

Efecto Doppler y Ondas Sonoras

Guía de 25 Ejercicios Resueltos Paso a Paso y Formulario Esencial

 Edición de Estudio Gratuita (Primeros 5 Resueltos + 20 de Práctica)

★ Formulario Rápido y Conceptos Fundamentales

Ecuación General del Efecto Doppler Acústico: Donde v es la rapidez del sonido, v_o la rapidez del observador y v_s la de la fuente.

$$f' = f \left(\frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right)$$

Convención de Signos Fisimat (Regla Nemotécnica): Todo acercamiento tiende a elevar la frecuencia percibida $f' > f$.

Numerador: + (Observador se acerca), Denominador: – (Fuente se acerca)

Velocidad del Sonido en Función de la Temperatura: A 20°C, la velocidad del sonido en el aire seco es aproximadamente 343 m/s.

$$v = 331 + 0.6 \cdot T \quad (\text{m/s con } T \text{ en } ^\circ\text{C})$$

Cono de Mach (Ondas de Choque Supersónicas): Ángulo del cono de Mach producido cuando la fuente supera la velocidad del sonido ($M > 1$).

$$\sin(\theta) = \frac{v}{v_s} = \frac{1}{M}$$

Parte 1: Calentamiento (Uso Directo de Fórmulas)

Enfocada en afianzar conceptos clave y despejes básicos.

Ejercicio 1 Ambulancia Acercándose a un Peatón Inmóvil

Una ambulancia hace sonar su sirena a una frecuencia de $f = 750 \text{ Hz}$ mientras avanza a 30 m/s hacia un peatón que espera en la acera. Si la velocidad del sonido es $v = 340 \text{ m/s}$, ¿qué frecuencia escucha el peatón?

💡 Procedimiento Paso a Paso:

Datos Clave:

- Frecuencia emitida: $f = 750 \text{ Hz}$
- Velocidad de la fuente: $v_s = 30 \text{ m/s}$ (acercándose)
- Velocidad del observador: $v_o = 0 \text{ m/s}$
- Velocidad del sonido: $v = 340 \text{ m/s}$

Fórmula y Despeje:

$$f' = f \left(\frac{v}{v - v_s} \right)$$

Despejando:

$$f' = f \left(\frac{340}{340 - 30} \right)$$

Sustitución y Operaciones:

$$f' = 750 \left(\frac{340}{310} \right) = 750(1.0968) \approx 822.58 \text{ Hz}$$

RESULTADO:

$$f' \approx 822.6 \text{ Hz}$$

Nota Física: Al acercarse la fuente, los frentes de onda se comprimen espacialmente frente a ella, lo que incrementa el tono percibido (más agudo).

Ejercicio 2 Ambulancia Alejándose del Peatón

La misma ambulancia del ejercicio anterior ($f = 750 \text{ Hz}$, $v_s = 30 \text{ m/s}$) rebasa al peatón y continúa alejándose en línea recta. ¿Cuál es la nueva frecuencia que percibe el peatón una vez que la ambulancia se aleja?

 Procedimiento Paso a Paso:**Datos Clave:**

- Frecuencia emitida: $f = 750 \text{ Hz}$
- Velocidad de la fuente: $v_s = 30 \text{ m/s}$ (alejándose)
- Velocidad del sonido: $v = 340 \text{ m/s}$

Fórmula y Despeje:

$$f' = f \left(\frac{v}{v + v_s} \right)$$

Despejando:

$$f' = f \left(\frac{340}{340 + 30} \right)$$

Sustitución y Operaciones:

$$f' = 750 \left(\frac{340}{370} \right) = 750(0.9189) \approx 689.19 \text{ Hz}$$

RESULTADO:

$$f' \approx 689.2 \text{ Hz}$$

Nota Física: Al alejarse la fuente, la distancia entre frentes de onda se estira, reduciendo la frecuencia recibida (tono notablemente más grave).

