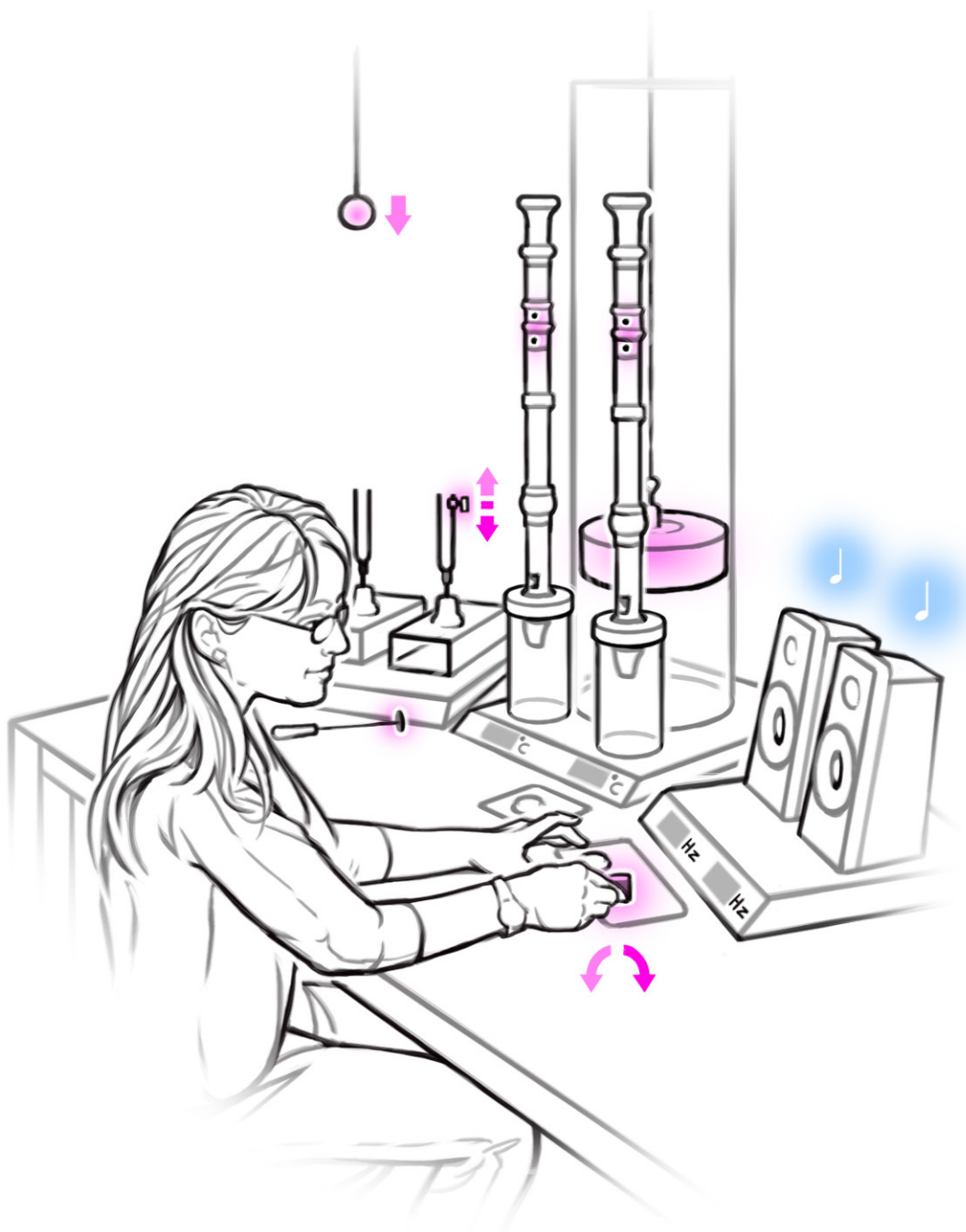




Schwebung



Wie stimmt man
Musikinstrumente
aufeinander ab?



Was tun und beobachten:

- Schlagen Sie nacheinander die beiden Stimmgabeln mit dem Gummihammer an. Eine Stimmgabel hat ein Zusatzgewicht. Was hören Sie? Fällt Ihnen etwas auf?
- Ziehen Sie an der Schnur und blasen Sie so Luft durch die beiden Flöten. Decken Sie nur an einer Flöte ein weiteres Loch der oberen Löcher ab. Was hören Sie nun?
- Stellen Sie bei den Frequenzgeneratoren ungefähr dieselbe Frequenz ein. Was hören Sie hier?

