

Engaging Physics Tutoring

Lektion 12

Stehende Wellen
Beugung
Dopplereffekt

Aufgaben

Auf der Jagd

Auf der Jagd



Fledermäuse verwenden das Echo ihrer Schreie im Ultraschall-Bereich, um sich bei Nacht zu orientieren und Beute zu finden.

Schallgeschwindigkeit:

$$c = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Einige Arten benutzen auch den Dopplereffekt. Die Hufeisennase passt beim Anflug ihren langen Ruf so an, dass das Echo mit einer Frequenz von etwa 82 kHz zurückkommt (entsprechend ihrem Hörmaximum).

Fragen: Bei welcher Frequenz muss eine Hufeisennase schreien, wenn sie an einem Ast hängt und sich ein Falter mit 5 m/s auf sie zubewegt?

Wie lange ist die Schallwelle, die sie ausstösst?

Bei welcher Frequenz muss eine Hufeisennase schreien, wenn sie an einem Ast hängt und sich ein Falter mit 5 m/s auf sie zubewegt?

Die gesuchte Frequenz sei ν_0

A) Fledermaus \Rightarrow Falter

B) Falter \Rightarrow Fledermaus

gegeben:

$$c = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\nu'' = 82 \text{ kHz}$$

$$v_{\text{rel}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Bei welcher Frequenz muss eine Hufeisennase schreien, wenn sie an einem Ast hängt und sich ein Falter mit 5 m/s auf sie zubewegt?

Die gesuchte Frequenz sei ν_0

A) **Fledermaus** \Rightarrow **Falter** Quelle in Ruhe, Empfänger in Bewegung

B) **Falter** \Rightarrow **Fledermaus** Quelle in in Bewegung, Empfänger in Ruhe

gegeben:

$$c = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\nu'' = 82 \text{ kHz}$$

$$v_{\text{rel}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Bei welcher Frequenz muss eine Hufeisennase schreien, wenn sie an einem Ast hängt und sich ein Falter mit 5 m/s auf sie zubewegt?

Die gesuchte Frequenz sei ν_0

A) Fledermaus \Rightarrow Falter Quelle in Ruhe, Empfänger in Bewegung

Beim Falter kommt die folgende Frequenz an: $\nu' = \nu_0 \left(1 + \frac{v}{c} \right)$

B) Falter \Rightarrow Fledermaus Quelle in in Bewegung, Empfänger in Ruhe

Die Fledermaus hört die Frequenz: $\nu'' = \frac{\nu'}{\left(1 - \frac{v}{c} \right)}$

gegeben:

$$c = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\nu'' = 82 \text{ kHz}$$

$$v_{\text{rel}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Bei welcher Frequenz muss eine Hufeisennase schreien, wenn sie an einem Ast hängt und sich ein Falter mit 5 m/s auf sie zubewegt?

Die gesuchte Frequenz sei ν_0

A) Fledermaus \Rightarrow Falter Quelle in Ruhe, Empfänger in Bewegung

Beim Falter kommt die folgende Frequenz an: $\nu' = \nu_0 \left(1 + \frac{v}{c} \right)$

B) Falter \Rightarrow Fledermaus Quelle in in Bewegung, Empfänger in Ruhe

Die Fledermaus hört die Frequenz: $\nu'' = \frac{\nu'}{\left(1 - \frac{v}{c} \right)}$

gegeben:

$$c = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\nu'' = 82 \text{ kHz}$$

$$v_{\text{rel}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\nu'' = \nu_0 \frac{\left(1 + \frac{v}{c} \right)}{\left(1 - \frac{v}{c} \right)}$$

Bei welcher Frequenz muss eine Hufeisennase schreien, wenn sie an einem Ast hängt und sich ein Falter mit 5 m/s auf sie zubewegt?

$$\nu'' = \nu_0 \frac{\left(1 + \frac{v}{c}\right)}{\left(1 - \frac{v}{c}\right)}, \text{ also gilt für die ausgestossene Frequenz}$$

$$\nu_0 =$$

Wellenlänge der von ihr ausgestossenen Schallwelle: $\lambda_0 =$

gegeben:

$$c = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\nu'' = 82 \text{ kHz}$$

$$v_{\text{rel}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Bei welcher Frequenz muss eine Hufeisennase schreien, wenn sie an einem Ast hängt und sich ein Falter mit 5 m/s auf sie zubewegt?

$$\nu'' = \nu_0 \frac{\left(1 + \frac{v}{c}\right)}{\left(1 - \frac{v}{c}\right)}, \text{ also gilt für die ausgestossene Frequenz}$$

$$\nu_0 = \nu'' \frac{\left(1 - \frac{v}{c}\right)}{\left(1 + \frac{v}{c}\right)} = 79.6 \text{ kHz}$$

Auf dieser Frequenz hört die Fledermaus schon deutlich schlechter. Also wird ihr Signal nicht so stark von ihrem eigenen Ton gestört.

Wellenlänge der von ihr ausgestossenen Schallwelle:

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} = \frac{343 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{79600 \text{ Hz}} = 4.3 \text{ mm}$$

gegeben:

$$c = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\nu'' = 82 \text{ kHz}$$

$$v_{\text{rel}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Auf der Jagd - Exkurs



Problem:

Wie kann die Fledermaus zwischen einem fliegenden Falter und einem im Wind fliegenden Blatt unterscheiden?



Überlebensstrategie:

Viele Falter können das Geschrei der Fledermaus hören.
Was kann der Falter tun, um nicht erwischt zu werden?

Auf der Jagd - Exkurs



Problem:

Wie kann die Fledermaus zwischen einem fliegenden Falter und einem im Wind fliegenden Blatt unterscheiden?

Durch die bewegten Flügel wird die Tonhöhe bei einem Teil des reflektierten Schalls zeitlich verändert. Hört die Fledermaus einen schnell schwingenden Ton, schlägt sie zu.

Überlebensstrategie:

Viele Falter können das Geschrei der Fledermaus hören. Was kann der Falter tun, um nicht erwischt zu werden?

Auf der Jagd - Exkurs



Problem:

Wie kann die Fledermaus zwischen einem fliegenden Falter und einem im Wind fliegenden Blatt unterscheiden?

Durch die bewegten Flügel wird die Tonhöhe bei einem Teil des reflektierten Schalls zeitlich verändert. Hört die Fledermaus einen schnell schwingenden Ton, schlägt sie zu.

Überlebensstrategie:

Viele Falter können das Geschrei der Fledermaus hören. Was kann der Falter tun, um nicht erwischt zu werden?

Flügel einklappen und nur eine konstante Frequenz reflektieren!