Ejercicio 3 Automóvil en Movimiento hacia una Sirena de Fábrica Fija

Un conductor viaja en su automóvil a 25 m/s acercándose a la sirena fija de una fábrica que emite a 500 Hz . Si la rapidez del sonido en el aire es 340 m/s , calcula la frecuencia que escucha el conductor.

 Procedimiento Paso a Paso:**Datos Clave:**

- Frecuencia fija de la fuente: $f = 500 \text{ Hz}$
- Rapidez del observador: $v_o = 25 \text{ m/s}$ (acercándose)
- Rapidez de la fuente: $v_s = 0 \text{ m/s}$
- Rapidez del sonido: $v = 340 \text{ m/s}$

Fórmula y Despeje:

$$f' = f \left(\frac{v + v_o}{v} \right)$$

Despejando:

$$f' = f \left(1 + \frac{v_o}{v} \right)$$

Sustitución y Operaciones:

$$f' = 500 \left(\frac{340 + 25}{340} \right) = 500 \left(\frac{365}{340} \right) = 500(1.0735) \approx 536.76 \text{ Hz}$$

RESULTADO:

$$f' \approx 536.8 \text{ Hz}$$

Nota Física: Cuando el observador se mueve hacia la fuente, intercepta más frentes de onda por segundo, aumentando la frecuencia aparente.

Ejercicio 4 Observador Alejándose de una Fuente Estacionaria

El mismo automóvil del problema 3 se aleja ahora de la fábrica a 25 m/s . Halla la frecuencia percibida por el conductor.

💡 Procedimiento Paso a Paso:**Datos Clave:**

- Frecuencia de fábrica: $f = 500 \text{ Hz}$
- Velocidad del observador: $v_o = 25 \text{ m/s}$ (alejándose)
- Velocidad del sonido: $v = 340 \text{ m/s}$

Fórmula y Despeje:

$$f' = f \left(\frac{v - v_o}{v} \right)$$

Despejando:

$$f' = f \left(1 - \frac{v_o}{v} \right)$$

Sustitución y Operaciones:

$$f' = 500 \left(\frac{340 - 25}{340} \right) = 500 \left(\frac{315}{340} \right) = 500(0.9265) \approx 463.24 \text{ Hz}$$

RESULTADO:

$$f' \approx 463.2 \text{ Hz}$$

Nota Física: Al viajar en la misma dirección que las ondas, el observador es alcanzado por menos crestas por segundo.

Ejercicio 5 Acercamiento Mutuo: Tren y Automóvil

Un tren viaja a 30 m/s haciendo sonar su bocina de 600 Hz . En la misma trayectoria y en sentido contrario, un auto se desplaza hacia el tren a 20 m/s . Con $v = 340 \text{ m/s}$, calcula la frecuencia que escucha el conductor del auto.

 Procedimiento Paso a Paso:**Datos Clave:**

- Frecuencia emitida: $f = 600 \text{ Hz}$
- Velocidad de la fuente: $v_s = 30 \text{ m/s}$ (acercándose)
- Velocidad del observador: $v_o = 20 \text{ m/s}$ (acercándose)
- Velocidad del sonido: $v = 340 \text{ m/s}$

Fórmula y Despeje:

$$f' = f \left(\frac{v + v_o}{v - v_s} \right)$$

Despejando:

$$f' = f \left(\frac{340 + 20}{340 - 30} \right)$$

Sustitución y Operaciones:

$$f' = 600 \left(\frac{360}{310} \right) = 600(1.1613) \approx 696.77 \text{ Hz}$$

RESULTADO:

$$f' \approx 696.8 \text{ Hz}$$

Nota Física: Ambos movimientos cooperan para elevar la frecuencia: el numerador suma y el denominador resta.

Parte 2: Análisis y Aplicación Práctica

Problemas contextualizados que requieren más de un paso analítico.

Ejercicio 6 Alejamiento Mutuo de Dos Vehículos de Emergencia

Dos patrullas de policía se cruzan en una avenida y continúan alejándose entre sí. La patrulla A emite su sirena a 800 Hz a 28 m/s , mientras la patrulla B se aleja a 22 m/s . Halla la frecuencia que escucha la patrulla B (sonido a 340 m/s).

