



UTPL

La Universidad Católica de Loja

Vicerrectorado de Modalidad Abierta y a Distancia

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

Guía didáctica





Facultad Ciencias Sociales, Educación y Humanidades

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

Guía didáctica

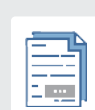
Carrera	PAO Nivel
Pedagogía de las Ciencias Experimentales (Pedagogía de las Matemáticas y la Física)	VIII

Autores:

Antonio Arquímedes Ramírez González

Reestructurada por:

Osler Querubin Valarezo Marín



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

Guía didáctica

Antonio Arquímedes Ramírez González

Reestructurada por:

Osler Querubin Valarezo Marín

Diagramación y diseño digital

Ediloja Cía. Ltda.

Marcelino Champagnat s/n y París

edilocialtda@ediloja.com.ec

www.ediloja.com.ec

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

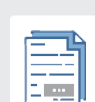
Año de edición: abril, 2022

Edición: primera edición reestructurada en julio 2025 (con un cambio del 30%)

Loja-Ecuador



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	8
1.1 Presentación de la asignatura.....	8
1.2 Competencias genéricas de la UTPL.....	8
1.3 Competencias específicas de la carrera	8
1.4 Problemática que aborda la asignatura	8
2. Metodología de aprendizaje	10
3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje.....	11
Primer bimestre	11
Resultado de aprendizaje 1:	11
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	11
Semana 1	12
Unidad 1. Teoría especial y general de la relatividad	12
1.1. Principio de la relatividad	13
1.2. Experimento de Michelson-Morley.....	15
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	18
Semana 2.....	18
Unidad 1. Teoría especial y general de la relatividad	18
1.3. Principio de la relatividad de Einstein	18
1.4. Consecuencias de la teoría especial de la relatividad	19
Actividades de aprendizaje recomendadas	20
Autoevaluación 1	20
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	22
Semana 3.....	22
Unidad 2. Postulados de la relatividad	22
2.1. Ecuaciones de transformación de Lorentz.....	23
2.2. Cantidad de movimiento lineal relativista	25
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	26
Semana 4.....	26



Unidad 2. Postulados de la relatividad	26
2.3. Energía relativista.....	26
2.4. Teoría general de la relatividad	27
Actividades de aprendizaje recomendadas	27
Autoevaluación 2.....	28
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	31
Semana 5.....	31
Unidad 3. Física cuántica y átomos cuánticos.....	31
3.1. Radiación de cuerpo negro e hipótesis de Planck	31
3.2. Efecto fotoeléctrico.....	33
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	35
Semana 6.....	35
Unidad 3. Física cuántica y átomos cuánticos.....	35
3.3. Naturaleza de las ondas electromagnéticas.....	35
3.4. Propiedades ondulatorias de las partículas.....	35
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	36
Semana 7.....	36
Unidad 3. Física cuántica y átomos cuánticos.....	36
3.5. La partícula cuántica	36
3.6. Experimento de la doble rejilla	36
Actividades de aprendizaje recomendadas	38
Autoevaluación 3.....	39
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	41
Semana 8.....	41
Actividades finales del bimestre	41
Segundo bimestre.....	42
Resultado de aprendizaje 1:	42
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	42
Semana 9.....	42



Unidad 4. Mecánica cuántica	42
4.1. La función de onda	43
4.2. Partícula cuántica bajo condiciones de frontera	44
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	45
Semana 10	45
Unidad 4. Mecánica cuántica	45
4.3. Ecuación de Schrödinger	45
4.4. Efecto túnel a través de una barrera de energía potencial	46
Actividades de aprendizaje recomendadas	47
Autoevaluación 4.....	48
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	50
Semana 11	50
Unidad 5. Radiactividad, fusión y fisión nuclear.....	50
5.1. Propiedades de los núcleos	51
5.2. Radiactividad	51
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	54
Semana 12.....	54
Unidad 5. Radiactividad, fusión y fisión nuclear.....	54
5.3. Fisión nuclear	54
5.4. Fusión nuclear	56
Actividades de aprendizaje recomendadas	57
Autoevaluación 5.....	58
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	61
Semana 13	61
Unidad 6. Dualidad onda-partícula y partículas elementales	61
6.1. Fuerzas fundamentales en la naturaleza.....	61
6.2. Positrones y otras antipartículas	61
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	63
Semana 14.....	63



Unidad 6. Dualidad onda-partícula y partículas elementales	63
6.3. Mesones y el principio de la física de partículas	63
6.4. Clasificación de las partículas	63
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	64
Semana 15.....	64
Unidad 6. Dualidad onda-partícula y partículas elementales	64
6.5. Partículas extrañas y extrañeza	64
Actividades de aprendizaje recomendadas	65
Autoevaluación 6.....	66
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	68
Semana 16.....	68
Actividades finales del bimestre	68
4. Solucionario	70
5. Glosario.....	80
6. Referencias bibliográficas	86
7. Anexos	87





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 tienen varias metodologías centradas en diversos aspectos como investigación, cooperación, interacción, desarrollo de problemas y 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.

Asimismo, se introducen 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.

En concordancia con este enfoque metodológico integrado, 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 y 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. El desarrollo de foros, actividades de videocolaboración y autoevaluaciones con sus respectivas retroalimentaciones colaboran como recursos útiles para la comprensión de los temas planificados, actividades que motivan al estudiante a mantener la continuidad en su labor estudiantil.





3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



Primer bimestre

Resultado de aprendizaje 1:

Reconoce problemas que pueden ser solucionados mediante las leyes y principios que sustentan la física cuántica.

Para alcanzar el resultado planteado, desarrollará habilidades analíticas que le permitirán identificar situaciones problemáticas donde los principios clásicos de la física resultan insuficientes y se requiere la aplicación de conceptos cuánticos para su comprensión y solución. A través de este proceso, el estudiante aprenderá a reconocer fenómenos donde la dualidad onda-partícula, el principio de incertidumbre de Heisenberg, la superposición cuántica y otros fundamentos de la mecánica cuántica se vuelven herramientas esenciales para el análisis. Esta capacidad le proporcionará una base sólida para conectar la teoría cuántica con aplicaciones tecnológicas contemporáneas y le preparará para abordar desafíos científicos avanzados.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

Recuerde revisar de manera paralela los contenidos con las actividades de aprendizaje recomendadas y actividades de aprendizaje evaluadas.





Unidad 1. Teoría especial y general de la 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 comprensión 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 la unidad realice una lectura comprensiva del libro Física universitaria volumen 3, del capítulo [Relatividad de la simultaneidad](#), 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 apartado de Relatividad. Esta lectura le permite conocer, por una parte, a 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 la guía didáctica.
- Realice las actividades que constan al final del capítulo del libro Física universitaria, volumen 3.

Vamos ahora a desarrollar la primera unidad de la asignatura.

