

- Por qué en una onda luminosa están presentes campos eléctricos y magnéticos.
- Cómo se relaciona la rapidez de la luz con las constantes fundamentales de la electricidad y el magnetismo.
- Cómo describir la propagación de una onda electromagnética sinusoidal.
- Qué determina la cantidad de potencia transportada por una onda electromagnética.
- Cómo describir las ondas electromagnéticas estacionarias.

---

**Evalúe su comprensión de la sección 32.1** *a)* ¿Es posible tener una onda puramente eléctrica que se propague a través del espacio vacío, es decir, una onda constituida por un campo eléctrico pero no por un campo magnético? *b)* ¿Y una onda puramente magnética, con campo magnético pero sin un campo eléctrico?




---

**Evalúe su comprensión de la sección 32.2** Para cada una de las siguientes ondas electromagnéticas, indique la dirección del campo magnético. *a)* La onda se propaga en la dirección  $z$  positiva, y  $\vec{E}$  está en la dirección  $x$  positiva; *b)* la onda se propaga en la dirección  $y$  positiva, y  $\vec{E}$  está en la dirección  $z$  negativa; *c)* la onda se propaga en la dirección  $x$  negativa, y  $\vec{E}$  está en la dirección  $z$  positiva.

- Los dos postulados de la teoría especial de la relatividad de Einstein y lo que motiva tales postulados.
- Por qué distintos observadores pueden discernir acerca de si dos sucesos son simultáneos.
- Cómo la relatividad predice que los relojes que se mueven se hacen lentos y la evidencia experimental que lo confirma.
- Cómo cambia la longitud de un objeto debido al movimiento de éste.
- Cómo la velocidad de un objeto depende del marco de referencia desde el que se observa.
- Cómo la teoría de la relatividad modifica la relación entre velocidad y cantidad de movimiento.
- Cómo resolver problemas que implican trabajo y energía cinética para partículas que se mueven a rapidezces relativas.
- Algunos conceptos fundamentales de la teoría general de la relatividad de Einstein.

**Evalúe su comprensión de la sección 37.1** Al pasar volando cerca de usted, una nave espacial a alta velocidad enciende una luz estroboscópica que emite una pulsación de luz en todas direcciones. Un observador a bordo de la nave mide un frente de onda esférico que se propaga a partir de la nave con la misma rapidez  $c$  en todas direcciones. *a)* ¿Qué forma tiene el frente de onda que *usted* mide? i) esférica, ii) elipsoidal, con el eje más largo del elipsoide en la dirección del movimiento de la nave espacial; iii) elipsoidal, con el eje más corto del elipsoide en la dirección del movimiento de la nave espacial; iv. no se dispone de suficiente información para decidir. *b)* ¿Coincide el centro del frente de onda con la nave espacial?

**Evalúe su comprensión de la sección 37.2** Sergio, que trabaja para el sistema ferroviario de la figura 37.5, sincronizó minuciosamente los relojes de todas las estaciones del ferrocarril. En el momento en que Sergio ve que todos los relojes marcan el mediodía, Magda se encuentra en el vagón de pasajeros de alta velocidad viajando de Buenos Aires a Montevideo. Según Magda, cuando el reloj de Buenos Aires marca las doce del día, ¿qué hora es en Montevideo: i) mediodía, ii) antes del mediodía o iii) después del mediodía?



**Evalúe su comprensión de la sección 37.3** Samuel (que se encuentra en el suelo) pone en marcha su cronómetro en el instante en que María pasa volando en su nave espacial por donde él se encuentra, con una rapidez de  $0.600c$ . En el mismo instante, María pone en marcha su cronómetro *a)* Medida en el marco de referencia de Samuel, ¿cuál es la lectura en el cronómetro de María en el instante en que el cronómetro de Samuel indica 10.0 s? i) 10.0 s; ii) menos de 10.0 s; iii) más de 10.0 s. *b)* Medida en el marco de referencia de María, ¿cuál es la lectura en el cronómetro de Samuel en el instante en que el cronómetro de María indica 10.0 s? i) 10.0 s; ii) menos de 10.0 s; iii) más de 10.0 s.



