinar matemáticamente la función de onda. Esta famosa ecuación lo que propone es que, si las ondas tienen propiedades de partículas, las partículas tienen propiedades de ondas es decir describe la partícula-onda o en otras palabras la función de onda generalizada la ecuación de onda para la materia. La ecuación de Schrödinger se escribe por situaciones de estado estacionario sin la dependencia del tiempo.

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\Psi(x)}{dx^2} + U(x)\Psi(x) = E\Psi(x)$$

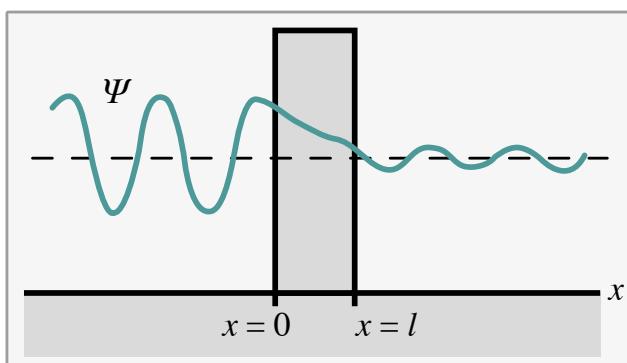


Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento detallados desde la página 1277 a la 1280.

4.4. Efecto túnel a través de una barrera de energía potencial

Figura 8.

Efecto Túnel.



Nota. Efecto túnel [Imagen], por Giancoli D, (2008).

El efecto túnel menciona el hecho que si la función de onda () para una partícula que incide desde la izquierda en una barrera como se muestra en la Figura 8, existe una probabilidad que este traspase la barrera gracias a la dualidad partícula-onda, la probabilidad del efecto túnel se puede medir con un coeficiente de transmisión y reflexión.

Ejemplo:

Suponiendo que un electrón de 20 eV (electronvoltio) de energía golpea una barrera cuadrada de 40 eV de alto para determinar la probabilidad de que el electrón penetre por el efecto túnel a través de la barrera de 1 nm (nanómetro) de ancho se debe considerar que la energía de la partícula es menor que la altura de la barrera de potencial, esperando que el electrón se refleje de la barrera con un 100 % de probabilidad tomando en consideración la física clásica, pero tomando en consideración el efecto túnel existe una probabilidad finita de que la partícula aparezca en el otro lado de la barrera.

$$T \cong e^{-2CL}$$

De donde la energía de la barrera menos la energía del electrón que golpea la barrera genera una energía restante de 20 eV que expresados en julio de energía representan $3,2 \times 10^{-18} \text{ J}$, por lo tanto:

$$2CL = 2 \frac{\sqrt{2(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(3,2 \times 10^{-18} \text{ J})}}{1.055 \times 10^{-34} \text{ J.s}} 1 \times 10^{-9} \text{ m} = 45,77$$

$$T \cong e^{-2CL} \cong 1,31 \times 10^{-20}$$

Como se puede apreciar la probabilidad de que el electrón de energía 20 eV traspase la barrera es muy baja.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1281 a la 1286.

Luego de haber estudiado la ecuación de Schrödinger y el efecto túnel podemos desarrollar la actividad recomendada propuesta al finalizar la unidad 4 en la página 43 de la presente guía didáctica.

Continuemos con el aprendizaje mediante la revisión del siguiente recurso.

Física cuántica

Actividad práctica

Estimado estudiante realice la siguiente experiencia sobre la mecánica cuántica y posteriormente en un documento digital luego proceda a registrar su labor en el entorno virtual de aprendizaje (EVA) en el enlace destinado para la presente actividad:



Cuando usted mide la presión en una llanta, ¿acaso no escapa algo de aire inevitablemente? ¿Es posible evitar este escape de aire? ¿Cuál es la relación con el principio de incertidumbre? Explique a detalle su respuesta.

¿Qué se desprende de la experiencia teórica planteada?

Estimado estudiante ¡Usted acaba de reflexionar una experiencia respecto a la mecánica cuántica!



Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento le invito a revisar el contenido propuesto en los REA y desarrollar las actividades planteadas en el texto básico.

- Responda las preguntas y problemas planteados de la página 1290 a la 1295 correspondiente al capítulo 41.
- Práctica resolviendo y reforzando contenidos teóricos sobre mecánica cuántica. con los REA: disponibles en:

1. REA 4: Teoría cuántica

El REA 4 ayuda a la comprensión del modelo mecánico cuántico del átomo.



Autoevaluación 4

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

1. () Un paquete de ondas, ubicado en el espacio, es una superposición de ondas sinusoidales con un rango de cantidades de movimiento.
2. Escoja la opción correcta.
 - a. La mecánica cuántica es la parte de la física encargada de estudiar el mundo a escala de los átomos y sus partículas subatómicas.
 - b. La mecánica cuántica es la parte de la física encargada de estudiar los decaimientos.
 - c. La mecánica cuántica es la parte de la física encargada de estudiar los electronvoltios.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

3. () En la mecánica cuántica a la amplitud asociada con la partícula amplitud de probabilidad o función de onda.
4. Escoja la opción correcta.
 - a. Una función de onda que está normalizada indica que la partícula existe en algún punto en el espacio.
 - b. Una función de onda que está normalizada indica que la partícula no existe en algún punto en el espacio.
 - c. Una función de onda que está normalizada indica que la partícula tiene rayos delta punto en el espacio.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

5. () El modelo de la partícula cuántica bajo condiciones de frontera difiere en algunas formas del modelo de las ondas bajo condiciones de frontera.
6. Escoja la opción correcta.
 - a. En el caso de partículas cuánticas, la función de onda no es una función simple como la función de onda para onda sobre cuerdas.
 - b. En el caso de partículas cuánticas, la función de onda es una función cuadrática simple
 - c. En el caso de partículas cuánticas, la función de onda es una función simple como una función lineal.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

7. () Para una partícula cuántica la frecuencia se relaciona con la velocidad de la partícula, de modo que las frecuencias cuantizadas conducen a rapidez cuantizada.
8. Escoja la opción correcta.
 - a. Puede no haber nodos inmóviles asociados con la función de onda de una partícula cuántica bajo condiciones de frontera.
 - b. Puede haber nodos móviles asociados a la fuerza eléctrica de los neutrinos bajo condiciones de frontera.
 - c. Puede haber nodos asociados a la fuerza gravitacional delta de los neutrinos bajo condiciones de frontera.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

9. () La interacción de una partícula cuántica con su ambiente representa una o más condiciones de frontera.

10. Escoja la opción correcta.

- a. La cuantización de la energía del sistema restringe a la partícula a una región finita del espacio.
- b. La cuantización de la energía del sistema amplía a la partícula a una región infinita del espacio.
- c. La cuantización del campo eléctrico del sistema anula a la partícula a una región infinita del espacio.

[Ir al solucionario](#)



Unidad 5. Estructura Nuclear

Seguramente, alguna vez ha escuchado el concepto de átomo las investigaciones científicas condujeron a la idea de que, en el centro de un átomo, había un pequeño núcleo masivo. Al mismo tiempo que la teoría cuántica se desarrollaba y los científicos intentaban comprender la estructura del átomo, sus electrones y su núcleo.