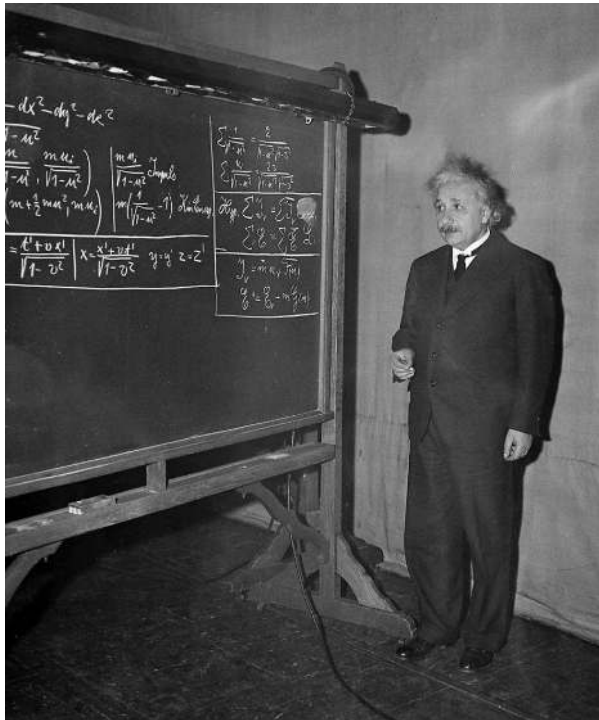
1.1. Principio de la relatividad

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, propuestas por Albert Einstein (ver figura 1).



Figura 1

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



Nota. Tomado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) (p. 952) [Fotografía], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

1.1.1. Principio de la relatividad Galileana

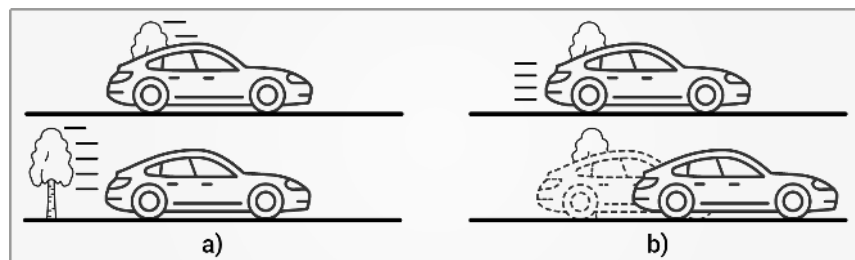
El principio de la relatividad trata con acontecimientos que se observan y miden en los llamados marcos de referencia inerciales, que son los marcos de referencia donde es válida la primera ley de Newton: si un objeto no experimenta fuerza neta, permanece en reposo o continúa en movimiento con rapidez 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. Adaptado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) (p. 952) [Ilustración], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos relacionados con los Principio de la relatividad Galileana considerando bibliografía confiable de su elección para fortalecer los conocimientos y continuar con el aprendizaje.

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.

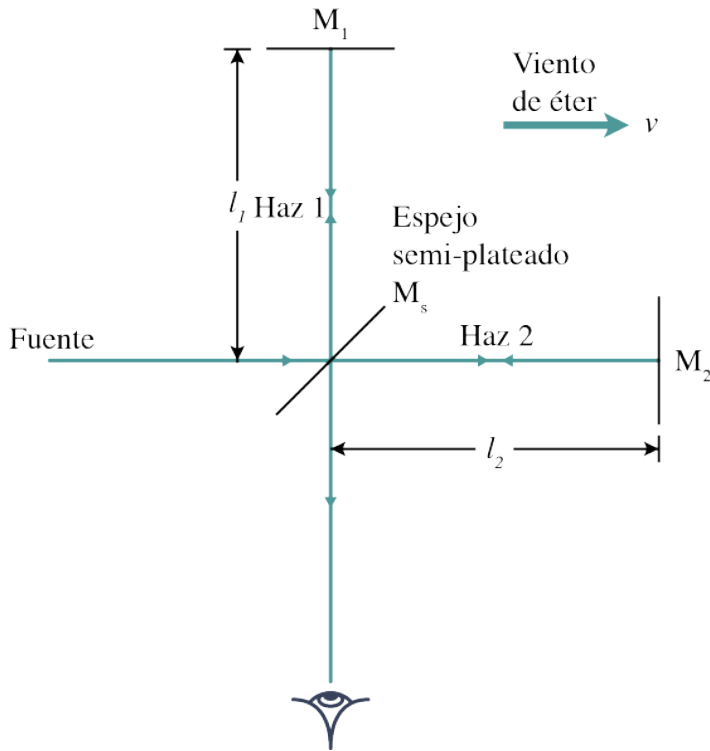
La luz proveniente de la fuente se divide en dos haces mediante un espejo semi-plateado MS. Un haz viaja hacia el espejo M1 y el otro hacia el espejo M2 tomando en consideración que M1 y M2 son equidistantes respecto a MS. Los haces se reflejan en M1 y M2 y se unen de nuevo después de pasar a través 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. Adaptado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) (p. 955) [Ilustración], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

Con estos criterios iniciales, lea el experimento de [Michelson-Morley](#) en el libro de Física Universitaria, para profundizar sus conocimientos.

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 presente guía.





Semana 2

Unidad 1. Teoría especial y general de la relatividad

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 verían 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 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 sobre el [Principio de la relatividad de Einstein](#) en el libro de Física universitaria para extender su conocimiento.



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 sobre la [Teoría especial de la relatividad](#) del libro de Física universitaria para afianzar sus conocimientos.



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

Para reforzar lo aprendido en esta unidad, le invito a participar en el siguiente juego interactivo. Esta actividad le permitirá aplicar los conceptos clave de forma dinámica y entretenida. ¡Vamos a poner a prueba sus conocimientos!

Relatividad.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento, le invito a revisar el contenido propuesto sobre la [Relatividad de la simultaneidad](#) en el libro de Física universitaria, y, desarrolle las actividades recomendadas propuestas.

1. Practica, resolviendo y reforzando contenidos teóricos sobre la relatividad. Para ello, le invito a revisar el siguiente video sobre la [Dilatación de tiempo](#).

El video aporta a la comprensión de las teorías de la relatividad referente al tiempo, apreciando la simetría entre los marcos de referencia inerciales.

2. Se recomienda desarrollar la autoevaluación 1 para comprobar sus conocimientos.



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 $0.5c$ (c , velocidad de la luz) alejándose de una estrella, la rapidez a la que pasa la luz de la estrella es de $0.5c$.

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

9. () El experimento de Michelson-Morley pone en cuestión la existencia de un medio para el 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](#)

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 3

Unidad 2. Postulados de la relatividad

Estimado estudiante, en este proceso de aprendizaje estudiaremos la [Transformación de Lorentz](#), 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 a través de una lectura comprensiva apoyada 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

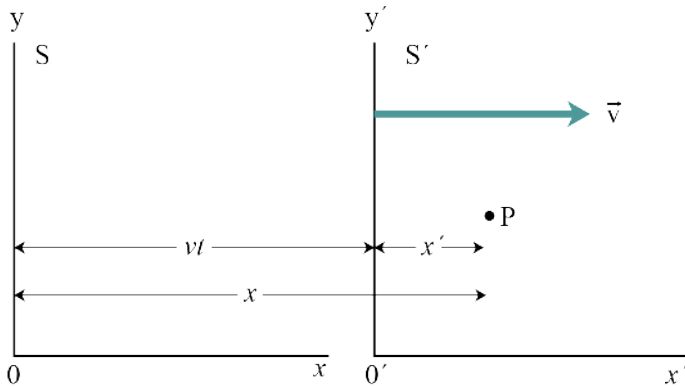
Las ecuaciones de la transformación de Lorentz fueron usadas para demostrar el evento que sucedía con el experimento de Michelson-Morley de donde se demuestra matemáticamente la constancia de la velocidad de la luz para los objetos en movimiento como para los observadores es decir para todos los marcos 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. Adaptado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) (p. 968) [Ilustración], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

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 relacionan los marcos de referencia propuestos:

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

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

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:

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

Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos relacionados a las [Ecuaciones de transformación de Lorentz](#) del libro de Física Universitaria, para extender su conocimiento y fortalecer los aprendizajes.

