

Entre la **física conceptual**
y la **física aplicada**

Método **IDEA**

**LA RELATIVIDAD
ESPECIAL**
1º DE BACHILLERATO

Félix A. Gutiérrez Múzquiz

Contenidos

1. DILATACIÓN DEL TIEMPO	... 3
2. CONTRACCIÓN DE LA LONGITUD	... 6
3. TRABAJO Y ENERGÍA RELATIVISTAS	... 8

1. DILATACIÓN DEL TIEMPO

1. La rapidez de la luz es constante

Imagina que juegas a atrapar la pelota con un amigo en un tren en movimiento.

[a] Cuando lanzas la pelota en la dirección y el sentido en el que se mueve el tren ¿cómo ve la rapidez de la pelota (igual, mayor o menor) un observador parado en el andén? ¿Y si lanzas la pelota en sentido contrario al del tren?

[b] ¿Cómo se modifican las respuestas que has dado en el apartado [a] si, en lugar de una pelota, envías una señal luminosa?

2. Bienvenido sea el muón

Las partículas subatómicas de alta energía que llegan del espacio interactúan con los átomos de las capas altas de la atmósfera terrestre y producen partículas inestables llamadas muones. Un muón se desintegra con una vida media de $2,20 \cdot 10^{-6}$ s, medido en un sistema de referencia en el que se encuentra en reposo. Si un muón se desplaza a $2,97 \cdot 10^8$ m/s respecto a la Tierra ¿cuál será la vida media que tú, observador terrestre, medirías?

3. En la vida diaria

Un avión vuela de Zaragoza (España) a Faro (Portugal), separados por 1.000 km, con una rapidez constante de 300 m/s. Halla la duración del viaje medido por un observador en la Tierra y por un observador a bordo del avión.

4. Los tiempos propios de Epi y de Blas

Blas sube a una nave espacial y luego pasa velozmente, con una rapidez relativa de $0,600c$, por donde está Epi en la Tierra. En el instante en el que Blas pasa, ambos ponen en marcha sus cronómetros.

[a] En el instante en que Epi mide que Blas ha recorrido $9,00 \cdot 10^7$ m más allá de donde él está ¿qué tiempo mide el cronómetro de Blas?

[b] En el instante en el que Blas lee $0,400$ s en su cronómetro ¿qué tiempo lee Epi en el suyo?



5. Ocurre todos los días

Se sincronizan cuidadosamente dos relojes atómicos (recuerda que tienen una precisión de una parte en 10^{13}). Uno permanece en Zaragoza y el otro se introduce en un avión que viaja con un rapidez media de 250 m/s y que luego vuelve a Zaragoza. Cuando el avión regresa, el tiempo transcurrido en el reloj que se quedó es de 4,00 h ¿Cuál será la diferencia de lectura entre los dos relojes y cuál de ellos mostrará el tiempo transcurrido más corto?

6. Un pión negativo

Un pión negativo (π^-) es una partícula inestable con una vida media de $2,60 \cdot 10^{-8}$ s (medido en el sistema de referencia en reposo del pión).

[a] Si se obliga al pión a viajar con gran rapidez respecto a un laboratorio, su vida media en este segundo sistema de referencia es de $4,20 \cdot 10^{-7}$ s. Calcula la rapidez del pión expresada como una fracción de c .

[b] ¿Qué distancia, medida en el laboratorio, recorre el pión durante su vida media?

7. La paradoja de los gemelos

Pedro y Pablo son dos hermanos gemelos que forman un dúo de jotos. A la edad de 20 años Pedro es contratado para realizar una gira musical en uno de los planetas de una estrella situada a 6 años-luz de la Tierra. El viaje se realiza en un vehículo que se mueve con una rapidez de $0,75c$; terminada la gira, Pedro regresa a la Tierra, según su reloj, quince años después de su salida.

[a] ¿Cuántos años de práctica jotosa ha realizado Pedro?

[b] ¿Cuántos años han transcurrido para su hermano Pablo?

2. CONTRACCIÓN DE LA LONGITUD

1. Longitud de la nave espacial

Una nave espacial pasa volando cerca de la Tierra con una rapidez de $0,990c$. Un miembro de la tripulación a bordo de la nave mide la longitud de la misma y obtiene un valor de 400 m. ¿Qué longitud miden los observadores que se hallan en la Tierra?

