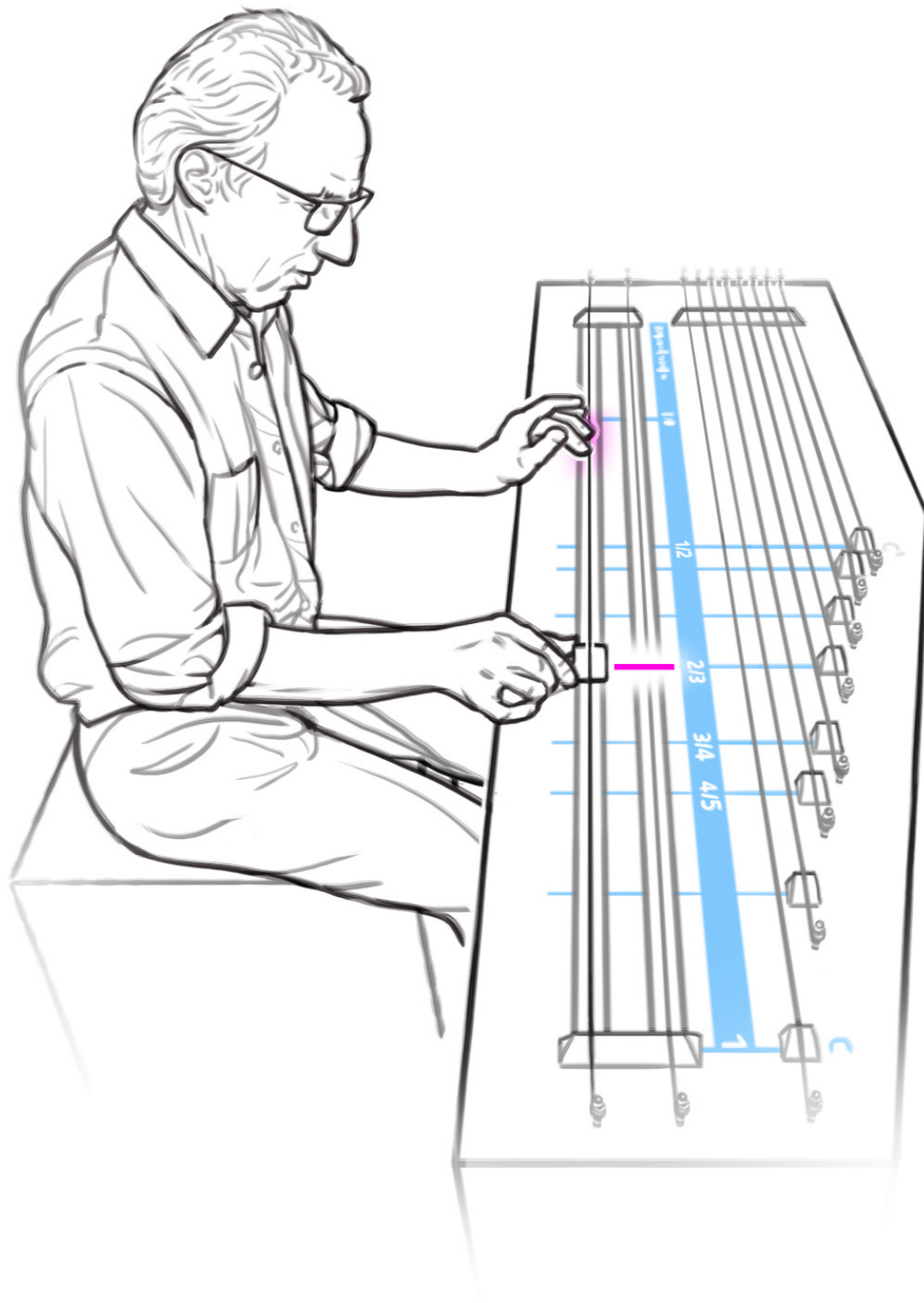




Insaiterwissen

Schon Pythagoras kannte diese Zusammenhänge



Was tun und beobachten:

- Was hören Sie beim Zupfen verschieden langer Saiten?
- Verkürzen Sie mit dem Holzklötzchen eine der unteren Saiten auf $1/2$, $1/3$, $1/4$ und $1/5$ der Länge und zupfen Sie diese. Fällt Ihnen etwas auf?
- Zupfen Sie gleichzeitig zwei der oberen Saiten oder auch unten zwei unterschiedlich lang eingestellte Saiten. Achten Sie auf den Wohlklang.