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 relacionados con la [Cantidad de movimiento lineal relativista](#) del libro de Física universitaria, para extender su conocimiento y generar aprendizajes significativos.



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, en la presente guía didáctica que fortalecerán su conocimiento.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 4

Unidad 2. Postulados de la relatividad

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:

$$E_R = mc^2$$

Esta ecuación relaciona matemáticamente los conceptos de energía y masa y se denomina 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), o, en otras palabras.

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





Con estos criterios iniciales, lea todos los contenidos relacionados con la [Energía relativista](#) del libro de Física universitaria, para fortalecer los aprendizajes.

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 que 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 relacionados con la [Teoría general de la relatividad](#) del libro de Física universitaria, para fortalecer los aprendizajes.

Luego de haber estudiado la energía relativista y la teoría general de la relatividad, podemos continuar desarrollando las actividades propuestas en la presente guía didáctica que fortalecen su conocimiento.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado alumno, para reforzar su conocimiento, le invito a revisar el contenido propuesto y desarrollar las actividades planteadas.

1. Practique resolviendo y reforzando contenidos teóricos, visualizando el video: [Introducción a la transformación de Lorentz](#).

El video le ayudará a la comprensión de la transformada de Lorentz y su relación con las teorías de la relatividad.



2. 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!

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

3. Realice la autoevaluación para comprobar sus conocimientos.



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 crean y se destruyen”.

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.

- a. El momento relativista del electrón viene dado por $p = \gamma mv$, a una rapidez baja comparada con la de la luz; su momento se limita a $p = mv$.
- b. El momento relativista del electrón, una rapidez alta comparada con la de la luz y su momento se limita a $p = 5mv$.
- c. 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. () $E = \gamma mc^2$ representa la energía total de una partícula y sugiere que, cuando una partícula está en reposo, ($\gamma = 1$), tiene una enorme energía a través de su masa.

8. Escoja la opción correcta.

- a. La masa gravitacional y la masa inercial pueden ser exactamente proporcionales.
- b. La masa gravitacional y la masa inercial no pueden ser exactamente proporcionales.
- c. 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](#)





Semana 5

Unidad 3. Física cuántica y átomos cuánticos

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 de 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 revisando el material sugerido 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

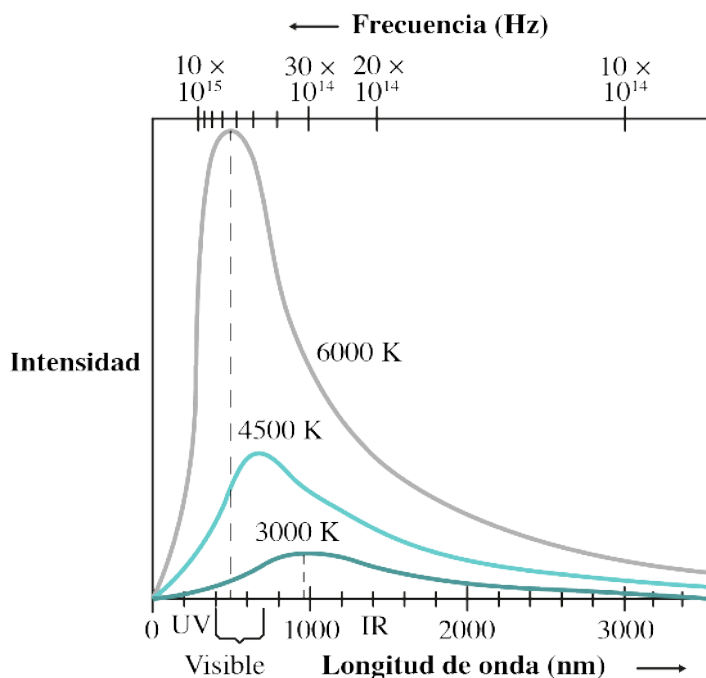


longitud de onda o frecuencia. Conforme la temperatura aumenta, la radiación electromagnética emitida por los objetos no solo aumenta en intensidad total, sino que alcanza un máximo a frecuencias cada vez más altas.

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. Adaptado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) (p. 988) [Ilustración], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

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 ($h = 6,62 (10)^{-34} \text{J.s}^{-1}$) 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.

3.2. Efecto fotoeléctrico

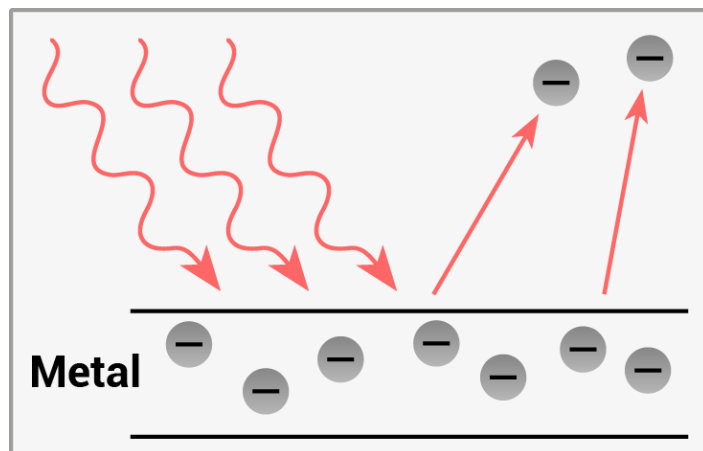
Einstein se basa en la interpretación de Planck para interpretar el fenómeno denominado fotoeléctrico que consiste en el efecto que se produce al chocar un haz de luz sobre una superficie metálica que produce la emisión de electrones siempre y cuando esta luz tuviese la frecuencia suficiente.

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. Adaptado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) [Ilustración], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

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, revisando los temas 6.1 y 6.2 del libro [Física Universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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 presente guía didáctica.



Unidad 3. Física cuántica y átomos cuánticos

3.3. Naturaleza de las ondas electromagnéticas

A partir de los análisis experimentales, 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 del tema, revisando el libro [Física universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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:

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





Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos que comprende esta unidad, revisando el libro de [Física universitaria](#), para extender su conocimiento.