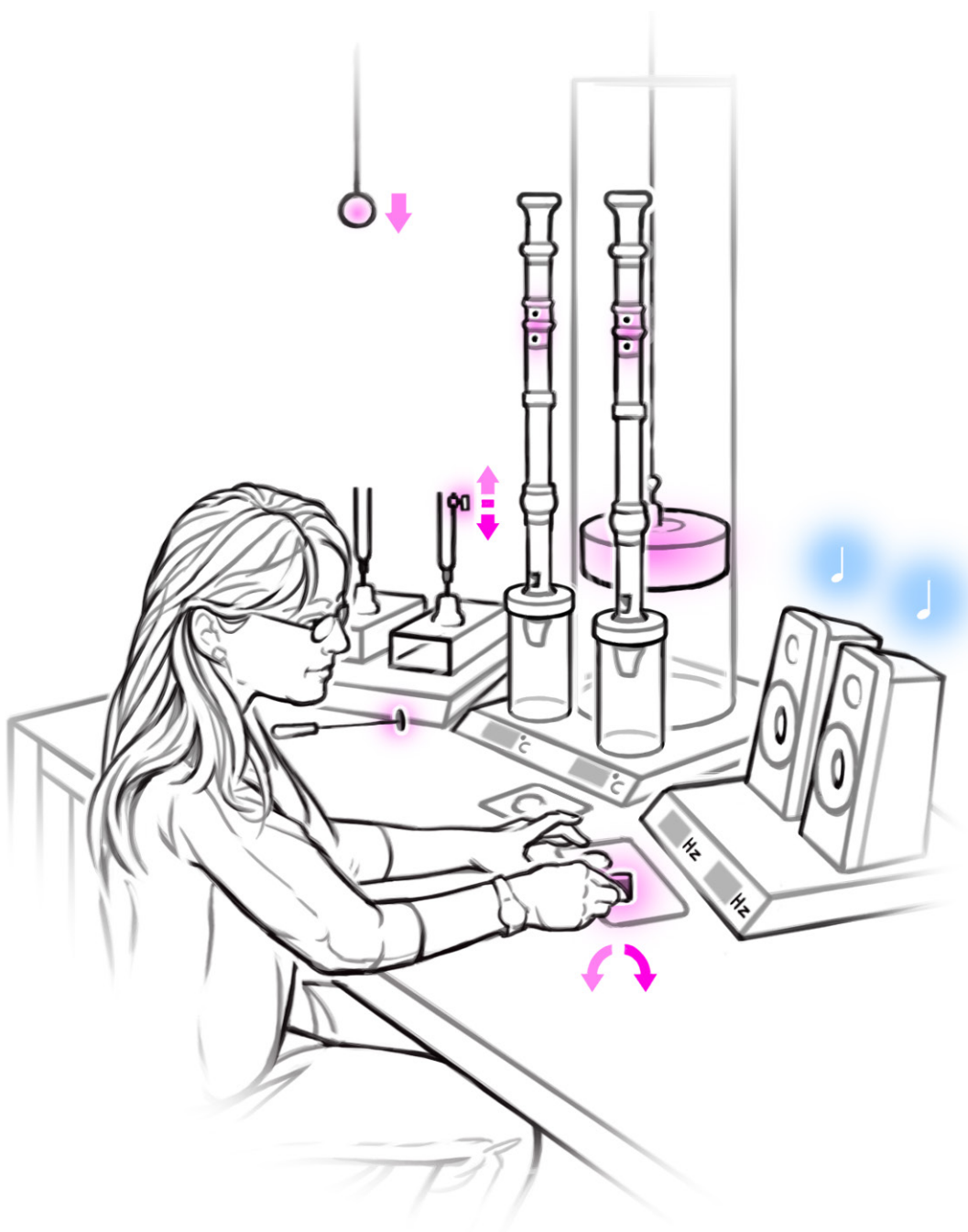
Wer mehr wissen möchte:

lesen Sie den Zusatztext



Schwebung

Wie stimmt man
Musikinstrumente
aufeinander ab?



Was tun und beobachten:

- Schlagen Sie nacheinander die beiden Stimmgabeln mit dem Gummihammer an. Eine Stimmgabel hat ein Zusatzgewicht. Was hören Sie? Fällt Ihnen etwas auf?
- Ziehen Sie an der Schnur und blasen Sie so Luft durch die beiden Flöten. Decken Sie nur an einer Flöte ein weiteres Loch der oberen Löcher ab. Was hören Sie nun?
- Stellen Sie bei den Frequenzgeneratoren ungefähr dieselbe Frequenz ein. Was hören Sie hier?

Wer mehr wissen möchte:





Schwebung

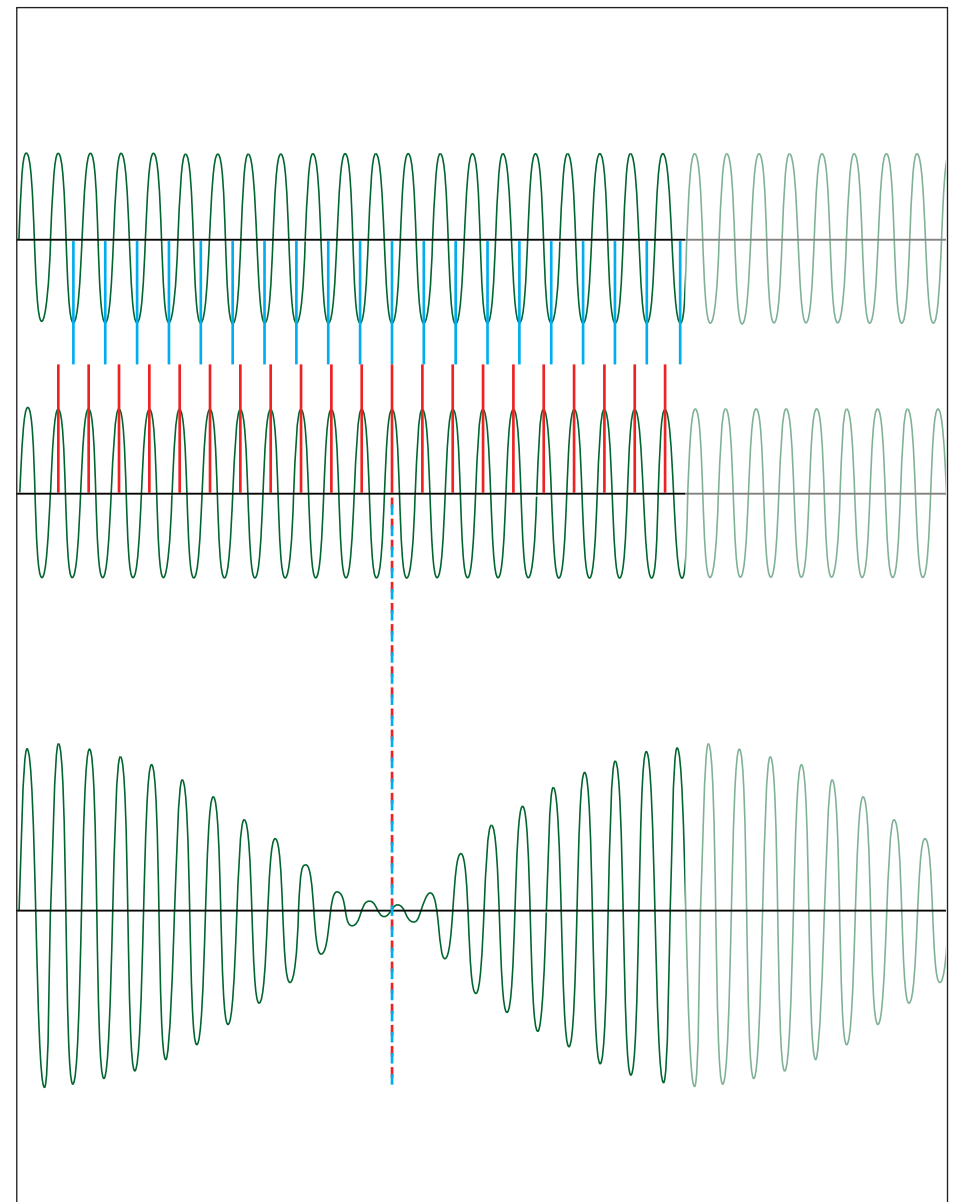
Wer mehr wissen möchte

Sind zwei Instrumente leicht verstimmt und spielen Sie z.B. den Kammerton A mit 440 Hz und 442 Hz, entsteht ein Ton von 441 Hz, dessen Lautstärke zweimal pro Sekunde auf- und abschwilt – eine Schwebung. Die Instrumente werden so lange gestimmt, bis der eigene Ton und der Stimmtton sich gegenseitig unterstützen und es keine Lautstärkeänderungen mehr gibt.

Werden zwei gleiche Wellen überlagert, so können sie sich gegenseitig unterstützen, falls sie vollkommen identisch und nicht gegeneinander verschoben sind. Man nennt das konstruktive Interferenz. Da die maximale Auslenkung (Amplitude) bei einer Schallwelle ein Mass für die Lautstärke ist, wird der Ton bei konstruktiver Interferenz lauter.

Sind die beiden Wellen gegeneinander so verschoben, dass auf eine positive Auslenkung der einen Welle die genau gleich grosse negative Auslenkung der anderen Welle trifft, löschen sie sich aus. Das nennt man destruktive Interferenz. Die Lautstärke wird dann Null.

Haben nun die beiden Wellen leicht unterschiedliche Frequenzen, so wechselt der Zustand von konstruktiver Interferenz bis zu gegenseitiger Auslöschung. Die Lautstärke des Mischtones nimmt periodisch zu und ab. Dieses Phänomen bezeichnet man als Schwebung.



Beispiel zu Interferenz: Die Lautstärke des Mischtones nimmt hier periodisch ab und zu.