La presente unidad tiene como objetivo introducirnos en la física nuclear analizando sus postulados y fenómenos que se encuentran relacionados, por lo tanto, se hace énfasis en la revisión del texto básico para el refuerzo y la compresión de la temática abordada disponible en el capítulo 44 página 1380.

5.1. Propiedades de los núcleos

El núcleo de un átomo se considera como un agregado de dos tipos de partículas: protones y neutrones, estas “partículas” también tienen propiedades ondulatorias. Un protón es el núcleo del átomo más simple, la existencia del neutrón que es eléctricamente neutro como indica su nombre. Su masa es apenas ligeramente mayor que la del protón. Estos dos constituyentes de un núcleo, neutrones y protones, se conocen de manera colectiva como nucleones.

Los diferentes núcleos con frecuencia se conocen como núclidos, el número de protones en un núcleo (o núclido) se llama número atómico y se designa mediante el símbolo Z. El número total de nucleones, neutrones más protones, se designa mediante el símbolo A y se llama número de masa atómica, o en ocasiones simplemente número de masa. Se utiliza este nombre porque la masa de un núcleo es muy cercana a veces la masa de un nucleón.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1380 a la 1390.

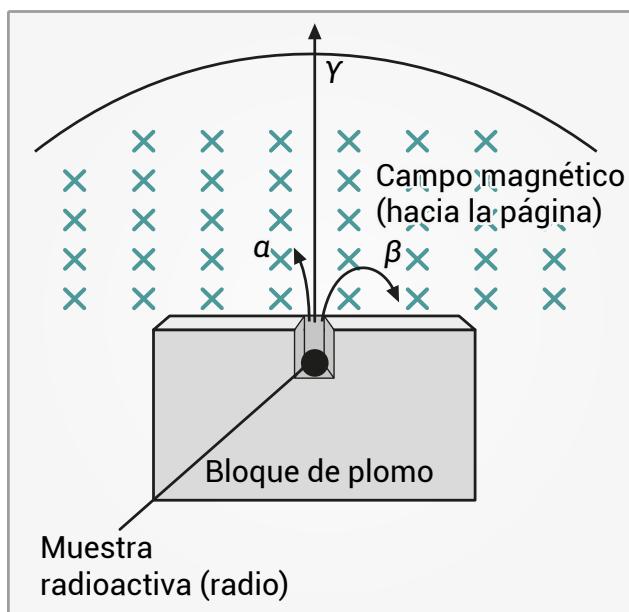
5.2. Radiactividad

La física nuclear hizo un importante descubrimiento en estudios de fosforescencia, se encontró que cierto material (que resultó contener uranio) oscurecía una placa fotográfica aun cuando la placa se envolviera para evitar la luz. Es claro que el mineral emitía algún tipo de radiación que, a diferencia de los rayos X, se producía sin ningún estímulo externo. Este nuevo fenómeno se llamó radiactividad.

Marie Curie (1867-1934) y su esposo, aislaron dos elementos para entonces desconocidos que eran enormemente radiactivos como se muestra en la figura 9. Estos elementos se llamaron polonio y radio a partir de esta observación se descubrió que la radiactividad en cada caso no se veía afectada por los más fuertes tratamientos físicos y químicos, incluidos el calentamiento o enfriamiento excesivos, o la acción de fuertes reactivos químicos. Se sospechaba que la fuente de radiactividad debía estar en las profundidades del átomo y que emanaba del núcleo. Se hizo evidente que la radiactividad era resultado de la desintegración o el decaimiento de un núcleo inestable.

Ciertos isótopos no son estables y decaen con la emisión de algún tipo de radiación. En la naturaleza existen muchos isótopos inestables y tal radiactividad se llama “radiactividad natural”. Se puede producir otros isótopos inestables en el laboratorio mediante reacciones nucleares y que tienen “radiactividad artificial”. Los isótopos radiactivos en ocasiones se conocen como radioisótopos o radionúclidos.

Figura 9.
Rayos radioactivos.



Nota. Rayos radioactivos [Imagen], por Giancoli D, (2008).

Los rayos producto de la radiactividad se clasifican en tres tipos distintos, de acuerdo con su poder de penetración. Un tipo de radiación apenas lograba penetrar un trozo de papel rayo α . El segundo tipo era capaz de pasar a través de hasta 3 mm de aluminio β . El tercero era extremadamente penetrante: podía pasar a través de varios centímetros de plomo y todavía detectarse en el otro lado γ . Se descubrió que cada tipo de rayo tenía una carga diferente, por lo tanto, se desviaba de manera diferente en un campo magnético, como se muestra en la figura 9, los rayos alfa tienen carga positiva, los rayos beta tienen carga negativa y los rayos gamma son neutros. Los tres tipos de radiación consistían en tipos conocidos de partículas; los rayos gamma son fotones de muy alta energía, los rayos beta son electrones idénticos a los que giran en torno al núcleo, pero se crean dentro del mismo núcleo.

Ejemplo: Ahora supongamos que en un tiempo de 0 segundos tenemos una muestra radiactiva que contiene 1,5 ug (microgramos) de ^{61}C (carbono puro) que tiene una vida media de 20.4 min, para encontrar el número de núcleos de la muestra en este tiempo específico debemos considerar que la masa molar del carbono es de aproximadamente 11 g/mol y que la vida media es relativamente corta por lo que el número de núcleos sin decaer

disminuye rápidamente. Por lo tanto, el número de moles que se puede obtener de 1,5 ug es de $1,36(10)^{-7}$ mol.

Entonces para determinar el número de núcleos sin decaer multiplicamos por su referente en núcleos del carbono es decir $6,02(10)^{23}$ núcleos/mol.

$$N_0 = (1,36 \times 10^{-7} \text{ mol}) (6,02 \times 10^{23} \text{ nucleos/mol}) = 8,2 \times 10^{16} \text{ núcleos}$$



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1390 a la 1405.

Luego de haber estudiado las propiedades de los núcleos y la radiactividad podemos empezar a desarrollar la actividad recomendada propuesta al finalizar la unidad 5 en la página 53 de la presente guía didáctica.



Semana 12

5.3. Fisión nuclear

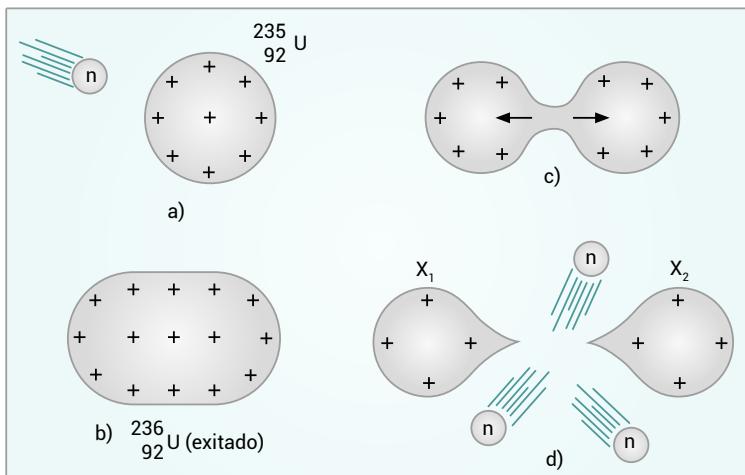
Los científicos con base en los fenómenos observados a nivel atómico no tardaron en encontrar que el uranio bombardeado con neutrones en ocasiones produce núcleos más pequeños que tienen aproximadamente la mitad del tamaño del núcleo de uranio original. El núcleo de uranio, después de absorber un neutrón se divide en dos piezas aproximadamente iguales.