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, en esta guía didáctica.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 7

Unidad 3. Física cuántica y átomos cuánticos

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, es un 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 en el libro de [Física universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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 cuál es el resultado detrás de la rendija luego procede a



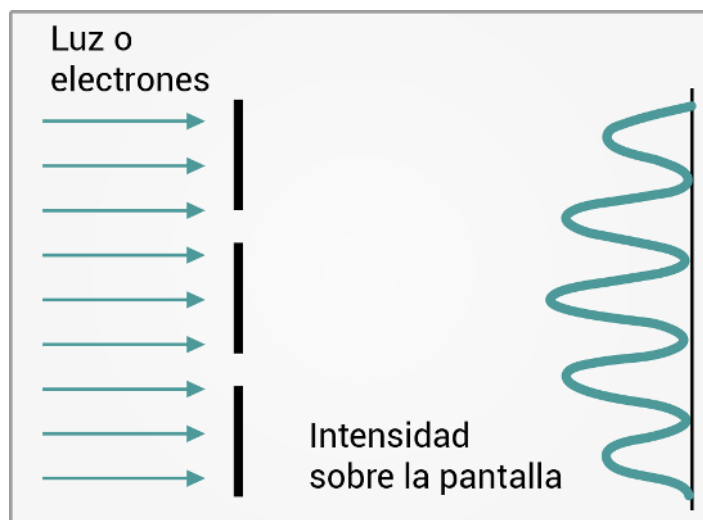
esta dinámica se puede evidenciar que esto genera dos comportamientos en un caso el resultado se comporta como onda y en el otro caso se comporta como partícula. Estos resultados únicamente pueden ser apreciables por medio de la mecánica cuántica, teniendo en consideración los siguientes postulados.

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.

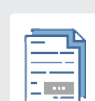
Figura 7

Experimento de la doble rendija



Nota. Adaptado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) (p. 1019) [Ilustración], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

Con estas indicaciones pasemos al estudio del tema en el libro de [Física universitaria](#), para profundizar sus conocimientos.



Continuemos con el aprendizaje mediante la realización del siguiente juego interactivo sobre:

[Relatividad y mecánica cuántica.](#)

El presente juego 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 presente guía didáctica.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento, le invito a revisar el contenido propuesto y desarrollar las actividades recomendadas.

1. Practique resolviendo y reforzando contenidos teóricos, mediante la visualización del video: [Introducción al experimento de la doble rendija de Young](#).

El video le ayudará a la comprensión de las condiciones físicas que se presentan en el experimento de la doble rendija.

2. 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!

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

3. 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 el 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 producirá 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](#)

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 8

Actividades finales del bimestre

Es hora de reforzar los conocimientos adquiridos en el primer bimestre, resolviendo las siguientes actividades:

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

En esta actividad se llevará a cabo una videoconferencia en la que se repasarán los contenidos 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 1:

Reconoce problemas que pueden ser solucionados mediante las leyes y principios que sustentan la física cuántica.

Para alcanzar el resultado planteado, el estudiante desarrollará habilidades analíticas que le permitirán identificar situaciones problemáticas donde los principios clásicos de la física resultan insuficientes y se requiere la aplicación de conceptos cuánticos para su comprensión y solución. A través de este proceso, el estudiante aprenderá a reconocer fenómenos donde la dualidad onda-partícula, el principio de incertidumbre de Heisenberg, la superposición cuántica y otros fundamentos de la mecánica cuántica se vuelven herramientas esenciales para el análisis. Esta capacidad le proporcionará una base sólida para conectar la teoría cuántica con aplicaciones tecnológicas contemporáneas y le preparará para abordar desafíos científicos avanzados.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

Recuerde revisar de manera paralela los contenidos con las actividades de aprendizaje recomendadas y actividades de aprendizaje evaluadas.



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 contribuyen 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 que 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, le permitirá fortalecer los conocimientos.

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 este tema en el libro de [Física universitaria](#), para afianzar los aprendizajes.

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 ocasiona 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 del tema en el libro de [Física universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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





Unidad 4. Mecánica cuántica

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:

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

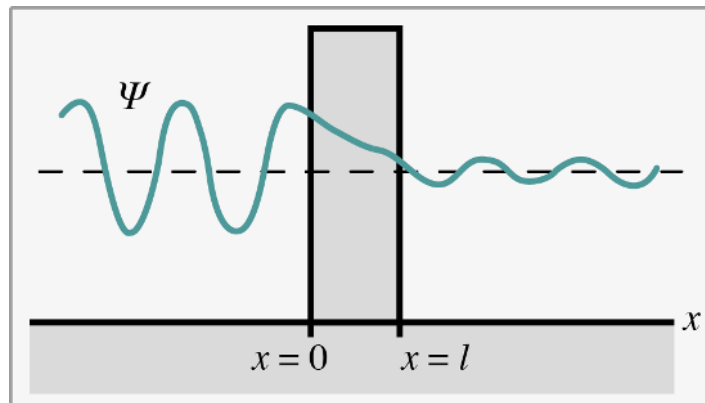
Con estas indicaciones pasemos al estudio del tema mediante la lectura del libro de [Física universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.



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

Figura 8

Efecto túnel



Nota. Adaptado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) (p. 1037) [Ilustración], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

El efecto túnel menciona el hecho de que si la función de onda (ψ) para una partícula que incide desde la izquierda en una barrera como se muestra en la Figura 8, existe una probabilidad de que esta atraviese 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 $3,2 (10)^{-18} \text{ J}$, por lo tanto:

$$2CL = 2 \frac{\sqrt{2(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(3.2 \times 10^{-18} \text{ J})}}{1.055 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}} 1 \times 10^{-9} \text{ m} = 45.77$$

$$T \cong e^{-2CL} \cong 1.31(10)^{-20}$$

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 del tema en el libro de [Física Universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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 presente guía didáctica.

Refuerce sus conocimientos participando en el siguiente juego interactivo, diseñado especialmente para esta unidad.

[Física Cuántica.](#)



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento, le invito a revisar el contenido propuesto en el artículo académico y desarrollar las actividades planteadas.

1. Practique resolviendo y reforzando contenidos teóricos, leyendo el documento: [El modelo mecánico cuántico del átomo](#), el cual le ayudará a la comprensión del modelo mecánico cuántico del átomo.
2. 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!

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

3. Realice la autoevaluación para comprobar sus conocimientos.



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 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](#)

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

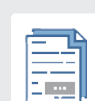


Semana 11

Unidad 5. Radiactividad, fusión y fisión 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.



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 a la masa de un nucleón.