Datos del Problema:

- Fuente (A): $v_s = 28 \text{ m/s}$ (alejándose)
- Observador (B): $v_o = 22 \text{ m/s}$ (alejándose)
- Frecuencia real: $f = 800 \text{ Hz}$



¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 7 Efecto Doppler con Variación Térmica del Medio

Un tren emite a 440 Hz moviéndose a 25 m/s hacia una estación. Compara la frecuencia percibida en un día de invierno a -10°C con un día de verano a 35°C .

Datos del Problema:

- $v_{-10} = 331 + 0.6(-10) = 325 \text{ m/s}$
- $v_{35} = 331 + 0.6(35) = 352 \text{ m/s}$
- $f = 440 \text{ Hz}$, $v_s = 25 \text{ m/s}$



¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 8 Longitud de Onda Delante y Detrás de un Móvil

Una avioneta vuela a 68 m/s emitiendo el zumbido de su motor a 850 Hz en aire a 340 m/s . Calcula la longitud de onda física λ' del sonido delante y detrás de la aeronave.

Datos del Problema:

- $v_s = 68 \text{ m/s}$, $v = 340 \text{ m/s}$, $f = 850 \text{ Hz}$
- Longitud de onda en reposo: $\lambda_0 = 340/850 = 0.400 \text{ m}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 9 Frecuencia de Pulsaciones (Batimientos) por Movimiento

Un diapasón de 512 Hz está fijo en una mesa. Un segundo diapasón idéntico de 512 Hz es transportado hacia una pared a 2.0 m/s alejándose del observador ubicado junto al primero. ¿Cuántas pulsaciones (batimientos) por segundo escucha el observador? (Usa $v = 340 \text{ m/s}$).

Datos del Problema:

- Diapasón 1 (Fijo): $f_1 = 512 \text{ Hz}$
- Diapasón 2 (Se aleja): $v_s = 2.0 \text{ m/s}$
- Frecuencia de batimiento: $f_b = |f_1 - f'_2|$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 10 Eco de un Acantilado (Doble Doppler)

Un automóvil avanza a 20 m/s hacia un acantilado vertical mientras toca el claxon a 450 Hz . Si $v = 340 \text{ m/s}$, ¿qué frecuencia tiene el eco que el conductor escucha reflejado del acantilado?

Datos del Problema:

- Paso 1: El acantilado recibe sonido de fuente en movimiento ($v_s = 20 \text{ m/s}$).
- Paso 2: El acantilado refleja y actúa como fuente fija; el auto es observador en movimiento ($v_o = 20 \text{ m/s}$).

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 11 Ecolocalización Biológica en Murciélagos

Un murciélago emite un pulso ultrasónico a 40 kHz mientras vuela a 5.0 m/s persiguiendo a una polilla que vuela en su misma dirección a 1.5 m/s . Con $v = 340 \text{ m/s}$, calcula la frecuencia del eco que capta el murciélago.

Datos del Problema:

- Murciélago (Fuente): $v_M = 5.0 \text{ m/s}$ (se acerca a polilla)
- Polilla (Observador): $v_P = 1.5 \text{ m/s}$ (se aleja del murciélago)
- $f = 40,000 \text{ Hz}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 12 Radar de Tráfico por Desfase de Frecuencia

Un radar de policía emite microondas a $f_0 = 10.5 \text{ GHz}$ hacia un vehículo que se aproxima. Si el receptor detecta una frecuencia de batimiento de $\Delta f = 1960 \text{ Hz}$, calcula la velocidad del vehículo en km/h.

Datos del Problema:

- Velocidad de la luz: $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
- Frecuencia: $f_0 = 10.5 \times 10^9 \text{ Hz}$
- Desfase Doppler para ondas electromagnéticas: $\Delta f \approx 2 \frac{v}{c} f_0$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 13 Fuente Sonora en Caída Libre Vertical

Un emisor acústico de 1000 Hz se deja caer desde lo alto de una torre de 80 m . Calcula la frecuencia que escucha una persona en el punto de lanzamiento justo $t = 3.0 \text{ s}$ después de soltarlo (usa $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ y $v = 340 \text{ m/s}$).