Este nuevo fenómeno se llamó fisión nuclear ocurre mucho más fácilmente para el $^{92}235U$ que para el más común $^{92}238U$. El método usado se puede visualizar al imaginar el núcleo de uranio como una gota líquida. De acuerdo con este modelo de gota líquida, el neutrón que absorbe el núcleo $^{92}235U$ de otorga al núcleo energía interna adicional. Este estado intermedio, o núcleo compuesto, es $^{92}236U$.

La energía adicional de este núcleo (se encuentra en un estado excitado) aparece como movimiento creciente de los nucleones individuales, lo que hace que el núcleo tome formas alargadas anormales como muestra la

figura 10. La atracción de los dos extremos mediante la fuerza nuclear de corto alcance se debilita enormemente por la creciente distancia de separación, la fuerza eléctrica de repulsión se vuelve dominante, y el núcleo se divide en dos.

Figura 10.
Fragmentos de fisión.



Nota. Fisión [Imagen], por Giancoli D, (2008).

Ejemplo:

Suponiendo que se quiere determinar la energía liberada cuando se fisiona 2 kg de U₂₃₅ (uranio) considerando que la energía de desintegración por cada evento es de 208 MeV, se parte del hecho que 1 mol de este isótopo tiene una masa de 235 g y que para determinar la energía liberada debemos tomar en cuenta la siguiente igualdad.

$$E = NQ$$

Donde N representa el número de núcleos en la muestra en términos del número de moles y Q es la cantidad de energía de desintegración por cada evento por lo que se tiene.

$$E = NQ = \frac{m}{M} N_a Q = \frac{2000 \text{ g}}{\frac{235 \text{ g}}{\text{mol}}} (6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1})(208 \text{ MeV})$$

De donde Na es un valor constante determinado por el número de Avogadro y M la masa molar del uranio.

$$E = 10,66 \times 10^{26} MeV$$

Esta cantidad de energía en kWh (kilovatio-hora) a través de la relación energética en Joule

$$E = 10,66 \times 10^{26} MeV \left(\frac{1,6 \times 10^{-13} J}{1 MeV} \right) \left(\frac{1 kWh}{3,6 \times 10^6 J} \right) = 4,74 \times 10^7 kWh$$



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1419 a la 1424.

5.4. Fusión Nuclear

A diferencia de la fisión la fusión nuclear consiste en el proceso de formar núcleos colocando juntos protones y neutrones, o la formación de núcleos más grandes mediante la combinación de núcleos pequeños.

Al combinar pequeños núcleos se pueden formar unos más grandes con la liberación de energía esto debido a que la energía de enlace por nucleón es menor para núcleos ligeros que para los de masa creciente. Actualmente, se supone que muchos de los elementos en el Universo originalmente se formaron a través del proceso de fusión y que la fusión actualmente tiene lugar de manera continua dentro de las estrellas, incluido el Sol, que producen las cantidades de energía radiante que emiten.

Ejemplo:

Para determinar la energía total liberada en las reacciones de fusión en el ciclo protón – protón se requiere fundir cuatro protones para formar una partícula alfa tomando en consideración que esta situación se considera un problema de situación.

Se parte del hecho que la masa inicial de cuatro protones con una masa de átomo neutro individual de 1007825 u, representan 4031300 u.

Referenciando el cambio de masa del sistema es decir de la masa inicial de cuatro protones respecto a la masa de un átomo de 4H la diferencia es

$$\text{Cambio de masa} = 4.031300 \text{ u} - 4.031300 \text{ u} = 0.028697 \text{ u}$$

Convirtiendo este cambio de masa en unidades de energía, energía que se comparte entre la partícula alfa y otras partículas como positrones, rayos gamma y neutrinos tenemos que.

$$E = 0.028697 \text{ u} \times 931,494 \text{ MeV/u} = 26,7 \text{ MeV}$$



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1425 a la 1432.

Luego de haber estudiado los principios de la fusión y fisión podemos continuar con el desarrollo de la actividad recomendada propuesta en la página 53 de la presente guía didáctica.

Actividad práctica

Estimado estudiante realice la siguiente experiencia sobre la mecánica cuántica y posteriormente en un documento digital luego proceda a registrar su labor en el entorno virtual de aprendizaje (EVA), en enlace destinado para la presente actividad:



Desarrolle una explicación detallada y técnica con base en las siguientes cuestiones planteadas: ¿Cómo se sabe que existe la fuerza nuclear fuerte?, ¿Cuáles son las semejanzas y las diferencias entre la fuerza nuclear fuerte y la fuerza eléctrica?, y ¿Cuál es la evidencia experimental en favor de que la radiactividad es un proceso nuclear? De ser necesario incorporar gráficos en su análisis o procedimientos.

¿Qué se desprende de la experiencia teórica planteada?

Estimado alumno ¡Usted acaba de reflexionar una experiencia respecto a la mecánica cuántica!



Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento le invito a revisar el contenido propuesto en los REA y desarrollar las actividades planteadas en el texto básico.

- Responda las preguntas y problemas planteados de la página 1439 a la 1441 correspondiente al capítulo 45.
- Práctica resolviendo y reforzando contenidos teóricos sobre mecánica cuántica. con los REA: disponibles en:

REA 5: [Decaimientos](#)

El REA 5 contribuye a la comprensión de los decaimientos alfa, gamma y beta.



Autoevaluación 5

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

1. () La física nuclear se basa en el estudio de los electrones, los cuales contienen protones y neutrones.
2. Escoja la opción correcta.
 - a. Los núcleos inestables experimentan decaimiento radioactivo, cambian a otros núcleos con la emisión de una partícula alfa, beta o gamma.
 - b. Los núcleos estables experimentan decaimiento radioactivo, cambian a otros núcleos con la emisión de una partícula alfa, beta o gamma.
 - c. Los núcleos inestables no existen.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

3. () El decaimiento alfa ocurre únicamente en el proceso fotoeléctrico.
4. Seleccione la opción correcta.
 - a. Los núcleos se mantienen unidos mediante la fuerza nuclear fuerte. La fuerza nuclear débil se hace evidente en el decaimiento beta.
 - b. Los núcleos se mantienen separados mediante la fuerza de la gravedad. La fuerza nuclear fuerte se hace evidente con la fuerza de fricción.
 - c. Las partículas delta se mantienen unidas mediante la fuerza de la eléctrica. La fuerza nuclear se debe a la fuerza de fricción.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

5. () Todos los isótopos de un mismo elemento tienen el mismo número de protones en sus núcleos (y de electrones en el átomo) y tendrán propiedades químicas muy similares.

6. Seleccione la opción correcta.

- a. Una reacción nuclear ocurre cuando dos núcleos chocan y se producen otros dos o más núcleos (o partículas).
- b. Una reacción nuclear ocurre cuando cuatro núcleos se separan y se producen neutrinos.
- c. Una reacción nuclear ocurre cuando cuatro núcleos se separan y se producen rayos delta.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

7. () En la fisión, un núcleo pesado como el uranio se divide en dos núcleos de tamaño intermedio después de que un neutrón choca con él.