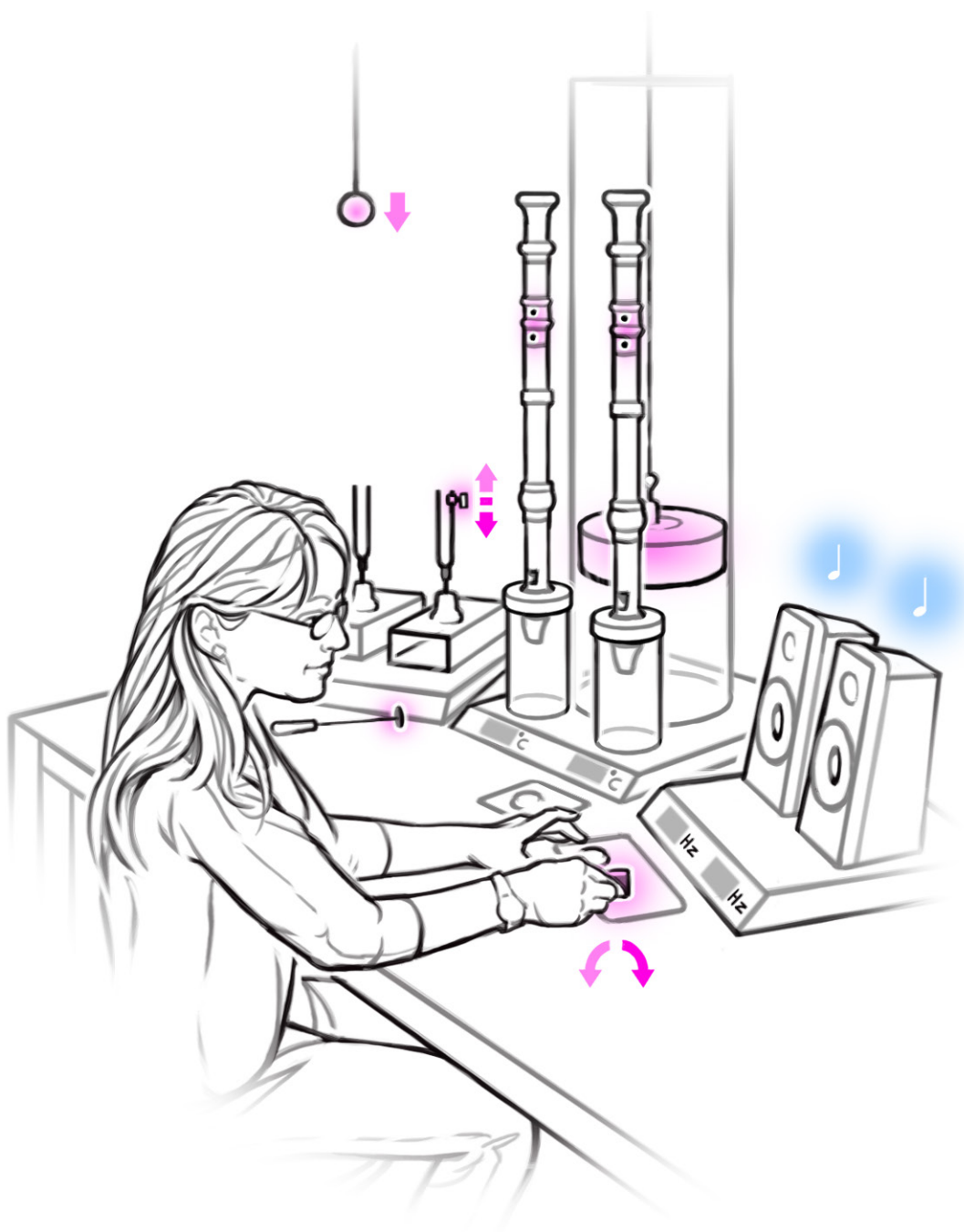
Was tun und beobachten:





Beats

How are musical instruments tuned together?



To do and observe:

- *Strike the two tuning forks, one after the other, with the rubber hammer. One tuning fork has an additional weight. What do you hear – anything unusual?*
- *Pull on the cord so that air is blown through the two recorders. Now block one of the uppermost holes on **one** of the instruments. What do you now hear?*
- *Now tune the two audio frequency generators to approximately the same frequency. What do you hear?*

Want to know more?





Beats



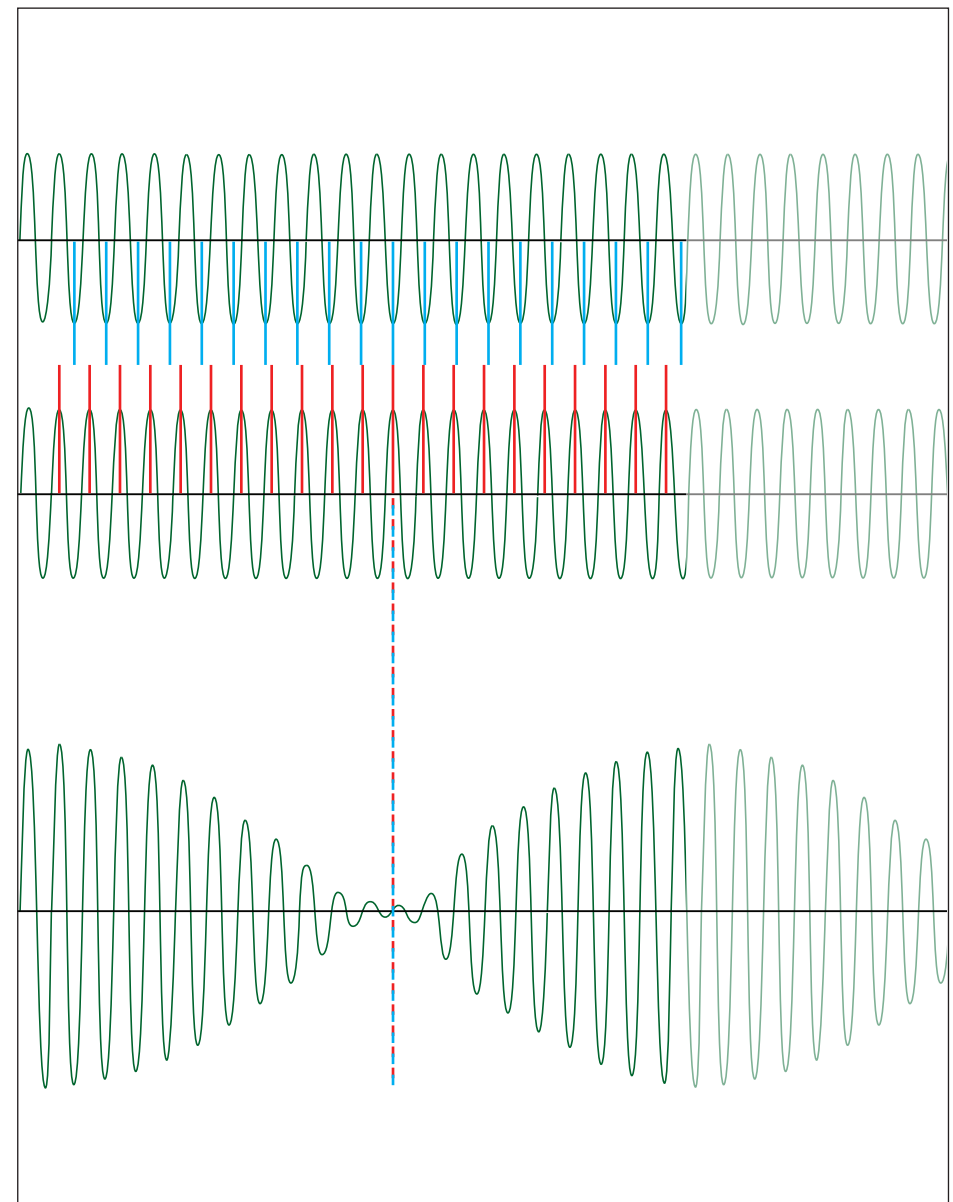
Want to know more?