Con estas indicaciones pasemos al estudio del tema mediante la lectura del libro de [Física universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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 llama 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

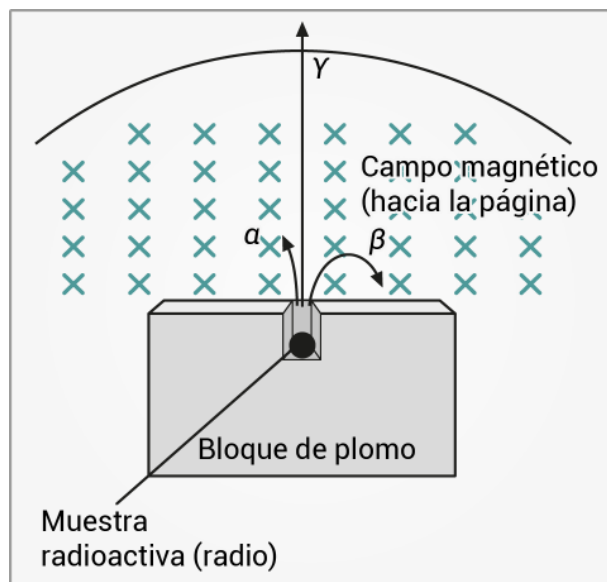


calentamiento o enfriamiento excesivos, o la acción de fuertes reactivos químicos. Se sospechaba que la fuente de radiactividad debía estar en las profundidades del átomo y que emanaba del núcleo. Se hizo evidente que la radiactividad era resultado de la desintegración o el decaimiento de un núcleo inestable.

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 pueden 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. Adaptado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) (p. 1111) [Ilustración], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

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 V. 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 ^{611}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.

$$N_0 = (1.36 \times 10^{-7} \text{ mol})(6.02 \times 10^{23} \text{ núcleos/mol}) = 8.2 \times 10^{16} \text{ núcleos}$$



Con estas indicaciones pasemos al estudio del tema en el libro de [Física Universitaria](#), para reforzar lo aprendido.

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 presente guía didáctica.





Unidad 5. Radiactividad, fusión y fisión nuclear

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.

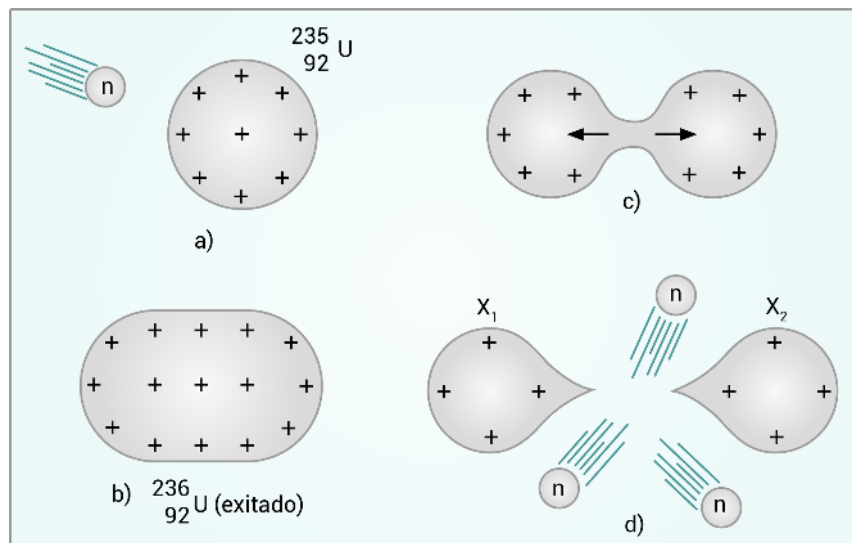
Este nuevo fenómeno, que se llamó fisión nuclear, ocurre mucho más fácilmente para el ^{235}U que para el más común ^{238}U . El método usado se puede visualizar al imaginar el núcleo de uranio como una gota líquida. De acuerdo con este modelo de gota líquida, el neutrón que absorbe el núcleo ^{235}U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

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. Adaptado de *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. II* (4ª. Ed.) (p. 1136) [Ilustración], por Giancoli, D., 2008, Pearson Educación, CC BY 4.0.

Ejemplo:

Suponiendo que se quiere determinar la energía liberada cuando se fisiona 2 kg de U_{235} (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.

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

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

$$E = 10.66 \times 10^{26} \text{ MeV}$$

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

$$E = 10.66 \times 10^{26} \text{ MeV} \left(\frac{1.6 \times 10^{-13} \text{ J}}{1 \text{ MeV}} \right) \left(\frac{1 \text{ kWh}}{3.6 \times 10^6 \text{ J}} \right) = 4.74 \times 10^7 \text{ kWh}$$



Con estas indicaciones pasemos al estudio del tema mediante la lectura del libro de [Física Universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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 se debe 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 de 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 de este tema mediante la lectura del libro [Física universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

Luego de haber estudiado los principios de la fusión y fisión, podemos continuar con el desarrollo de las actividades recomendadas propuestas en la presente guía didáctica.



Actividades de aprendizaje recomendadas

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

1. Practique resolviendo y reforzando contenidos teóricos mediante la visualización del video: [Escribir ecuaciones nucleares para los decaimientos alfa, beta y gamma](#), el cual contribuye a la comprensión de los decaimientos alfa, gamma y beta.
2. 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 radiactividad, fusión y fisión nuclear!

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

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



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 radiactivo, cambian a otros núcleos con la emisión de una partícula alfa, beta o gamma.
 - b. Los núcleos estables experimentan decaimiento radiactivo, 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. Dualidad onda-partícula y partículas elementales

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, a continuación, se expone un resumen de estos temas, que nos servirán como fundamento para comprender apropiadamente la naturaleza de la física de partículas.

La presente unidad nos muestra magnitudes físicas que visibilizan los fenómenos que involucran la física de partículas.

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 se define como partículas de campo.



Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de estos puntos mediante la lectura del libro de [Física universitaria](#), para ampliar su conocimiento.

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



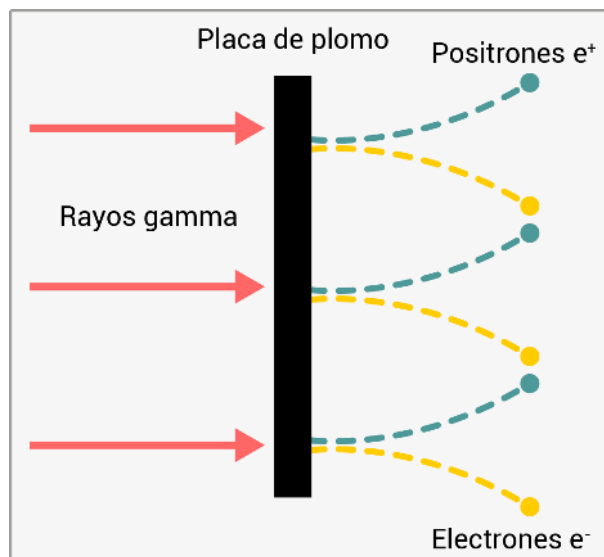
presencia de materia. Un positrón es estable cuando está solo; pero si encuentra un electrón, se aniquilan el uno al otro. La energía de su masa desaparecida, más cualquier energía cinética que poseen, se convierte en la energía de rayos gamma o de otras partículas. La aniquilación también ocurre para todos los demás pares partícula-antipartícula.

Antimateria es un término que se refiere a material que estaría constituido por “anti átomos”, en el 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. Ramírez, A., 2021.

Con estas indicaciones pasemos al estudio de cada uno de los puntos de este tema, con la lectura del libro [Física Universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 14

Unidad 6. Dualidad onda-partícula y partículas elementales

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 aprecian 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 este tema, mediante la lectura del libro de [Física universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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, y 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. Para ello, lo invito a revisar el [anexo 1](#), donde se presenta la clasificación de las partículas según su categoría.