8. Seleccione la opción correcta.

- a. El proceso de fusión, en el cual núcleos pequeños se combinan para formar unos más grandes que también liberan energía.
- b. El proceso de fusión, en el cual neutrinos se combinan para formar unos más grandes que también acumulan energía.
- c. En el proceso de fusión los protones alfa se combinan para formar la fuerza gravitatoria.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

9. () Niveles apropiados de radiación pueden matar bacterias y virus posiblemente dañinos en suministros médicos o en la comida.

10. Seleccione la opción correcta.
- a. Fisión o separar un núcleo pesado en dos núcleos más ligeros y fusión o combinar dos núcleos ligeros, corresponden a procesos diferentes.
 - b. Fisión o unir un núcleo pesado a dos núcleos más ligeros y fusión o separar dos núcleos pesados, corresponden a procesos iguales.
 - c. Fisión y fusión combinan dos núcleos ligeros y corresponden a procesos iguales.

[Ir al solucionario](#)



Unidad 6. Física de partículas

Estimado estudiante, después de un largo camino, hemos llegado al capítulo final de nuestro programa de estudio. El sonido es un fenómeno físico que casi todos podemos apreciar en el día a día, disfrutando de la música, por ejemplo. Para poder comprender apropiadamente los fundamentos de la física de partículas, revisemos estos temas los cuales los encontrará en el capítulo 46 de su libro base, que nos servirán como fundamento para comprender apropiadamente la naturaleza de la física de partículas y que serán resumidos a continuación.

La presente unidad nos muestra magnitudes físicas que visibilizan los fenómenos que involucran la física de partículas, por lo tanto, se hace énfasis en la revisión del texto básico para el refuerzo y la compresión de la temática abordada disponible en el capítulo 46, página 1447.

6.1. Fuerzas fundamentales en la naturaleza

Los fenómenos naturales se describen con base en cuatro fuerzas fundamentales que actúan entre partículas, estas son la fuerza nuclear, la electromagnética, la fuerza débil y la fuerza gravitacional, el intercambio de partículas en cada uno de estos campos define como partículas de campo.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del libro base para extender su conocimiento detallado en la página 1448 del texto básico, capítulo 46 revisando además los respectivos problemas citados.

6.2. Positrones y otras antipartículas

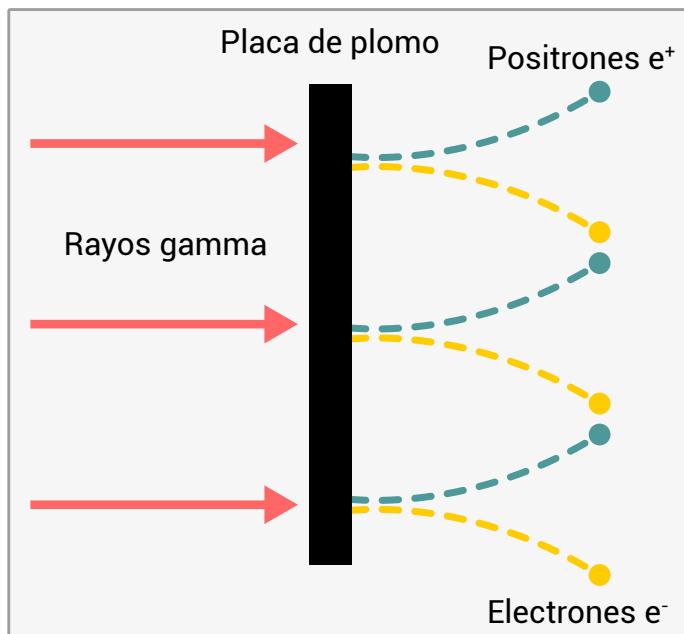
El positrón es un electrón positivo, esto es, muchas de sus propiedades como la masa son las mismas que las del electrón, pero tiene carga eléctrica opuesta se dice que el positrón es la antipartícula del electrón. En las reacciones nucleares se producen antipartículas cuando hay suficiente energía disponible para producir la masa requerida, y no viven mucho tiempo en presencia de materia. Un positrón es estable cuando está solo; pero si encuentra un electrón, se aniquilan uno al otro. La energía de su masa desaparecida, más cualquier energía cinética que poseen, se convierte en la energía de rayos gamma o de otras partículas. La aniquilación también ocurre para todos los demás pares partícula-antipartícula.

Antimateria es un término que se refiere a material que estaría constituido por “anti átomos”, en la que antiprotones y antineutrones formarían el núcleo en torno al cual se moverían positrones (antielectrones). El término también se usa para antipartículas en general. Si hubiera bolsitas de antimateria en el Universo, ocurriría una enorme explosión si encontrara materia normal.

En la figura 11 se muestran los eventos pertinentes a la producción de pares positrón electrón a partir de la incidencia de un rayo gamma sobre una placa de plomo. Evento sometido a un campo magnético aplicado donde se puede apreciar la desviación de positrones y electrones; siendo la desviación hacia arriba positrones y hacia abajo electrones.

Figura 11.

Generación de positrones y electrones.



Nota. Positrones y electrones [Imagen], por Ramírez A, (2021).



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1449 a la 1451.

Luego de haber estudiado los positrones y otras antipartículas podemos empezar a desarrollar la actividad recomendada propuesta al finalizar la unidad 6 en la página 62 que fortalecerán su conocimiento.



Semana 14

6.3. Mesones y el principio de la física de partículas

El análisis de una nueva partícula que se encuentra que tiene una masa de magnitud entre la del electrón y el protón se denomina mesón por lo general a la física de partículas se la llama física de altas energías debido a que estas partículas se las aprecia después de altas colisiones.

Para un sistema de dos electrones inicialmente en reposo el sistema tiene una energía E antes de que un fotón sea liberado y una energía $E' = E + hf$ después de su liberación este proceso es válido ya que el fotón virtual tiene una vida muy breve.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1451 a la 1453.

6.4. Clasificación de las partículas

Una forma de ordenar las partículas en categorías es de acuerdo con sus interacciones, pues no todas las partículas interactúan mediante las cuatro fuerzas conocidas en la naturaleza (aunque todas interactúan por medio de la gravedad). Dentro de las partículas se encuentran las llamadas partículas “fundamentales” estas partículas fundamentales incluyen los bosones de norma, que se cree no tienen estructura interna, las partículas “compuestas” que están constituidas de quarks. También son importantes los leptones, que son partículas que no interactúan mediante la fuerza fuerte, pero sí interactúan mediante la fuerza nuclear débil de acuerdo con el modelo estándar, los leptones que conducen carga eléctrica también interactúan mediante la fuerza electromagnética, en el siguiente documento se presenta la [clasificación de las partículas](#) según su categoría.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1454 a la 1455.

Luego de haber estudiado los mesones y la clasificación de las partículas podemos continuar con el desarrollo de la actividad recomendada propuesta al finalizar la unidad 6 en la página 62 de la presente guía didáctica.