**Evalúe su comprensión de la sección 37.4** Una nave espacial miniatura vuela y pasa junto a usted, desplazándose horizontalmente a una fracción considerable de la rapidez de la luz. A cierta distancia, usted observa que la punta y la cola de la nave espacial se alinean exactamente con los dos extremos de un metro de madera que usted sostiene con sus manos. Ordene de la más larga a la más corta las siguientes distancias: i) la longitud propia del metro de madera; ii) la longitud propia de la nave espacial; iii) La longitud de la nave espacial medida en el marco de referencia de usted; iv) la longitud del metro de madera medida en el marco de referencia de la nave espacial.



**Evalúe su comprensión de la sección 37.5** *a)* En el marco  $S$  los sucesos  $P_1$  y  $P_2$  ocurren en las mismas coordenadas  $x$ ,  $y$  y  $z$ , pero el suceso  $P_1$  ocurre antes que el suceso  $P_2$ . En el marco  $S'$ , ¿qué suceso ocurre primero? *b)* En el marco  $S$  los sucesos  $P_3$  y  $P_4$  ocurren en el mismo tiempo  $t$  y en las mismas coordenadas  $y$  y  $z$ , pero el suceso  $P_3$  ocurre en una coordenada  $x$  menos positiva (es decir, menor) que el suceso  $P_4$ . En el marco  $S'$ , ¿qué suceso ocurre primero?

**Evalúe su comprensión de la sección 37.7** De acuerdo con la mecánica relativista, cuando se duplica la rapidez de una partícula, la magnitud de su cantidad de movimiento aumenta en i) un factor de 2; ii) un factor mayor de 2; iii) un factor entre 1 y 2 que depende de la masa de la partícula.

**Evalúe su comprensión de la sección 37.8** Se acelera un protón a partir del reposo mediante una fuerza constante que siempre apunta en la dirección del movimiento de la partícula. En comparación con la cantidad de energía cinética que gana el protón durante el primer metro de su trayecto, ¿cuánta energía cinética gana el protón durante un metro de trayecto mientras se desplaza al 99% de la rapidez de la luz? i) La misma cantidad; ii) una mayor cantidad; iii) una menor cantidad.

1299)

**P37.3.** Un cohete se desplaza hacia la derecha a la mitad de la rapidez de la luz en relación con la Tierra. Una bombilla de luz en el centro de una cabina en el interior del cohete se enciende de repente. Sea la luz que incide con el extremo anterior de la cabina el suceso *A* y la luz que incide con el extremo posterior de la cabina el suceso *B* (figura 37.27). ¿Cuál suceso ocurre primero, el *A* o el *B*, o acaso son simultáneos desde el punto de vista de *a*) un astronauta a bordo del cohete y *b*) una persona en reposo en la Tierra?

**37.1.** Suponga que los dos rayos que se ilustran en la figura 37.5a son simultáneos para un observador a bordo del tren. Demuestre que *no* son simultáneos para un observador que está en el suelo. De acuerdo con las mediciones de este último observador, ¿cuál de los rayos cae primero?

**P37.7.** Dos sucesos ocurren en el mismo punto espacial en un marco de referencia inercial determinado y son simultáneos en ese marco. ¿Es posible que no sean simultáneos en un marco inercial diferente? Explique su respuesta.

**37.3.** ¿A qué rapidez debe viajar un cohete en relación con la Tierra de manera que el tiempo en el cohete “disminuya” a la mitad de su tasa medida por los observadores en Tierra? ¿Los aviones a propulsión actuales se acercan a esa rapidez?

**37.31.** ¿Cuál es la rapidez de una partícula cuya energía cinética es igual a *a*) su energía en reposo, *b*) cinco veces su energía en reposo?