Con estas indicaciones pasemos al estudio del tema en el libro de [Física universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

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 de la presente guía didáctica.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 15

Unidad 6. Dualidad onda-partícula y partículas elementales

6.5. Partículas extrañas y extrañeza

El principio de conservación de la extrañeza, menciona que 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 actúan 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 el [anexo 2](#)), 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 del tema en el libro de [Física universitaria](#), para fortalecer los aprendizajes.

Luego de haber estudiado las partículas extrañas y su extrañeza, podemos continuar con el desarrollo del presente juego interactivo, el cual le ayudará a comprender algunas conceptualizaciones referentes a la mecánica cuántica, partículas, fusión y fisión nuclear.

[Fusión, fisión nuclear y partículas.](#)



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, para reforzar su conocimiento, le invito a revisar el contenido propuesto en el libro [Física universitaria](#), y desarrollar las actividades recomendadas.

1. Practique, resolviendo y reforzando contenidos teóricos sobre [quark](#), el cual contribuye a la comprensión de la dinámica del *quark*.



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



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.

- a. Ciertas partículas tienen una propiedad llamada extrañeza que se conserva mediante la fuerza fuerte, pero no por la fuerza débil.
- b. Ciertas partículas tienen una propiedad llamada dualidad que se llama fuerza gravitacional, en una fuerza débil.
- c. 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 gravitacionales, débiles y electromagnéticas.

8. Seleccione la opción correcta.

- a. Los hadrones, que en la actualidad se consideran constituidos por *quarks*, participan en las cuatro interacciones, incluida la interacción fuerte.
- b. Los hadrones son electrones con tres interacciones fuertes.
- c. 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](#)

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 16

Actividades finales del bimestre

Es hora de reforzar los conocimientos adquiridos en el primer bimestre, resolviendo las siguientes actividades:

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

En esta actividad se llevará a cabo una videoconferencia en la que se repasarán los contenidos 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	Desde una perspectiva externa, los efectos del movimiento a altas velocidades alteran la percepción del tiempo. Esta diferencia se hace evidente cuando se comparan relojes en distintos estados de movimiento relativo: uno en reposo y otro desplazándose a gran velocidad.
5	F	Los efectos mencionados no son perceptibles en condiciones cotidianas. Solo se vuelven relevantes cuando los objetos se desplazan a velocidades comparables a la de la luz. En situaciones de movimiento lento, como el tránsito diario, estos fenómenos son tan mínimos que resultan indetectables incluso con instrumentos precisos.
6	a	Las medidas de distancia y duración pueden variar según el estado de movimiento del observador. Esto implica que dos personas en distintos marcos pueden no coincidir en sus observaciones de eventos simultáneos o distancias recorridas, lo que desafía la visión clásica de una realidad fija e inmutable.
7	las mismas	Este principio es clave en la física clásica y moderna. Significa que ningún experimento mecánico puede distinguir si un sistema está en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.



Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
8	a	James Clerk Maxwell, a través de sus ecuaciones del electromagnetismo, predijo que las ondas electromagnéticas como la luz se propagan en el vacío a una velocidad determinada por las propiedades del medio, en este caso el espacio libre.
9	V	El experimento de Michelson-Morley, realizado en 1887, fue diseñado para detectar el “viento de éter”, un supuesto medio invisible a través del cual se pensaba que se propagaba la luz.
10	a	Este principio fue formulado originalmente por Galileo y más tarde adoptado por Einstein en su teoría de la relatividad especial.

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 famosa ecuación de Einstein, $E = mc^2$, establece que la masa y la energía son equivalentes y pueden transformarse entre sí.
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	a	Lo importante es entender que, aunque la masa pueda desaparecer como tal, su "equivalente energético" sigue existiendo, manteniéndose constante en todo sistema cerrado.
5	V	Cuando se analizan fenómenos físicos en contextos donde las velocidades involucradas son muy pequeñas en comparación con un valor límite fundamental, ciertos modelos más complejos pueden reducirse a versiones más simples.
6	a	Esta corrección incluye un factor que depende de la velocidad y refleja cómo aumentan ciertas propiedades físicas con respecto al movimiento.
7	V	En determinadas formulaciones, la energía total de una partícula se expresa mediante una relación que incluye un factor dependiente del movimiento. Este factor, que varía con la velocidad, modifica la cantidad total de energía que posee el cuerpo en movimiento.
8	a	Dos conceptos fundamentales se utilizan para describir el comportamiento de los cuerpos: uno relacionado con la resistencia al cambio de movimiento y otro con la interacción en campos de fuerza.
9	F	No todos los marcos de referencia son equivalentes para describir las leyes físicas con la misma forma. Los marcos que se mueven con velocidad constante, llamados inerciales, son especiales porque las leyes fundamentales mantienen su forma en ellos.
10	a	Esta idea es un principio fundamental que conecta la gravedad con la aceleración. Básicamente, sugiere que experimentar la gravedad en un punto determinado es indistinguible de estar en un sistema que acelera en el espacio vacío.



[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	La dualidad onda-partícula en mecánica cuántica muestra que los electrones pueden comportarse como ondas o partículas, dependiendo del experimento. Esto ha cambiado la física al explicar fenómenos inusuales.
3	V	Tanto el fotón como el electrón pueden manifestar propiedades típicas de partículas, como poseer cantidades definidas de energía y momento, y participar en interacciones localizadas.
4	b	En física, las partículas elementales tienen propiedades específicas que las distinguen, como la carga eléctrica. El electrón posee una carga eléctrica negativa bien definida, mientras que el fotón, que es la partícula portadora de la luz y otras radiaciones electromagnéticas, no tiene carga eléctrica.
5	F	La dualidad onda-partícula establece que la materia y la radiación pueden exhibir comportamientos tanto de ondas como de partículas, dependiendo del tipo de experimento o fenómeno observado.
6	a	Esto explica fenómenos cotidianos, como el cambio de color y brillo de objetos al calentarse, y es esencial en campos como la astrofísica para entender la radiación de estrellas y otros cuerpos calientes.
7	V	La constante que lleva el nombre de un físico clave en el desarrollo de la mecánica cuántica representa la idea de que ciertas cantidades físicas, como la energía, se cuantizan en unidades discretas o "cuantos".
8	a	Este comportamiento es fundamental para comprender la radiación térmica y tiene aplicaciones en áreas como la astronomía y la ingeniería térmica.
9	V	Si la energía aportada por cada cuanto es menor que un umbral específico, no se puede liberar ningún electrón, sin importar la intensidad de la luz. Esto evidencia la naturaleza cuantizada de la energía y fue clave para el desarrollo de la física cuántica.
10	a	Este fenómeno ocurre cuando la energía de los cuantos de luz supera un valor mínimo específico necesario para liberar electrones de la superficie de un metal. La relación entre la frecuencia de la luz y la energía de cada cuanto es fundamental para determinar si la emisión ocurre o no.