6.5. Partículas extrañas y extrañeza

El principio de conservación de la extrañeza menciona en una relación nuclear o decaimiento que ocurra mediante la fuerza intensa, conserva la extrañeza; es decir, la suma de los números de extrañeza antes del proceso debe ser igual a la suma de los números de extrañeza después del proceso. En los procesos que ocurren por la interacción débil puede que no se conserve la extrañeza.

La generalidad de algunas partículas denominadas extrañas (**S**) indica que están actuán de dos formas primero siempre se producían en pares lo cual ocurre con alta probabilidad y la segunda característica es que se producen mediante la interacción fuerte (esto es, a una elevada tasa de interacción), pero con la particularidad de que no decaen a una tasa rápida que es la característica de una interacción fuerte.

Para explicar estas observaciones se definió un número cuántico, extrañeza y una ley de la conservación de la extrañeza. Al asignar un número de extrañeza se explica la producción de partículas extrañas en pares a las antipartículas se asigna extrañeza opuesta a partir de sus partículas.

En la reacción de las partículas $\pi^- + p \rightarrow K^0 + \Lambda^0$ (partículas definidas en la figura 12), el estado inicial tiene una extrañeza de $S = 0 + 0 = 0$ y el estado final tiene una extrañeza de $S = +1 - 1 = 0$ por lo que la extrañeza se conserva. Pero para la reacción $\pi^- + p \rightarrow K^0 + n$ el estado inicial $S = 0$ y el estado final $S = +1 + 0 = +1$, de manera que la extrañeza no se conserva y la reacción no se observa. El decaimiento de las partículas extrañas se supone que la extrañeza se conserva en la interacción fuerte, pero no se conserva en la interacción débil.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad sírvase en leer todos los contenidos del texto básico para extender su conocimiento desde la página 1425 a la 1432.

Luego de haber estudiado las partículas extrañas y su extrañeza podemos continuar con el desarrollo de la actividad recomendada propuesta en la página 62 de la presente guía didáctica.

El presente recurso interactivo le ayudará a comprender algunas conceptualizaciones referentes a la mecánica cuántica, partículas, fusión y fisión nuclear.

Fusión, fisión nuclear y partículas



Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento le invito a revisar el contenido propuesto en los REA y desarrollar las actividades planteadas en el texto básico.

- Responda las preguntas y problemas planteados de la página 1478 a la 1483 correspondiente al capítulo 46.
- Práctica resolviendo y reforzando contenidos teóricos sobre mecánica cuántica. con los REA: disponibles en:

1. REA 6: [Quark](#)

El REA 6 contribuye a la comprensión de la dinámica del Quark.

Una vez concluido el estudio de la presente unidad, y para cerciorarse de que se ha conseguido un fructífero aprendizaje, le invitamos a responder el siguiente cuestionario.



Autoevaluación 6

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

1. () Los aceleradores de partículas se usan para acelerar partículas con carga, como electrones y protones, a muy baja energía.
2. Seleccione la respuesta correcta.
 - a. Las partículas de alta energía tienen longitud de onda corta y, por lo tanto, se pueden usar para sondear la estructura de la materia con más detalle, a distancias muy pequeñas.
 - b. Las partículas de baja energía tienen longitud de onda corta y, por lo tanto, se pueden usar para sondear la estructura de la materia con más detalle, a distancias muy pequeñas.
 - c. Las partículas de alfa de energía infinita tienen longitud de onda corta y, por lo tanto, se pueden usar para sondear la estructura de la materia con más detalle, a distancias muy pequeñas.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

3. () La alta energía cinética también permite la creación de nuevas masas a través de colisiones (mediante).
4. Seleccione la respuesta correcta.
 - a. Una antipartícula tiene la misma masa que una partícula, pero carga opuesta.
 - b. Una antipartícula tiene diferente masa que una partícula, pero carga igual.
 - c. Una antipartícula tiene diferente masa que una partícula, pero carga opuesta.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

5. () En todas las reacciones nucleares y de partículas se cumplen las siguientes leyes de conservación: gravedad, aceleración, masa, tiempo, distancia y números leptónicos.
6. Seleccione la opción correcta.
- Ciertas partículas tienen una propiedad llamada extrañeza que se conserva mediante la fuerza fuerte, pero no por la fuerza débil.
 - Ciertas partículas tienen una propiedad llamada dualidad que se llama fuerza gravitacional, en una fuerza débil.
 - Ciertas partículas tienen una propiedad llamada carga eléctrica que se conserva mediante la fuerza rotacional.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

7. () Los leptones participan solo en las interacciones gravitacional, débil y electromagnética.
8. Seleccione la opción correcta.
- Los hadrones, que en la actualidad se consideran constituidos por quarks, participan en las cuatro interacciones, incluida la interacción fuerte.
 - Los hadrones son electrones con tres interacciones fuertes.
 - Los hadrones son quarks que no tienen interacciones.

Dentro de los paréntesis de cada pregunta, escriba una V de verdadero o una F de falso, según corresponda.

9. () Los hadrones se clasifican en mesones con número bariónico cero y bariones con número bariónico distinto de cero.

10. Seleccione la opción correcta.
- a. La antipartícula del electrón se denomina positrón. Tiene la misma masa que el electrón, pero carga eléctrica positiva y se representa como e^+ .
 - b. La antipartícula del electrón se denomina electronvoltio. Tiene la misma masa que el hidrógeno, pero carga eléctrica positiva, y se representa como e^- .
 - c. La antipartícula del electrón se denomina uranio. Tiene la misma masa que el hidrógeno, pero carga eléctrica neutra, y se representa como e^0 .

[Ir al solucionario](#)



Actividades finales del bimestre

- **Actividad 1:** Participa de la videoconferencia donde se realizará un repaso para el examen bimestral.

En esta actividad se realizará una videoconferencia en la cual se realizará un repaso como preparación para el examen bimestral, previamente se ha enviado un conjunto de preguntas como insumo para esta videoconferencia.

- **Actividad 2:** Examen bimestral.

Revise el horario de exámenes para que tenga claro el día y la hora de evaluación.



4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	El tren es un marco de referencia inercial y las leyes de la física son las mismas en todos los sistemas inerciales, por lo tanto, no hay ningún experimento que pueda realizar dentro del vagón de tren para determinar si están en movimiento.
2	F	Mientras el vagón de ferrocarril viaje a una velocidad constante, la pelota volverá a caer en su mano.
3	F	La rapidez de la luz de la estrella pasaría en c, independientemente de la velocidad de su nave espacial. Esto es consistente con el segundo postulado de la relatividad, que establece que la velocidad de la luz a través del espacio vacío es independiente de la velocidad de la fuente o del observador.
4	a	El tiempo en realidad pasa más lentamente en los marcos de referencia en movimiento, según observadores externos.
5	V	La dilatación del tiempo y la contracción de la longitud si ocurren a rapidez ordinaria.
6	F	Con la teoría de la relatividad, el espacio y el tiempo dejan de ser absolutos y dependen de la velocidad a la que se muevan.
7		Las leyes de la mecánica deben ser las mismas en todos los marcos inerciales de referencia.
8	a	Maxwell demostró que la velocidad de la luz en el espacio libre es de $1,08 \cdot (10)^9$ Km/h.
9	V	El experimento de Michelson-Morley pone en cuestión la existencia de un medio para transporte de la luz.
10	a	Las leyes físicas deben ser las mismas en todos los marcos de referencia inerciales (principio de la relatividad).