If two instruments are slightly out of tune, e.g. one is playing concert A (440 Hz) and the other 442 Hz, you hear a note of 441 Hz whose loudness varies twice a second – called “beats”. Instruments are adjusted until their own sound waves coincide with and support the correct note, and no longer produce any variations in loudness.

When two identical waves overlap in-step, they can support each other, as their “crests” overlap and their “troughs” overlap. This is called constructive interference, and for sound waves, which are pressure variations in the air, these overlapping waves produce double the pressure changes, and hence a louder note.

If, however, the two identical waves overlap out-of-step, the “crests” of one overlapping the “troughs” of the other, they cancel one another out so no sound is heard in this case, and this is called destructive interference.

Now if the two waves have slightly different frequencies, the two situations above repeat at a rate equal to the frequency difference, changing from constructive to destructive interference, making the loudness at your ear of the average frequency note vary regularly from loud to soft. This is the phenomenon of “beats”.



Example of interference: The volume of the average frequency note increases and decreases periodically.

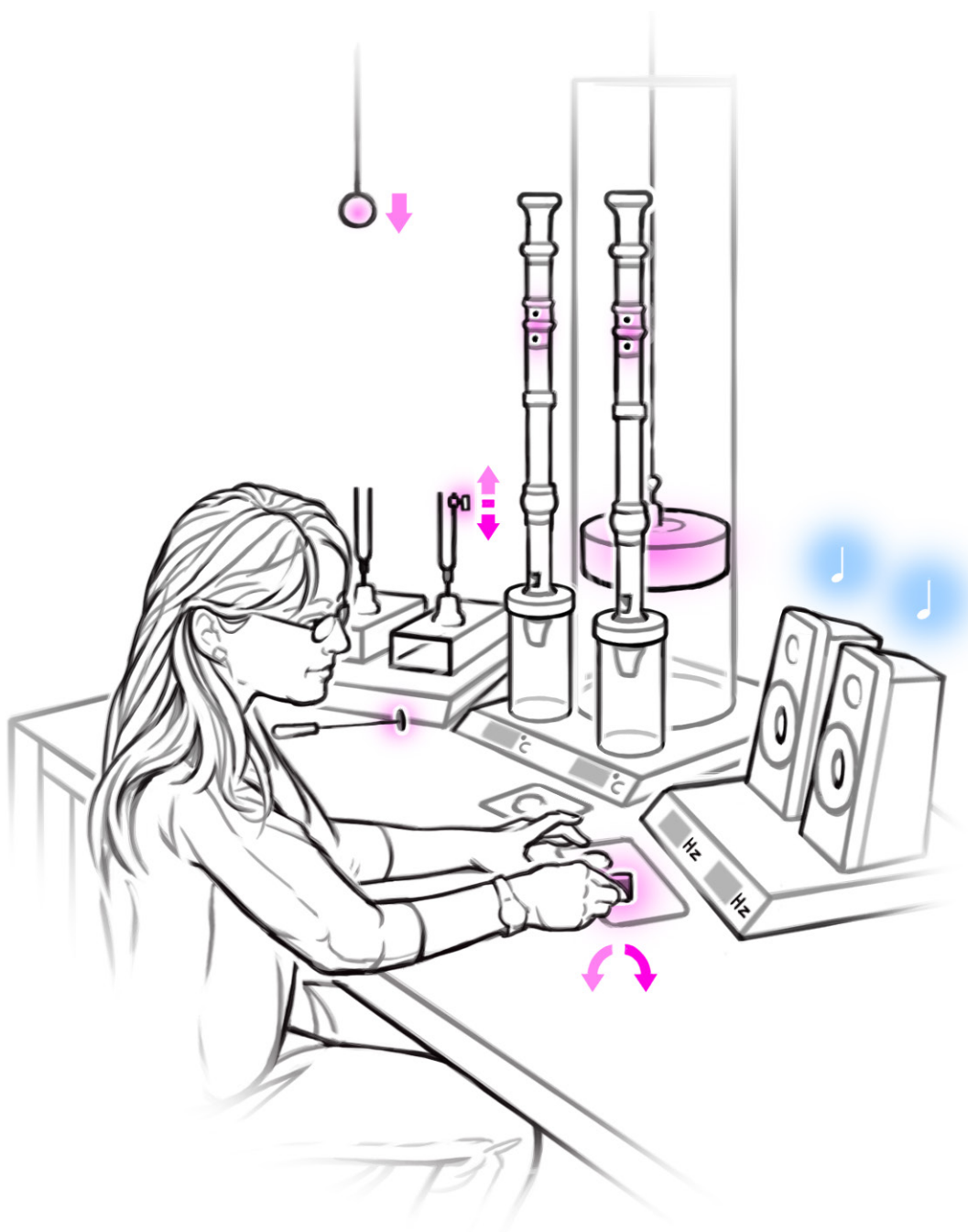
To do and observe:





Battement

Comment accorder des instruments de musique les uns aux autres?