2. La regla voladora

Una regla, que tiene una longitud de 1 m, se mueve en una dirección paralela a sí misma con una rapidez v respecto a un observador en reposo. El observador mide la longitud de la regla y obtiene 0,914 m como resultado. Halla el valor de v como una fracción de c . Expresa también dicho valor en m/s.

3. Paseando a un muón

Un muón tiene, por término medio, una vida propia de $2,20 \cdot 10^{-6}$ s y una vida dilatada de $15,6 \cdot 10^{-6}$ s en un sistema de referencia en el que su rapidez es de $0,990c$. Calcula las distancias recorridas por el muón en los dos sistemas de referencia e interpreta los resultados obtenidos.

4. Pista para naves espaciales

Una pista terrestre para naves espaciales, medida para un observador en la Tierra, tiene una longitud de 3.600 m.

[a] ¿Cuál es la longitud de pista para el piloto de una nave espacial que pasa volando cerca de ella con una rapidez de $4,00 \cdot 10^7$ m/s respecto a la Tierra?

[b] Halla, tanto para el observador terrestre como para el piloto de la nave, el intervalo de tiempo empleado por la nave espacial en viajar de un extremo de la pista al otro.

3. TRABAJO Y ENERGÍA RELATIVISTAS

1. Mecánica relativista de un electrón

Un electrón, con una energía en reposo de 0,511 MeV, se mueve con una rapidez $v = 0,8c$.
Calcula:

- [a] su energía total;
- [b] su energía cinética y
- [c] el módulo de la cantidad de movimiento.

2. Electrones con mucha energía

[a] Calcula la energía en reposo de un electrón ($m = 9,109 \cdot 10^{-31}$ kg, $q = -1,602 \cdot 10^{-19}$ C). Expresa el resultado en julios y en electrón-voltios.

[b] Halla la rapidez de un electrón que ha sido acelerado por un campo eléctrico, a partir del reposo, a través de una diferencia de potencial de 20,0 kV (cinescopio de televisión) o de 5,00 MV (máquina de rayos X de alto voltaje).

3. Energía cinética y energía en reposo

Calcula la rapidez de una partícula cuya energía cinética es igual a:

[a] su energía en reposo;

[b] cinco veces su energía en reposo.

4. La energía en reposo en la vida diaria

[a] Imagina que subes 30 m hasta la azotea de un edificio de diez plantas ¿Cuál es el porcentaje de aumento de tu masa en reposo? ¿Eres consciente de este incremento?

[b] Halla la variación de la masa de un muelle de 12,0 g y constante recuperadora de 200 N/cm cuando se comprime 6,00 cm ¿Aumenta o disminuye la masa?

5. La cantidad de movimiento del protón

Un protón, cuya masa en reposo es $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, tiene una energía total cuatro veces mayor que su energía en reposo.

[a] Halla la energía cinética del protón.

[b] Halla el módulo de la cantidad de movimiento del protón.

[c] ¿Cuál es la rapidez del protón?

6. El caso de la partícula desconocida

Una partícula tiene una masa en reposo de $6,64 \cdot 10^{-27}$ kg y una cantidad de movimiento de $2,10 \cdot 10^{-18}$ kg.m/s.

- [a] Halla la energía total de la partícula.
- [b] ¿Cuál es la energía cinética de la partícula?

7. Relatividad vs mecánica clásica

Un electrón de 0,420 MeV de un tubo de rayos X choca con un ánodo.

- [a] Halla la energía cinética en eV, la energía total en eV y la rapidez del electrón cuando alcanza el ánodo.
- [b] ¿Cuál sería la rapidez del electrón calculada de acuerdo con la mecánica clásica?

8. El Sol no se apagará mañana

El Sol produce energía mediante reacciones de fusión nuclear, en las que se convierte materia en energía. A partir de la medida de la energía que recibimos del Sol, se sabe que éste produce energía a razón de $3,8 \cdot 10^{26}$ J/s.

[a] ¿Qué masa pierde el Sol cada segundo?

[b] A este ritmo ¿cuánto tiempo tardará el Sol en consumirse?