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 2		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	Para acelerar una partícula con masa en reposo, distinta de cero, hasta la velocidad de la luz se necesitaría una infinita cantidad de energía, por lo que no es posible.
2	a	La ecuación $E = mc^2$ no entra en conflicto con el principio de conservación de la energía, siempre que se entienda que la masa es una forma de energía.
3	V	La masa es una forma de energía, así que técnicamente es correcto decir que un resorte tiene más masa cuando está comprimido. Sin embargo, el cambio de masa del resorte es muy pequeño y esencialmente despreciable.
4	F	"La energía no se crea ni se destruye." La masa es una forma de energía, y la masa puede ser "destruida" cuando se convierte en otras formas de energía. La cantidad total de energía permanece constante.
5	V	A objetos cuya velocidad es muy baja respecto a la velocidad de la luz, las ecuaciones relativistas se simplifican a las fórmulas de la mecánica Newtoniana.
6	a	El momento relativista del electrón viene dado por $p = ymv$ a una rapidez baja, comparada con la de la luz su momento se limita a $p = mv$.
7	V	$E = ymc^2$ representa la energía total de una partícula y sugiere, cuando una partícula está en reposo, (), tiene una enorme energía a través de su masa.
8	a	La masa gravitacional y la masa inercial pueden ser exactamente proporcionales.
9	V	Todas las leyes de la naturaleza tienen la misma forma para observadores, en cualquier marco de referencia, acelerados o no.
10	a	En la cercanía de cualquier punto un campo gravitacional es equivalente a un marco de referencia acelerado en ausencia de efectos gravitacionales.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 3		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	El protón tendrá la longitud de onda más corta, ya que tiene una masa mayor que el electrón, y por lo tanto, un mayor momento.
2	a	Los electrones muestran características tanto de ondas como de partículas. Los electrones actúan como ondas en difracción de electrones y como partículas similares en el efecto Compton y otras colisiones.
3	F	Tanto un fotón como un electrón tienen propiedades de ondas y propiedades de partículas.
4	a	Un electrón tiene carga negativa y un fotón no está cargado.
5	F	Los modelos ondulatorios y de partículas, ya sea de materia o radiaciones, se complementan entre sí.
6	a	La potencia total de radiación emitida por un cuerpo negro aumenta con la temperatura.
7	V	El concepto de cuarto de acción explica la distribución espectral de la radiación de un cuerpo negro.
8	a	En un cuerpo negro el pico de la distribución de la longitud de onda se desplaza hacia longitudes de onda más cortas conforme aumenta la temperatura.
9	V	En el efecto fotoeléctrico, si la energía de Planck es menor a la energía de la frecuencia umbral no se producirá emisión de electrones.
10	a	En el efecto fotoeléctrico, si la energía de Planck es mayor a la energía de la frecuencia umbral se producirá emisión de electrones en los metales.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 4		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	Un paquete de ondas, ubicado en el espacio, es una superposición de ondas sinusoidales con un rango de cantidades de movimiento.
2	a	La mecánica cuántica es la parte de la física encargada de estudiar el mundo a escala de los átomos y sus partículas subatómicas.
3	V	En la mecánica cuántica a la amplitud asociada con la partícula amplitud de probabilidad o función de onda.
4	a	Una función de onda que está normalizada indica que la partícula existe en algún punto en el espacio.
5	V	El modelo de la partícula cuántica bajo condiciones de frontera difiere en algunas formas del modelo de las ondas bajo condiciones de frontera.
6	a	En el caso de partículas cuánticas, la función de onda no es una función simple como la función de onda para onda sobre cuerdas.
7	F	Para una partícula cuántica la frecuencia se relaciona con la energía, de modo que las frecuencias cuantizadas conducen a energías cuantizadas.
8	a	Puede no haber nodos inmóviles asociados con la función de onda de una partícula cuántica bajo condiciones de frontera.
9	V	La interacción de una partícula cuántica con su ambiente representa una o más condiciones de frontera.
10	a	La cuantización de la energía del sistema restringe a la partícula a una región finita del espacio.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 5		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	La física nuclear es el estudio de los núcleos atómicos. Los núcleos contienen protones y neutrones que colectivamente se conocen como nucleones.
2	a	Los núcleos inestables experimentan decaimiento radiactivo; cambian a otros núcleos con la emisión de una partícula alfa, beta o gamma.
3	F	El decaimiento alfa ocurre mediante el proceso meramente mecánico-cuántico de tunelamiento a través de una barrera.
4	F	Los núcleos se mantienen unidos mediante la fuerza nuclear fuerte. La fuerza nuclear débil se hace evidente en el decaimiento beta.
5	V	Todos los isótopos de un mismo elemento tienen el mismo número de protones en sus núcleos y tendrán propiedades químicas muy similares.
6	a	Una reacción nuclear ocurre cuando dos núcleos chocan y se producen otros dos o más núcleos (o partículas).
7	V	En la fisión, un núcleo pesado como el uranio se divide en dos núcleos de tamaño intermedio después de que un neutrón choca con él.
8	a	El proceso de fusión, en el cual núcleos pequeños se combinan para formar unos más grandes, que también liberan energía.
9	V	Niveles apropiados de radiación pueden matar bacterias y virus posiblemente dañinos en suministros médicos o en la comida.
10	a	Fisión o separar un núcleo pesado en dos núcleos más ligeros y fusión o combinar dos núcleos ligeros, corresponden a procesos diferentes.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 6		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	Los aceleradores de partículas se usan para acelerar partículas con carga, como electrones y protones, a muy alta energía.
2	a	Las partículas de alta energía tienen longitud de onda corta y, por lo tanto, se pueden usar para sondear la estructura de la materia con más detalle, a distancias muy pequeñas.
3	F	La alta energía cinética también permite la creación de nuevas partículas a través de colisiones (mediante $E = mc^2$).
4	a	Una antipartícula tiene la misma masa que una partícula, pero carga opuesta.
5	F	En todas las reacciones nucleares y de partículas se cumplen las siguientes leyes de conservación: cantidad de movimiento, cantidad de movimiento angular, masa-energía, carga eléctrica, número bariónico y números leptónicos.
6	a	Ciertas partículas tienen una propiedad llamada extrañeza que se conserva mediante la fuerza fuerte, pero no por la fuerza débil.
7	V	Los leptones participan solo en las interacciones gravitacional, débil y electromagnética.
8	a	Los hadrones, que en la actualidad se consideran constituidos por quarks, participan en las cuatro interacciones, incluida la interacción fuerte.
9	V	Los hadrones se clasifican en mesones, con número bariónico cero y bariones, con número bariónico distinto de cero.
10	a	La antipartícula del electrón se denomina positrón. Tiene la misma masa que el electrón, pero carga eléctrica positiva y se representa como e^+ .

[Ir a la autoevaluación](#)



5. Glosario

A

ÁTOMO: Es la parte más pequeña posible de un elemento químico.

ADHERENCIA: Fuerza de atracción de dos sustancias diferentes en contacto. Comúnmente las sustancias líquidas se adhieren a los cuerpos sólidos.