A vous de jouer:

- *Faites résonner les deux diapasons l'un à la suite de l'autre avec le marteau en caoutchouc. L'un d'eux possède un poids supplémentaire. Qu'entendez-vous? Remarquez-vous quelque chose?*
- *Tirez la ficelle et insufflez ainsi de l'air aux deux flûtes. Sur l'une d'elles, recouvrez un trou supplémentaire parmi les trous supérieurs. Qu'entendez-vous désormais?*
- *Réglez à peu près la même fréquence sur le générateur de fréquences. Qu'entendez-vous?*

Pour en savoir plus:





Battement

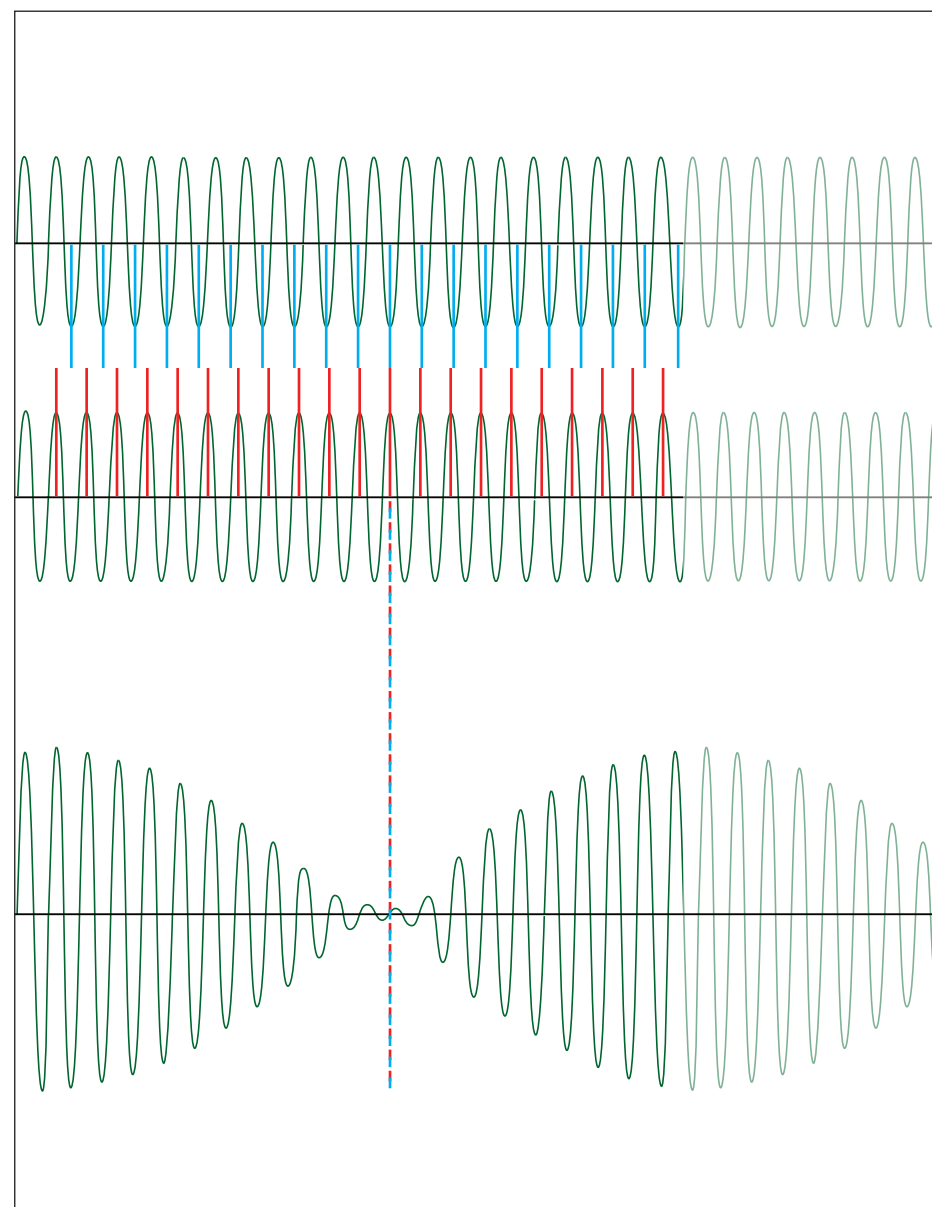
Pour en savoir plus

Si deux instruments sont légèrement désaccordés et jouent par exemple le la à 440 Hz et 442 Hz, le son résultant est de 441 Hz. Son intensité augmente et diminue deux fois par seconde pour former une vibration. Les instruments sont accordés aussi longtemps que le son d'un instrument et le son du diapason se soutiennent réciproquement et qu'il n'a pas de différence d'intensité.