Datos del Problema:

- Velocidad de la fuente a $t = 3.0 \text{ s}$: $v_s = gt = (9.8)(3.0) = 29.4 \text{ m/s}$ (alejándose hacia abajo)
- Observador en reposo arriba: $v_o = 0$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 14 Fuente en Movimiento Circular Uniforme

Un silbato de 600 Hz está atado al extremo de una cuerda de $r = 1.2 \text{ m}$ y gira en un plano horizontal a 180 rpm. Halla la frecuencia máxima y mínima que escucha un observador lejano situado en el plano del giro (sonido a 340 m/s).

Datos del Problema:

- Rapidez angular: $\omega = 180 \frac{2\pi}{60} = 6\pi \approx 18.85 \text{ rad/s}$
- Rapidez tangencial: $v_s = \omega r = (18.85)(1.2) \approx 22.62 \text{ m/s}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 15 Efecto Doppler con Trayectoria Oblicua (Ángulo Cosine)

Un auto con bocina de 400 Hz pasa por una autopista recta a 30 m/s. Un observador está parado en un campo a una distancia perpendicular de 40 m del camino. ¿Qué frecuencia escucha cuando el auto está a 50 m de distancia en línea visual antes de cruzar frente a él? (Usa $v = 340 \text{ m/s}$).

Datos del Problema:

- Hipotenusa visual: $r = 50 \text{ m}$
- Distancia perpendicular: $y = 40 \text{ m}$
- Distancia sobre el camino: $x = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30 \text{ m}$
- Coseno del ángulo con la visual: $\cos(\theta) = x/r = 30/50 = 0.60$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Parte 3: Nivel Examen e Ingeniería

Ejercicios de alta exigencia, situaciones combinadas y casos reales.

Ejercicio 16 Vuelo Supersónico y Ángulo del Cono de Mach

Un jet supersónico militar vuela a una velocidad de Mach 1.8 en aire estándar a 20°C ($v = 343 \text{ m/s}$). Calcula la velocidad del avión en km/h y el ángulo de apertura del cono de Mach.

Datos del Problema:

- Número de Mach: $M = 1.8$
- Rapidez del sonido: $v = 343 \text{ m/s}$



¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 17 Tiempo de Retardo del Estampido Sónico (Sonic Boom)

El avión supersónico del ejercicio anterior (Mach 1.8, $v_s = 617.4 \text{ m/s}$) vuela horizontalmente a una altitud de $H = 4000 \text{ m}$. ¿Cuánto tiempo después de que el avión pasa exactamente sobre la cabeza del observador se escucha el estampido sónico?

Datos del Problema:

- Altitud: $H = 4000 \text{ m}$
- Ángulo de Mach: $\theta = 33.75^{\circ}$
- Distancia horizontal recorrida por el avión antes de que la onda llegue: $x = H / \tan(\theta)$



¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 18 Efecto Doppler Óptico y Corrimiento al Rojo (Redshift)

Una galaxia lejana emite la línea espectral de hidrógeno con $\lambda_0 = 656.3 \text{ nm}$. En un telescopio terrestre, la línea se observa desplazada a $\lambda' = 708.8 \text{ nm}$. Calcula el parámetro de corrimiento al rojo z y la velocidad de recesión de la galaxia.

Datos del Problema:

- $\lambda_0 = 656.3 \text{ nm}$
- $\lambda' = 708.8 \text{ nm}$
- Velocidad de la luz: $c = 3.00 \times 10^5 \text{ km/s}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 19 Flujiometría Doppler en la Arteria Carótida

Un transductor médico emite ultrasonido a $f_0 = 5.0 \text{ MHz}$ sobre la arteria carótida con un ángulo de insonación de $\theta = 60^\circ$. La velocidad del sonido en tejido biológico es $c_t = 1540 \text{ m/s}$. Si se mide un desfase Doppler de $\Delta f = 2600 \text{ Hz}$, calcula la velocidad del flujo sanguíneo.