C

CAÍDA LIBRE: Se presenta cuando un cuerpo desciende sobre la superficie de la tierra y no sufre ninguna resistencia originada por el aire o por cualquier otra sustancia.

CAPILARIDAD: Se presenta cuando existe contacto entre un líquido y una pared sólida, especialmente si son tubos muy delgados.

CENTRO DE MASA: Posición promedio de la masa de un cuerpo.

CERO ABSOLUTO: Temperatura teórica más baja conocida, en la que los átomos y moléculas que componen una sustancia, pierden toda su energía cinética traslacional.

CINEMÁTICA: Estudia el movimiento de los cuerpos sin atender a las causas que lo producen.

COEFICIENTE DE SOLUBILIDAD: Es la cantidad del soluto en gramos que satura a 100 gramos de disolvente a una temperatura dada.

COHESIÓN: Fuerza que mantiene unidas a las moléculas de una misma sustancia.

D

DENSIDAD O MASA ESPECÍFICA: Es el coeficiente que resulta de dividir la masa de una sustancia dada entre el volumen que ocupa.

E

ENERGÍA CINÉTICA: Energía que posee un cuerpo en virtud de su movimiento.

ENERGÍA POTENCIAL: Energía almacenada que posee un cuerpo.

ENERGÍA MECÁNICA: energía en función de la posición y movimiento de un cuerpo. En general, es igual a la suma de energía cinética más la potencial.

ENERGÍA INTERNA: Energía total relacionada con los átomos y moléculas que constituyen una sustancia.

ERROR DE MEDICIÓN: Se produce al no ser posible una medición exacta, también se la conoce como incertidumbre.

ERRORES SISTEMÁTICOS: Se presentan de manera constante a través de un conjunto de lecturas realizadas al hacer la medición de una magnitud determinada. Las fuentes o causas de este tipo de errores son: a) Defecto en el instrumento de medición, b) Mala calibración del aparato o instrumento usado, c) Error de escala.

ERRORES CIRCUNSTANCIALES: No se presentan regularmente de una medición a otra, sino que varían y son causados por las variaciones de presión, humedad y temperatura del ambiente sobre los instrumentos.

ERROR RELATIVO: Es el cociente entre el valor absoluto o incertidumbre absoluta, y el valor promedio.

F

FLUIDO: Nombre que se les da a los líquidos y gases que se caracterizan por estar constituidos por gran cantidad de moléculas, estas se deslizan unas sobre otras en los líquidos, y en los gases se mueven sueltas.

FRECUENCIA: Es el número de veces que se repite un dato.

FUERZA CENTRÍPETA: Fuerza responsable del cambio de dirección en el movimiento circular. Puede ser de cualquier naturaleza.

FUERZA CENTRÍFUGA: Fuerza aparente que parece en el movimiento circular. Parece expulsar un cuerpo fuera de la trayectoria circular.

FUERZA DE FRICCIÓN: Se representa una fuerza de sentido contrario al del movimiento del cuerpo y depende de la viscosidad del sólido y del fluido, así como de la forma geométrica del cuerpo.

G

GRAVEDAD: La aceleración de la gravedad es una magnitud vectorial cuya dirección está dirigida hacia el centro de la tierra

I

INERCIA ROTACIONAL: Oposición que presenta un cuerpo a cambiar su estado rotacional.

IMPULSO ANGULAR: Momento de torsión que actúa durante un cierto tiempo sobre un cuerpo, que tiende a cambiar su cantidad de movimiento angular.

INTERFERENCIA: Interacción entre dos ondas. Esta interacción puede anular o reforzar ciertos puntos de una onda.

K

KILO: Prefijo que significa mil unidades

M

MAGNITUD: Se llama magnitud a todo aquello que puede ser medido, la longitud de un objeto o cuerpo físico (ya sea largo, ancho, alto, su profundidad, su espesor, su diámetro externo e interno), la masa, el tiempo, el volumen, el área, la velocidad, la fuerza, etc. Son ejemplos de magnitudes.

MAGNITUDES DERIVADAS: Son las que resultan de multiplicar o dividir entre sí las magnitudes fundamentales.

MAGNITUDES FUNDAMENTALES: Son aquellas que sirven como base de las cuales se obtienen las demás magnitudes utilizadas en física.

MÁQUINA: Dispositivo para aumentar o disminuir una fuerza. También sirve para cambiar de dirección a la misma.

MASA: Es la cantidad de materia contenida en un cuerpo.

MATERIA: Es todo cuanto existe en el universo y se halla construida por partículas elementales, mismas que generalmente se encuentran agrupadas en átomos y en moléculas.

MEDIR: Es comparar una magnitud con otra de la misma especie que de manera arbitraria o convencional se toma como base, unidad o patrón de medida.

MEDIA ARITMÉTICA: Es el valor promedio de todos los datos o valores obtenidos, se lo representa con la fórmula:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n}{n}$$

MEZCLA: Se obtiene cuando se unen en cualquier proporción dos o más sustancias que conservarán cada una sus propiedades físicas y químicas

MOL: Unidad de medida aceptada por el sistema internacional de medida, sirve para medir la cantidad de sustancia. Un mol de cualquier sustancia química, atómica, iónica o molecular, contiene 6.02×10^{23} partículas individuales.

MOLÉCULA: Es la partícula más pequeña de una sustancia que mantiene las propiedades químicas de dicha sustancia.

MOMENTO DE TORSIÓN: Interacción que produce que un cuerpo tienda a rotar en torno a un punto.

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME: Se presenta cuando un móvil sigue una trayectoria recta en la cual realiza desplazamientos iguales en tiempos iguales.

MUESTRA: Cuando la población es muy grande resulta práctico trabajar solo con una parte seleccionada de los datos, esta parte de la población se la llama muestra.

P

PESO: Representa la fuerza gravitacional con la que es atraída la masa de un cuerpo.

PESO ESPECÍFICO: Se determina al dividir la magnitud del peso de una sustancia entre el volumen que ocupa.

PLASMA: Es el cuarto estado de la materia. Se produce al aumentar la temperatura a más de 50000C. Bajo estas condiciones las moléculas se rompen, los átomos chocan en forma violenta y pierden sus electrones, lo cual da origen a un gas extraordinariamente ionizado, mezcla de iones y electrones. Este estado solamente se presenta en las estrellas como en el sol, en la explosión de bombas termonucleares y en relámpagos.

POTENCIA: Energía utilizada por unidad de tiempo.

PRESIÓN: Indica la relación entre la magnitud de una fuerza aplicada y el área sobre la cual actúa.

PROPIEDADES PARTICULARES O INTENSIVAS DE LA MATERIA: Posibilitan identificar a una sustancia de otra pues cada una tiene propiedades que las distingue de las demás: Estas propiedades son independientes de la cantidad de materia, tal es el caso de la densidad, el punto de fusión, el punto de ebullición o el coeficiente de solubilidad.

R

REFLEXIÓN: Fenómeno relacionado con la propagación de una perturbación: al chocar esta contra una superficie, se refleja.

REFRACCIÓN: Desvío de una onda que se propaga, por la diferencia de temperaturas en puntos distintos del medio de propagación.

RESONANCIA: Interferencia constructiva que aparece cuando un cuerpo es forzado a vibrar en su frecuencia natural. La amplitud de oscilación crece grandemente, pudiendo destruir el cuerpo oscilante.