Si deux ondes identiques sont superposées, elles peuvent se soutenir mutuellement. Si elles sont parfaitement semblables et ne s'opposent pas, ce phénomène est appelé interférence constructive. Comme l'amplitude maximale pour une onde sonore sert à mesurer le volume, le son est plus fort lors de l'interférence constructive.

Si les deux ondes s'opposent réciproquement de telle sorte qu'un écart positif d'une onde rencontre un écart négatif exactement aussi grand de l'autre onde, elles s'annulent. Ce phénomène est appelé interférence destructive. Le volume est alors égal à zéro.

Si les deux ondes ont des fréquences légèrement différentes, l'état passe de l'interférence constructive à l'annulation réciproque. Le volume sonore résultant augmente et diminue périodiquement. En musique, on appelle ce phénomène battement.



Exemple d'interférence: L'intensité du son résultant augmente et diminue périodiquement.

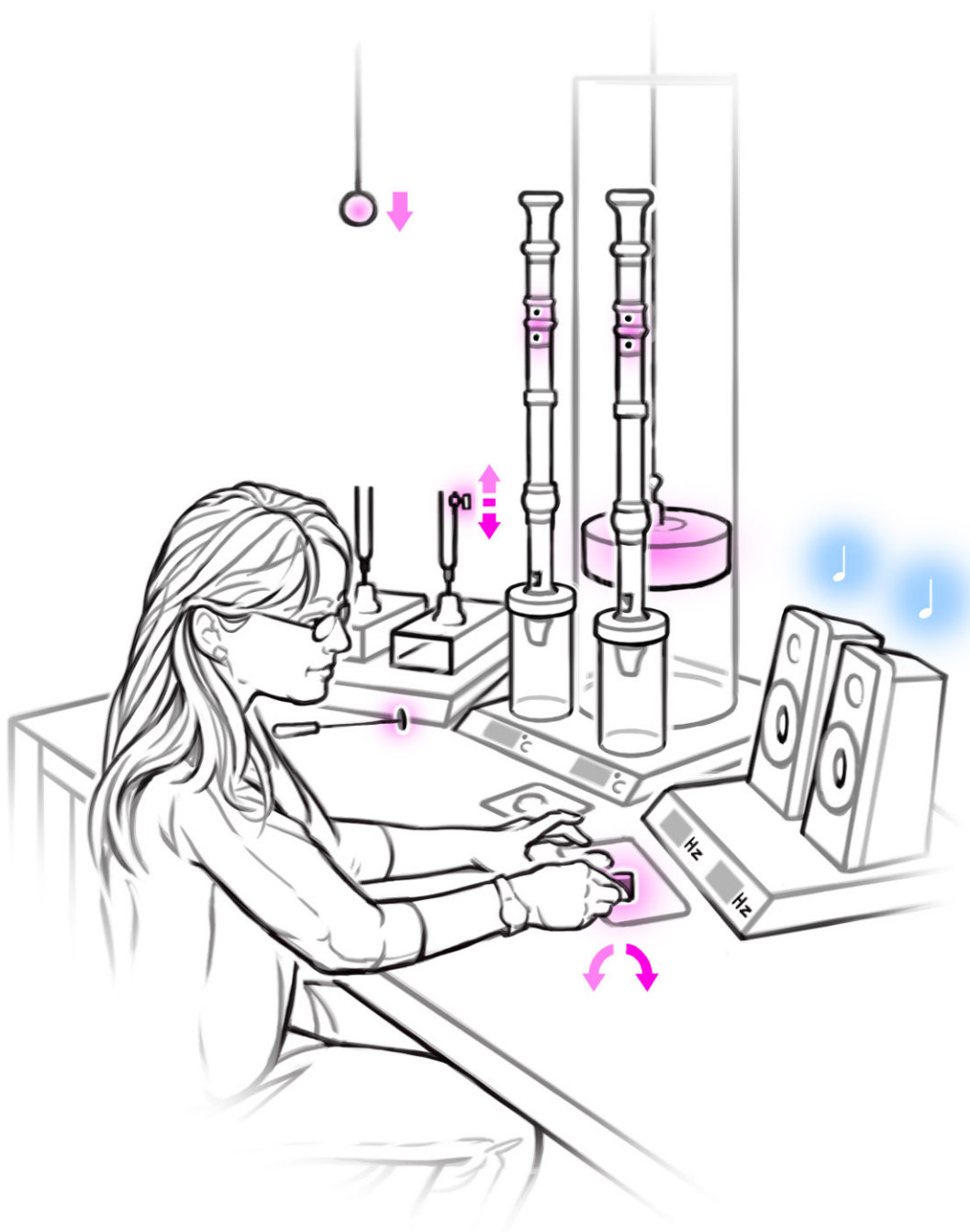
A vous de jouer:





Battimenti

Come si accordano
fra loro gli strumenti
musicali?



Che cosa fare e osservare:

- Con il martelletto di gomma, percuotete l'uno dopo l'altro i diapason. A uno dei due è stato applicato un peso. Che cosa sentite? Notate qualcosa?
- Tirate il cordino e pompate così dell'aria nei due flauti. Provate a premere solo uno dei fori superiori di uno dei due flauti? Che cosa sentite ora?
- Provate a riprodurre lo stesso suono con il generatore di frequenza. Che cosa sentite qui?