[Ir a la autoevaluación](#)



Autoevaluación 4

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	Este concepto es fundamental en la física cuántica para describir partículas como electrones, donde la relación entre posición y cantidad de movimiento está determinada por la naturaleza ondulatoria y la incertidumbre inherente.
2	a	Es una base fundamental para tecnologías modernas como la electrónica y la computación cuántica.
3	V	Esta función codifica información sobre las probabilidades relativas de encontrar la partícula en distintas ubicaciones o con ciertas características al realizar una medición.
4	a	Sin esta condición, las probabilidades carecerían de sentido físico, lo que impediría una descripción coherente del comportamiento cuántico de las partículas.
5	V	Estas diferencias reflejan cómo la mecánica cuántica adapta ideas clásicas para describir fenómenos a escalas muy pequeñas, donde las reglas clásicas ya no son suficientes.
6	a	Las funciones de onda en mecánica cuántica pueden ser complejas y suelen involucrar números complejos, lo que les permite describir fenómenos como interferencia y superposición con gran detalle.
7	F	Aunque la energía y el momento pueden estar cuantizados en ciertos sistemas, la relación directa entre frecuencia y velocidad no siempre implica una velocidad cuantizada. La cuantización suele aparecer en niveles discretos de energía o estados permitidos, pero la velocidad puede variar dentro de esos niveles según las condiciones específicas del sistema.
8	a	En sistemas cuánticos, la presencia o ausencia de nodos (puntos donde la función de onda es cero) depende de las condiciones específicas del problema y del estado energético de la partícula.
9	V	Este concepto es fundamental para entender fenómenos como el confinamiento, la decoherencia y la influencia del entorno en la dinámica cuántica, lo cual es crucial en áreas como la física de materiales y la computación cuántica.
10	a	Esta restricción también limita el espacio donde la partícula puede existir con alta probabilidad. Es decir, la cuantización está estrechamente ligada a la naturaleza confinada del sistema, lo que afecta tanto los niveles de energía permitidos como la distribución espacial de la partícula, siendo fundamental para comprender sistemas como átomos y partículas en pozos de potencial.



[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	Este fenómeno es fundamental en la física nuclear y explica una gran variedad de eventos naturales y artificiales, desde la desintegración de elementos radiactivos hasta aplicaciones en medicina y energía.
3	F	El decaimiento alfa ocurre mediante el proceso meramente mecánico-cuántico de tunelamiento a través de una barrera.
4	a	Estas fuerzas son esenciales para explicar la estabilidad nuclear y las transiciones que ocurren en ella, y son pilares en la física nuclear y de partículas.
5	V	Esta diferencia es crucial para aplicaciones en medicina, arqueología y física nuclear, ya que permite distinguir isótopos con características físicas distintas pero similares químicamente.
6	a	Estos procesos son fundamentales para la producción de energía en estrellas, la generación de elementos en el universo y diversas aplicaciones tecnológicas y médicas.
7	V	Este principio es la base del funcionamiento de los reactores nucleares y ciertos tipos de armamento, y representa una forma eficiente de liberar energía almacenada en el núcleo atómico.
8	a	Este fenómeno ocurre típicamente en condiciones de altísima temperatura y presión, como en el interior de las estrellas. Al fusionarse núcleos ligeros, por ejemplo, de hidrógeno, se forma un núcleo más pesado, liberando una gran cantidad de energía debido a la diferencia de masa entre los productos y los reactivos.
9	V	Este procedimiento, conocido como irradiación, es útil para esterilizar equipos quirúrgicos y desinfectar alimentos, garantizando seguridad sanitaria sin alterar la composición nutricional ni generar residuos radiactivos.
10	a	La fisión y la fusión son dos tipos distintos de reacciones nucleares. La fisión implica la división de un núcleo atómico pesado (como el uranio) en núcleos más pequeños, liberando energía.

[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	Esta longitud de onda corta permite observar estructuras más pequeñas, como ocurre con un microscopio de mayor resolución.
3	V	Esto permite la creación de nuevas partículas que no estaban presentes inicialmente, fenómeno fundamental en experimentos realizados en aceleradores como el LHC (Gran Colisionador de Hadrones).
4	a	Este principio es clave en física de partículas y en fenómenos como la aniquilación materia-antimateria.
5	F	En las interacciones a nivel nuclear y de partículas, ciertas cantidades físicas fundamentales permanecen constantes para garantizar la coherencia y simetría de las leyes que rigen esos procesos.
6	a	Esta distinción ayuda a entender por qué ciertos procesos ocurren con diferente rapidez y es fundamental en la física de partículas para clasificar y predecir comportamientos.
7	V	Esta combinación de interacciones determina cómo se comportan y cómo interactúan con otras partículas en diferentes contextos, desde procesos subatómicos hasta fenómenos astrofísicos.
8	a	Esta combinación de interacciones define sus propiedades y comportamientos en distintos procesos físicos, y es esencial para comprender la estructura de la materia a nivel subatómico.
9	V	Esta clasificación es fundamental para entender las propiedades, interacciones y estabilidad de las partículas subatómicas.
10	a	Cada partícula fundamental tiene una antipartícula correspondiente con propiedades similares, pero con carga eléctrica opuesta. En el caso del electrón, su antipartícula es el positrón, que es idéntico en masa, pero con carga positiva. Este par juega un papel importante en procesos de aniquilación y creación de partículas, y su estudio es esencial en física de partículas y aplicaciones médicas como la Tomografía por Emisión de Positrones (PET).

[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.

Coefficiente 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 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 movimiento circular. Parece expulsar un cuerpo fuera de la trayectoria circular.

Fuerza de fricción: 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:

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

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. A esta parte de la población se le 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 distinguen 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, McGraw 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 (9.ª ed.). Mexico: Cengage Learning.





7. Anexos



Anexo 1. Tabla de la clasificación de las partículas

Categoría	Fuerzas implicadas	Nombre de partícula	Símbolo	Antipartícula	Espín	Masa (MeV/c ²)	(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	80.4 × 10 ³	0	0	0	0	0	≈ 10 ⁻²⁴	Cν _e , μν _μ , Tν _τ , hadrones	
	débil	Z	Z ⁰	Mismo	1	91.19 × 10 ³	0	0	0	0	0	≈ 10 ⁻²⁴	C [±] C ⁻ , μ [±] μ ⁻ , τ [±] τ [±] , hadrones	
	Leptones	débil	Electrón	e ⁻	e ⁺	½	0.511	0	+1	0	0	0	Estable	
			Neutrino ☉	ν _e	<u>ν_{e+}</u>	½	0 (< 0.14 cV) ²	0	+1	0	0	0	Estable	
			Muón	μ ⁻	μ ⁺	½	105.7	0	0	+1	0	0	2.20 × 10 ⁻⁶	C ⁻ <u>ν_e</u> ν _u
			Neutrino	ν _μ	<u>ν_{μ+}</u>	½	0 (< 0.14 cV) ²	0	0	+1	0	0	Estable	
			Tau	τ ⁻	τ ⁺	½	1777	0	0	0	+1	0	2.91 × 10 ⁻¹³	μ ⁻ <u>ν_μ</u> ν _τ , C ⁻ <u>ν_e</u> ν _τ , hadrones + ν _μ
			Neutrino	ν _τ	<u>ν_{τ-}</u>	½	0 (< 0.14 cV) ²	0	0	0	+1	0	Estable	