Datos del Problema:

- $f_0 = 5.0 \times 10^6 \text{ Hz}$
- $\theta = 60^\circ \implies \cos(60^\circ) = 0.500$
- $c_t = 1540 \text{ m/s}$
- $\Delta f = 2600 \text{ Hz}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 20 Batimientos Producidos por Dos Fuentes Móviles Opuestas

Dos diapasones idénticos de 440 Hz se mueven en sentidos contrarios alejándose entre sí a 3.0 m/s cada uno. Un observador quieto en medio de ambos escucha las dos fuentes. ¿Qué batimiento percibe? ¿Y si el observador estuviera en el extremo exterior?

Datos del Problema:

- Ambas fuentes se alejan a la misma velocidad del observador central: $v_{s1} = v_{s2} = 3.0 \text{ m/s}$
- Frecuencia percibida de ambas: $f'_1 = f'_2 = 440(340/343)$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 21 Tren Pitando en la Entrada de un Túnel con Muro Ciego

Un tren ingresa a un túnel con velocidad $v_s = 20 \text{ m/s}$ sonando su silbato a 500 Hz. Al fondo del túnel hay una pared ciega que refleja el sonido. Calcula la frecuencia que escucha el maquinista del tren proveniente del eco de la pared (sonido a 340 m/s).

Datos del Problema:

- La pared recibe: $f_{pared} = 500(340/(340 - 20)) = 500(340/320) = 531.25 \text{ Hz}$
- El maquinista se acerca a la pared receptora: $v_o = 20 \text{ m/s}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 22 Efecto Doppler Relativista Longitudinal

Una sonda espacial se aproxima a la Tierra a una velocidad relativista de $v = 0.60c$ transmitiendo señales de radio a $f_0 = 100 \text{ MHz}$. Calcula la frecuencia que captan las antenas en la Tierra considerando la dilatación temporal de Einstein.

Datos del Problema:

- Velocidad de la nave: $\beta = v/c = 0.60$
- Frecuencia propia: $f_0 = 100 \text{ MHz}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 23 Efecto Doppler Transversal Relativista

La misma nave espacial ($v = 0.60c$, $f_0 = 100 \text{ MHz}$) pasa por el punto de máxima aproximación, donde la línea visual es perpendicular a su trayectoria ($\theta = 90^\circ$). ¿Qué frecuencia se recibe en la Tierra en ese instante?

Datos del Problema:

- En $\theta = 90^\circ$, no hay componente de velocidad radial clásica.
- Factor de Lorentz: $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-0.36}} = \frac{1}{0.80} = 1.25$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 24 Cruce de Dos Vehículos con Velocidad Oblicua

Un tren que viaja a 30 m/s hacia el norte pita a 500 Hz . En una vía paralela a 60 m de distancia, un tren viaja hacia el sur a 20 m/s . Encuentra la frecuencia percibida en el instante en que la distancia mutua es de 100 m antes de cruzarse (sonido a 340 m/s).

Datos del Problema:

- Distancia transversal: $d = 60 \text{ m}$
- Distancia directa: $r = 100 \text{ m}$
- Separación longitudinal: $x = \sqrt{100^2 - 60^2} = 80 \text{ m}$
- Coseno del ángulo común: $\cos(\theta) = 80/100 = 0.80$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**

Ejercicio 25 Proyectil Supersónico y Llegada del Estampido (Problema Olímpico)

Un francotirador dispara una bala a velocidad supersónica constante de 850 m/s contra un blanco situado a 850 m . Un observador ubicado cerca del blanco escucha el chasquido de la bala al pasar y, posteriormente, el sonido del disparo procedente del rifle. Si $v = 340 \text{ m/s}$, calcula el intervalo de tiempo Δt entre el impacto de la bala y la llegada del sonido del cañón.

Datos del Problema:

- Distancia: $D = 850 \text{ m}$
- Velocidad de la bala: $v_b = 850 \text{ m/s}$
- Velocidad del sonido: $v = 340 \text{ m/s}$

**¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **\$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Doppler y Ondas Sonoras**