Vuole saperne di più?





Battimenti

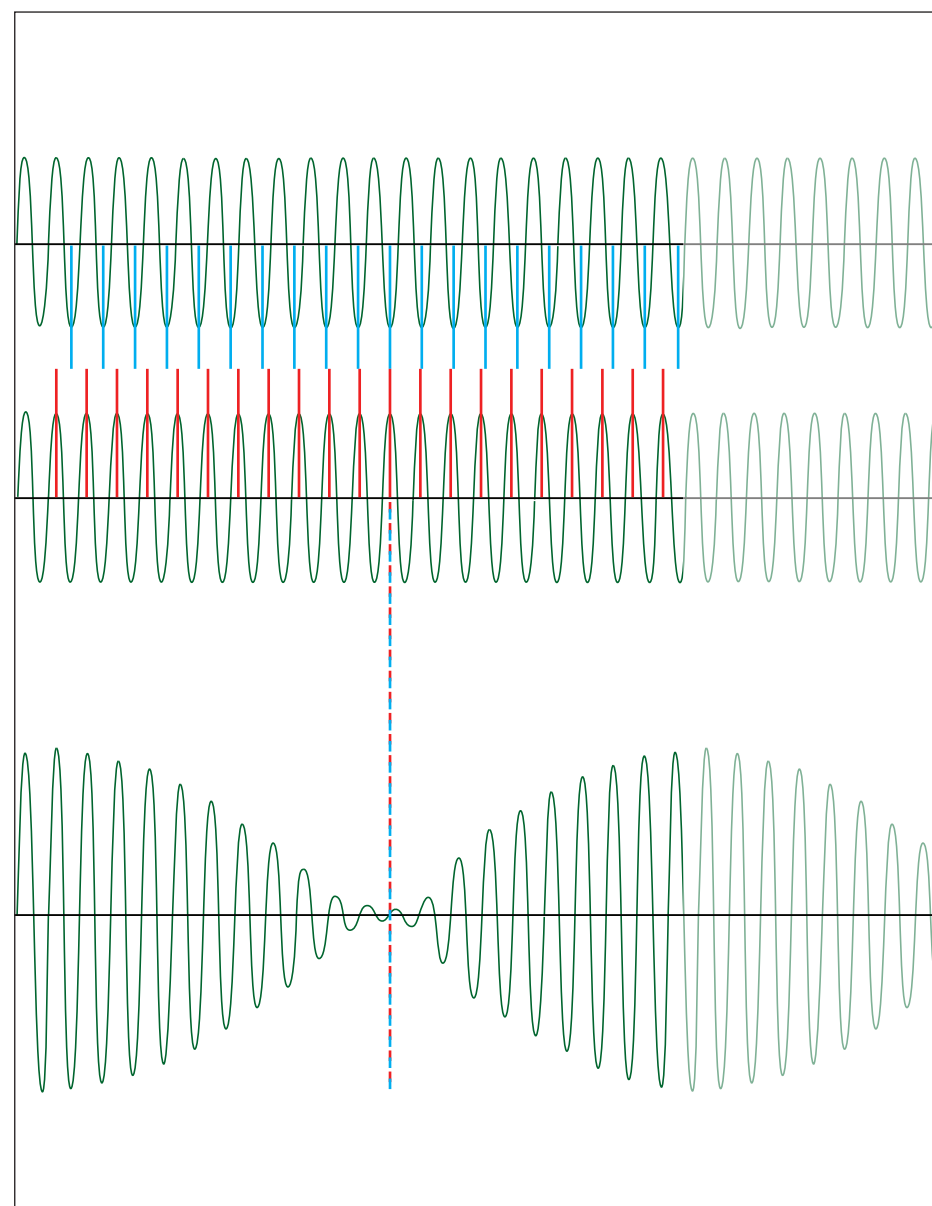
Vuole saperne di più?

Quando due strumenti sono leggermente scordati e per esempio suonano uno con il La a 440 Hz e l'altro con il La a 442 Hz, ne risulta un suono di 441 Hz, il cui volume aumenta e diminuisce due volte al secondo: è quello che si chiama un battimento. Gli strumenti vengono accordati fino ad eliminare ogni possibile fonte di battimento, in modo che il suono del diapason e quello prodotto dallo strumento coincidano senza variazioni di intensità percepibili.

Quando due onde uguali si sovrappongono, qualora siano perfettamente identiche e in fase, possono sommarsi, sostenendosi a vicenda. Questa è quella che viene chiamata interferenza costruttiva. Dato che l'ampiezza massima di un'onda sonora è una misura del volume del suono prodotto, il suono diventa più forte quando vi è un'interferenza costruttiva.

Se invece le onde sono sfasate l'una rispetto all'altra, in maniera tale che il massimo di ampiezza di un'onda corrisponde al minimo dell'altra, possono anche annullarsi del tutto. Questa è quella che viene chiamata interferenza distruttiva. In questo caso l'intensità del suono può ridursi a zero.

Se infine le due onde hanno frequenze leggermente diverse, il prodotto della loro sovrapposizione varia tra l'interferenza costruttiva e il reciproco annullamento. Il volume del suono così prodotto aumenta e diminuisce periodicamente. Questo è ciò che viene chiamato battimento.



Esempio di interferenza: il volume del suono composto aumenta e diminuisce periodicamente.

Che cosa fare e osservare:

