

# Física en el átomo

1 Lee con atención el texto y responde.

## El Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Este sistema funciona mediante una red de satélites que intercambian información sobre su ubicación y la hora actual. Para calcular la ubicación, un dispositivo GPS debe leer la señal de al menos cuatro satélites. Cada satélite cuenta con un reloj atómico, que debido a la alta velocidad con la que se mueven son afectados por efectos relativistas. La relatividad especial predice que sus relojes irán más lentos que nuestros relojes, unos 7 microsegundos de desfase al día. Por otro lado, al estar más lejos de la Tierra, la teoría de la relatividad general indica que los relojes irán más rápido que los nuestros, 45 microsegundos de desfase diario. Los científicos e ingenieros que diseñaron estos satélites tuvieron que realizar una corrección de 38 microsegundos en los relojes atómicos para evitar errores de más de 10 kilómetros en la ubicación que brindaban los dispositivos GPS.



- ¿Por qué los ingenieros realizan una corrección de 38 s en los relojes atómicos de los satélites?

R. T.: Debido a los efectos de la relatividad, los satélites sufren un adelanto de 45

segundos, y un retraso de 7 microsegundos. Para hallar el desfase total, restamos estos

desfases. Finalmente se obtiene un adelanto de 38 microsegundos.

- ¿Qué sistema de referencia se utiliza para medir la velocidad de los satélites? ¿Qué pasaría al usar otro sistema? Explica tu respuesta.

R. T.: La velocidad de los satélites se mide respecto a la Tierra, si se usara otro sistema

de referencia, por ejemplo, otro planeta, la información que enviarían debería ser

corregida considerando nuevas distancias y velocidades.

- Si no se consideran los efectos relativistas en el funcionamiento del GPS, ¿qué deficiencia presentarían?

R. T.: La ubicación que muestran tendrían un margen de error que se iría acumulando

diariamente, en pocas horas el error sería tan grande que haría inutilizable el sistema de

posicionamiento global.

- Escribe números del 1 al 4 para ordenar las oraciones y describir el funcionamiento del GPS.

2

Se ubica la posición de los satélites en el espacio.

1

El receptor detecta señales de satélites

4

Se realiza una trilateración y se determina la ubicación del receptor.

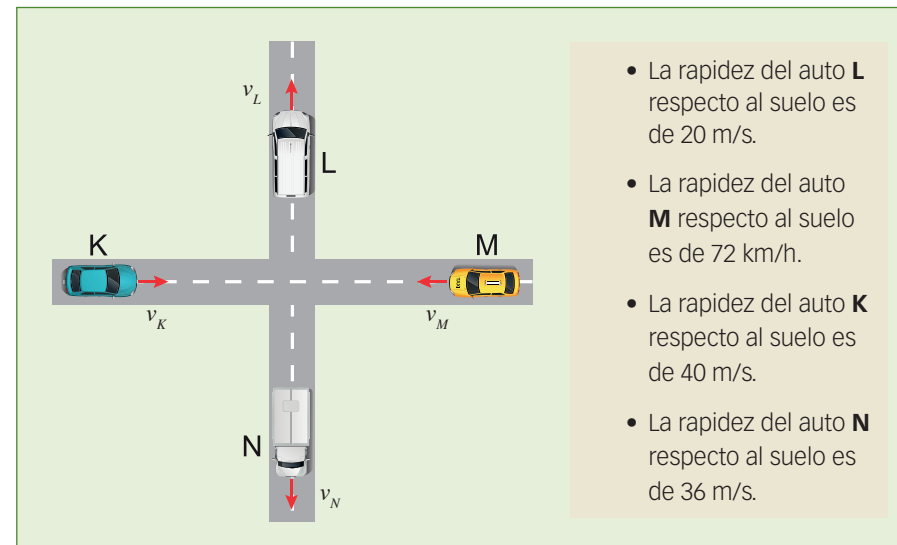
3

Se calcula la distancia de cada satélite al receptor.

Explora en tiempo real las posiciones de los satélites que orbitan la Tierra en el mapa satelital de ESRI.



2 Observa las velocidades de los siguientes autos y resuelve las preguntas.



- Calcula la velocidad del auto **M** respecto al auto **N**.

Usamos la ecuación del movimiento relativo de Galileo:

$$\vec{v}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$$

$$\vec{v}_{MN} = \vec{v}_M - \vec{v}_N$$

$$\vec{v}_{MN} = -20 \frac{m}{s} \hat{i} - (-36 \frac{m}{s} \hat{j})$$

$$\vec{v}_{MN} = (-20\hat{i} + 36\hat{j}) \frac{m}{s}$$

- ¿Con qué rapidez se mueve el auto **M** respecto al auto **N**?

Sabemos que la rapidez es el módulo de la velocidad, usamos Pitágoras para hallar su valor:

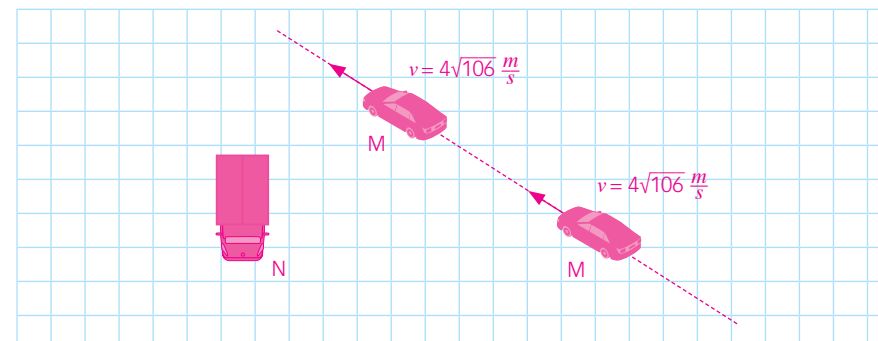
$$v_{MN} = \sqrt{(-20 \frac{m}{s})^2 + (-36 \frac{m}{s})^2}$$

$$v_{MN} = \sqrt{(-20 \frac{m}{s})^2 + (-36 \frac{m}{s})^2} = \sqrt{1696 (\frac{m}{s})^2}$$

$$v_{MN} = \sqrt{(-20 \frac{m}{s})^2 + (-36 \frac{m}{s})^2} = \sqrt{1696 (\frac{m}{s})^2}$$

$$v_{MN} = 4\sqrt{106} \frac{m}{s}$$

- Dibuja la trayectoria que realizaría el auto **M** visto desde donde se encuentra un pasajero del auto **N**.



## Más información

Los vectores unitarios  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$  y  $\hat{k}$  se utilizan para indicar la dirección de los vectores en el eje horizontal X, Y y Z respectivamente. El vector  $+\hat{i}$  indica que el vector sigue la dirección del eje positivo X, mientras que el vector  $-\hat{i}$  sigue la dirección del eje negativo X. De forma similar con el vector  $\hat{j}$  y el eje Y, y el vector  $\hat{k}$  con el eje Z.