T

TIRO VERTICAL: Se presenta cuando un cuerpo se lanza hacia arriba observándose que la magnitud de su velocidad va disminuyendo hasta anularse al alcanzar su altura máxima.

U

UNIVERSO O POBLACIÓN: Es el conjunto de datos o resultados obtenidos

V

VELOCIDAD MEDIA: Representa la relación entre la magnitud del desplazamiento total hecho por un móvil y el tiempo en efectuarlo.

VELOCIDAD INSTANTÁNEA: Si el intervalo de tiempo es tan pequeño que casi tiende a cero, la velocidad del cuerpo será instantánea.

VISCOSIDAD: Es una medida de la resistencia que opone un líquido a fluir



6. Referencias bibliográficas

- Bauer, W. y Westfall, G. D. (2014), Física para ingeniería y ciencias. Volumen I y II, México, Mc Graw Hill Education
- Giancoli, D., (2008), Física para ingeniería y ciencias. Volumen II, cuarta edición. México, Pearson Education
- Hewitt, P. G., (2007). Física conceptual, México, Editorial PEARSON Educación
- Hugh D. Young, Roger A. Freedman (2009), Física universitaria, México, Pearson Educación.
- Pérez Montiel, H. (2009), Física general, tercera edición, México, Publicaciones Cultural.
- Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. S. (2015), Física Volumen I y II, México, Grupo Editorial PATRIA
- Serway, R., Jewett, J., (2015). Física para ciencias e ingeniería Volumen II (9na ed.). Mexico: Cengage Learning



7. Anexos

Clasificación de las partículas

Categoría	Fuerzas implicadas	Nombre de partícula	Símbolo	Anti-partícula	Espín	Masa (MeV/c²)	[las antipartículas tienen signo opuesto]	Vida media (s)	Principales modos de decaimiento
Fundamental									
Bosones de norma (portadores de fuerza)	fuerte	Gluones	g	Mismo	1	0	0 0 0 0 0	Estable	
	em	Fotón	γ	Mismo	1	0	0 0 0 0 0	Estable	
	débil	W	W ⁺	W ⁻	1	80.40x10 ³	0 0 0 0 0	≈ 10 ⁻²⁴	$C_V e, \mu V_\mu, TV_T, \text{hadrones}$
Leptones	débil.	Z	Z ⁰	Mismo	1	91.19x10 ³	0 0 0 0 0	≈ 10 ⁻²⁴	$C^\mp C^-, \mu^+ \mu^-, \tau^\mp \tau^-, \text{hadrones}$
		Electrón	e ⁻	e ⁺	$\frac{1}{2}$	0.511	0 +1 0 0 0	Estable	
		Neutrino	\bar{V}_e	$\bar{V}e_+$	$\frac{1}{2}$	$0(<0.14cV)^2$	0 +1 0 0 0	Estable	
	débil.	Muón	μ	μ ⁺	$\frac{1}{2}$	105.7	0 0 +1 0 0	$2.20 * 10^{-6}$	$C^- \bar{V}e V_\mu$
		Neutrino	\bar{V}_μ	$\bar{V}\mu_+$	$\frac{1}{2}$	$0(<0.14cV)^2$	0 0 +1 0 0	Estable	
		Tau	τ	τ ⁺	$\frac{1}{2}$	1777	0 0 0 +1 0	$2.91 * 10^{-13}$	$\mu^- \bar{V}_\mu V_\tau, C^- \bar{V}e V_\tau, \text{hadrones} + V_\tau$
		Neutrino	\bar{V}_τ	$\bar{V}\tau_+$	$\frac{1}{2}$	$0(<0.14cV)^2$	0 0 0 +1 0	Estable	

Categoría	Fuerzas implicadas	Nombre de partícula	Símbolo	Anti-partícula	Espín	Masa (MeV/c ²)	[las antipartículas tienen signo opuesto]	Vida media (s)	Principales modos de decaimiento
Hadrones (compuestos) seleccionados									
Masones (quark-antiquark)	Pión	π^+	π^-	0	0	139.6	0 0 0 0 0	$2.60 * 10^{-8}$	$\mu^+ V_\mu$
		π^0	Mismo	0	0	135.0	0 0 0 0 0	$0.84 * 10^{-16}$	$2y$
		K^+	K^-	0	0	493.7	0 0 0 0 +1	$1.24 * 10^{-8}$	$\mu^+ V_\mu, \pi^+ \pi^0$
fuerte, em, Kaón débil	K fuerte	K_S^0	K_S^0	0	0	497.7	0 0 0 0 +1	$0.89 * 10^{-10}$	$\pi^+ \pi^-, 2\pi^0$
		K_L^0	K_L^0	0	0	497.7	0 0 0 0 +1	$5.17 * 10^{-8}$	$\pi^\pm e^\mp V_e, \pi^+ \mu^\mp V_\mu, 3\pi^0$
	Eta	η^0	Mismo	0	0	547.5	0 0 0 0 0	$\approx 10^{-18}$	$2y, 3\pi^0, \pi^+ \pi^- \pi^0$
	Rho y otros	ρ^0	Mismo	1	0	775	0 0 0 0 0	$\approx 10^{-23}$	$\pi^+ \pi^-, 2\pi^0$
		ρ^+	ρ^-	1	0	775	0 0 0 0 0	$\approx 10^{-23}$	$\pi^+ \pi^0$
Bariones (3 quarks)	Protón	P	\bar{P}	$\frac{1}{2}$	0	938.3	+1 0 0 0 0	Estable	
	Neutrón	n	\bar{n}	$\frac{1}{2}$	0	939.6	+1 0 0 0 0	886	$p e^- \bar{V} e$
	Lambda	Λ^0	$\bar{\Lambda}^0$	$\frac{1}{2}$	0	1115.7	+1 0 0 0 -1	$2.63 * 10^{-10}$	$\rho \pi^0, n \pi^0$
		Σ^+	Σ^-	$\frac{1}{2}$	0	1189.4	+1 0 0 0 -1	$0.80 * 10^{-10}$	$\rho \pi^0, n \pi^+$
fuerte, em, Sigma débil	Sigma fuerte	Σ^0	Σ^0	$\frac{1}{2}$	0	1192.6	+1 0 0 0 -1	$7.4 * 10^{-20}$	$\Lambda^0 \gamma$
		Σ^-	Σ^+	$\frac{1}{2}$	0	1197.4	+1 0 0 0 -1	$1.48 * 10^{-10}$	$n \pi$
	Xi	Ξ^0	Ξ^0	$\frac{1}{2}$	0	1314.8	+1 0 0 0 -2	$2.90 * 10^{-10}$	$\Lambda^0 \pi^0$
		Ξ^-	Ξ^+	$\frac{1}{2}$	0	1321.3	+1 0 0 0 -2	$1.64 * 10^{-10}$	$\Lambda^0 \pi^-$
	Omega y otros	Ω^-	Ω^+	$\frac{1}{2}$	0	1672.5	+1 0 0 0 -3	$0.82 * 10^{-10}$	$\Xi^0 \pi^-, \Lambda^0 K^-, \Xi^- \pi^0$

Nota. Partículas [Imagen], por Giancoli D, (2008).