Categoría	Fuerzas implicadas	Nombre de partícula	Símbolo	Antipartícula	Espín	Masa (MeV/c²)	[Las antiparticulas tienen signo opuesto]					Vida media (s)	Principales modos de decaimiento
Hadrones (compuestos) seleccionados													
Masones (quark-antiquark)	fuerte, em, débil	Pión	π^+	π^-	0	139.6	0	0	0	0	0	$2.60 \cdot 10^{-8}$	$\mu^+ \nu_\mu$
			π^0	Mismo	0	135.0	0	0	0	0	0	$0.84 \cdot 10^{-16}$	2γ
		Kaón	K^+	K^-	0	493.7	0	0	0	0	+1	$1.24 \cdot 10^{-8}$	$\mu^+ \nu_\mu, \pi^+ \pi^0$
			K_S^0	K_S^0	0	497.7	0	0	0	0	+1	$0.89 \cdot 10^{-10}$	$\pi^+ \pi^-, 2\pi^0$
			K_L^0	K_L^0	0	497.7	0	0	0	0	+1	$5.17 \cdot 10^{-8}$	$\pi^\pm e^\mp \bar{\nu}_e, \pi^\pm \mu^\mp \bar{\nu}_\mu, 3 \pi$
		Eta	η^0	Mismo	0	547.5	0	0	0	0	0	$\approx 10^{-18}$	$2\gamma, 3\pi^0, \pi^+ \pi^- \pi^0$
		Rho y otros	ρ^0	Mismo	1	775	0	0	0	0	0	$\approx 10^{-23}$	$\pi^+ \pi^-, 2\pi^0$
			ρ^+	ρ^-	1	775	0	0	0	0	0	$\approx 10^{-23}$	$\pi^+ \pi^0$
Bariones (3 quarks)	fuerte, em, débil	Protón	P	\bar{P}	$\frac{1}{2}$	938.3	+1	0	0	0	0	Estable	
		Neutrón	n	\bar{n}	$\frac{1}{2}$	939.6	+1	0	0	0	0	886	$p e^- \bar{\nu}_e$
		Lambda	Λ^0	$\bar{\Lambda}^0$	$\frac{1}{2}$	1115.7	+1	0	0	0	-1	$2.63 \cdot 10^{-10}$	$\rho \pi, n \pi^0$
			Σ^+	Σ^-	$\frac{1}{2}$	1189.4	+1	0	0	0	-1	$0.80 \cdot 10^{-10}$	$\rho \pi^0, n \pi^+$
			Σ^0	Σ^0	$\frac{1}{2}$	1192.6	+1	0	0	0	-1	$7.4 \cdot 10^{-20}$	$\Lambda^0 \gamma$
			Σ^-	Σ^+	$\frac{1}{2}$	1197.4	+1	0	0	0	-1	$1.48 \cdot 10^{-10}$	$n \pi$
		Xi	Ξ^0	Ξ^0	$\frac{1}{2}$	1314.8	+1	0	0	0	-2	$2.90 \cdot 10^{-10}$	$\Lambda^0 \pi^0$
			Ξ^-	Ξ^+	$\frac{1}{2}$	1321.3	+1	0	0	0	-2	$1.64 \cdot 10^{-10}$	$\Lambda^0 \pi^-$
		Omega y otros	Ω^-	Ω^+	$\frac{1}{2}$	1672.5	+1	0	0	0	-3	$0.82 \cdot 10^{-10}$	$\Xi^0 \pi^-, \Lambda^0 K^-, \Xi^- \pi^0$

Nota. Tomado de *Física para ingeniería y ciencias*, por Giancoli, D., 2008. México. Pearson Education

Anexo 2. Propiedades de los *quarks* y lista parcial de hadrones pesados

Tabla 1

Propiedades de los quarks (los antiquarks tienen signo opuesto Q, B, S, c, t, b)

Nombre	Símbolo	Masa (MeV / c ²)	Carga Q	Número bariónico B	Extrañeza S	Encanto c	Fondo o belleza b	Cima o verdad t
Arriba	u	2	$+\frac{2}{3}e$	$\frac{1}{3}$	0	0	0	0
Abajo	d	5	$-\frac{1}{3}e$	$\frac{1}{3}$	0	0	0	0
Extraño	s	95	$-\frac{1}{3}e$	$\frac{1}{3}$	-1	0	0	0
Encanto	c	1250	$+\frac{2}{3}e$	$\frac{1}{3}$	0	+1	0	0
Fondo o belleza	b	4200	$-\frac{1}{3}e$	$\frac{1}{3}$	0	0	-1	0
Cima o verdad	t	173,000	$+\frac{2}{3}e$	$\frac{1}{3}$	0	0	0	+1

Nota. Tomado de *Física para ingeniería y ciencias*, por Giancoli, D., 2008. México. Pearson Education

Tabla 2

Lista parcial de hadrones pesados, con encanto y fondo o belleza ($L_e = L_\mu = L_\tau = 0$)

Categoría	Partícula	Antipartícula	Espín	Masa (MeV / c ²)	Número bariónico B	Extrañeza S	Encanto c	Fondo o belleza b	Vida media (s)	Principales modos de decaimiento
Mesones	D ⁺	D ⁻	0	1869.4	0	0	+1	0	10.6×10^{-13}	K + otros, e + otros
	D ⁰	\underline{D}^0	0	1864.5	0	0	+1	0	4.1×10^{-13}	K + otros, μ ó e + otros
	D_s^+	D_s^-	0	1968	0	+1	+1	0	5.0×10^{-13}	K + otros
	J/ Ψ (3097)	Mismo	1	3096.9	0	0	0	0	$\approx 10^{-20}$	Hadrones, e ⁺ e ⁻ , $\mu^+\mu^-$
	Y (9460)	Mismo	1	9460	0	0	0	0	$\approx 10^{-20}$	Hadrones, $\mu^+\mu^-$, e ⁺ e ⁻ , $\tau^+\tau^-$
	B ⁻	B ⁺	0	5279	0	0	0	-1	1.6×10^{-12}	D ⁰ + otros
	B ⁰	\underline{B}^0	0	5279	0	0	0	-1	1.5×10^{-12}	D ⁰ + otros
Bariones	Λ_c^+	Λ_c^-	$\frac{1}{2}$	2286	+1	0	+1	0	2.0×10^{-13}	Hadrones (por ejemplo, Λ + otros)
	Σ_c^{++}	Σ_c^{--}	$\frac{1}{2}$	2454	+1	0	+1	0	$\approx 10^{-21}$	$\Lambda_c^+ \pi^+$
	Σ_c^+	Σ_c^-	$\frac{1}{2}$	2453	+1	0	+1	0	$\approx 10^{-21}$	$\Lambda_c^+ \pi^0$
	Σ_c^0	$\underline{\Sigma}_c^0$	$\frac{1}{2}$	2454	+1	0	+1	0	$\approx 10^{-21}$	$\Lambda_c^+ \pi^-$

Nota. Tomado de *Física para ingeniería y ciencias*, por Giancolli, D., 2008. México. Pearson Education