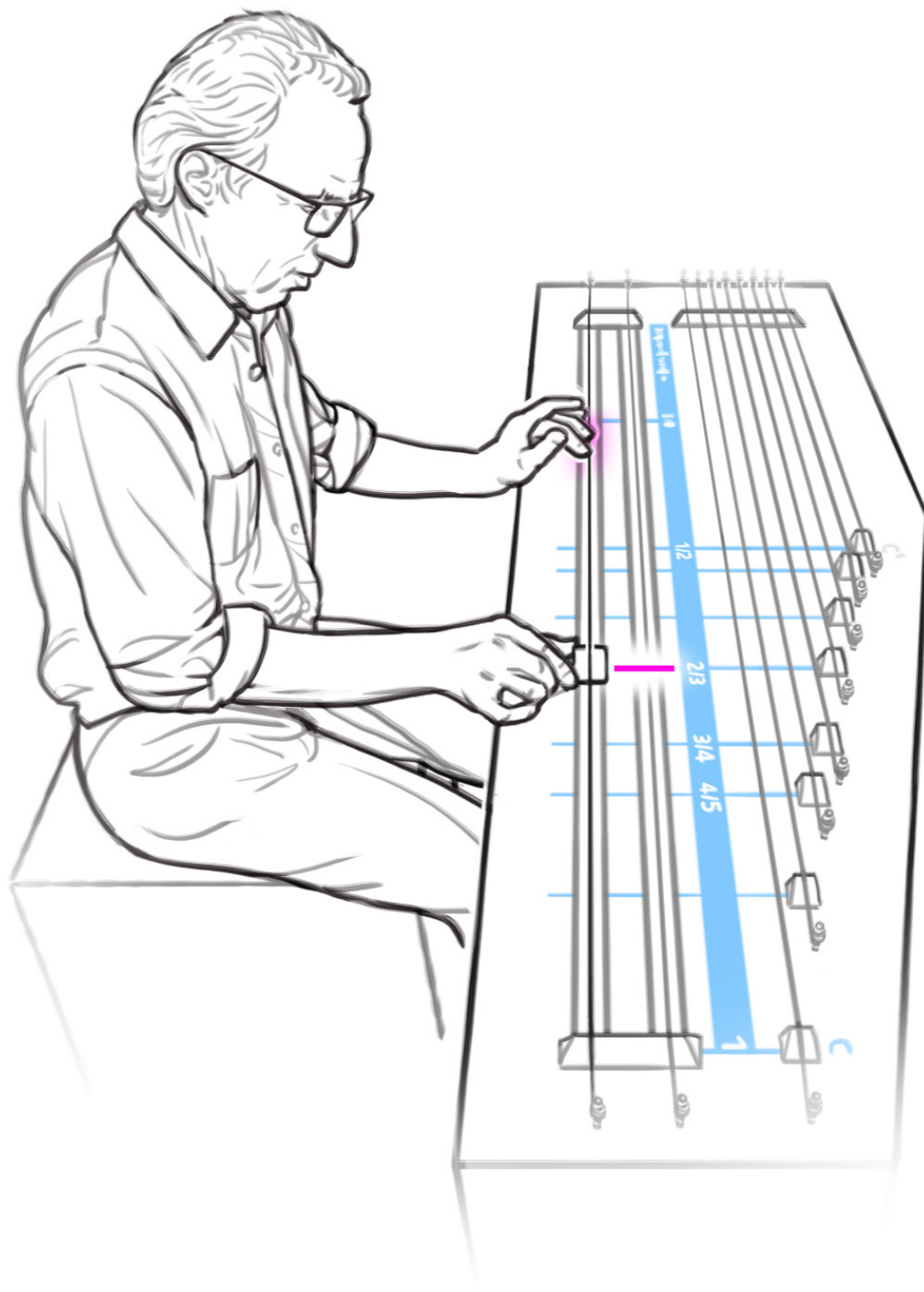
Wer mehr wissen möchte:

lesen Sie den Zusatztext



Insaiterwissen

Schon Pythagoras kannte diese Zusammenhänge



Was tun und beobachten:

- Was hören Sie beim Zupfen verschieden langer Saiten?
- Verkürzen Sie mit dem Holzklötzchen eine der unteren Saiten auf $1/2$, $1/3$, $1/4$ und $1/5$ der Länge und zupfen Sie diese. Fällt Ihnen etwas auf?
- Zupfen Sie gleichzeitig zwei der oberen Saiten oder auch unten zwei unterschiedlich lang eingestellte Saiten. Achten Sie auf den Wohlklang.

Wer mehr wissen möchte:





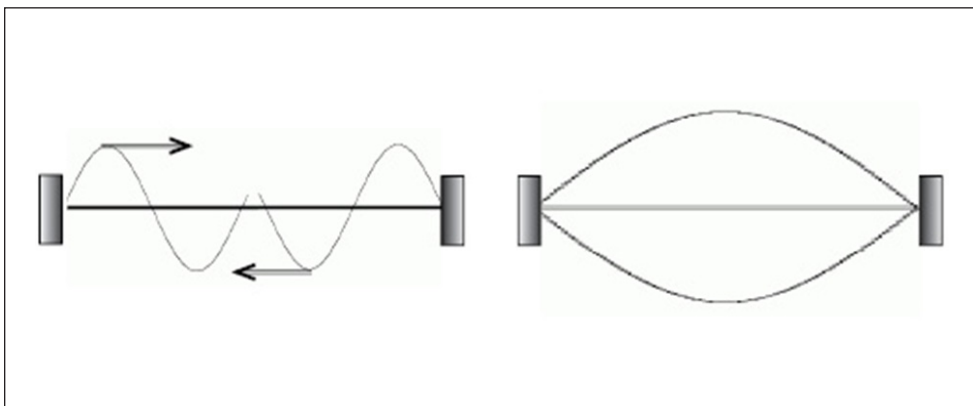
Insaiterwissen

Schon Pythagoras kannte diese Zusammenhänge

Wer mehr wissen möchte

Sie haben sicher festgestellt, dass beim Verkürzen der Saitenlänge die Tonhöhe steigt. Beim sinusförmigen Anregen einer Saite wandern ein „Berg und ein Tal“ mit grosser Geschwindigkeit von einem festen Ende zum andern, werden dort reflektiert und kommen invertiert als Tal und Berg zurück. Der Vorgang wiederholt sich immer wieder nach der gesamten Laufzeit T (hin und zurück). Wählen wir die Anregungszeit (Auf- und Ab-Bewegung) gerade so gross wie die Laufzeit, so entsteht eine stehende Welle oder eine sogenannte Eigenschwingung.

Den Kehrwert der Laufzeit (T) nennt man Frequenz ($f = 1/T$). Sie gibt an, wie oft die Saite in einer Sekunde eine volle Schwingung vollführt.



Wird die Saite nicht sinusförmig angeregt (was praktisch immer der Fall ist), so sind der Grundschiwingung weitere Oberschwingungen überlagert.

Die Frequenzen der Oberschwingungen sind ganzzahlige Vielfache der Grundschiwingung. Ihre Verhältnisse sind umgekehrt proportional zur Saitenlänge. Eine Halbierung der Saitenlänge ergibt eine Verdoppelung der Frequenz.

Die Schwingweite gibt die Lautstärke an. Der Grundton ist folglich immer der lauteste Ton. Grundton und Obertöne passen gut aufeinander und sind folglich wohlklingend.

Aus diesem Grund wurde die harmonische Tonleiter auf der Basis der Obertöne gebildet. Daraus resultieren die reinen Tonintervalle – das sind die Frequenzverhältnisse des entsprechenden Tones zum Grundton der Tonleiter (Sekunde 9:8, Terz 5:4, Quarte 4:3, Quinte 3:2, Sexte 5:3, Septime 15:8, Oktave 2:1)

In der Musik wird darüber hinaus die Frequenzskala auf den Kammerton a mit 440 Hz normiert. Die Frequenzverhältnisse legen dann die Frequenzen aller weiteren Töne der Tonleiter fest.

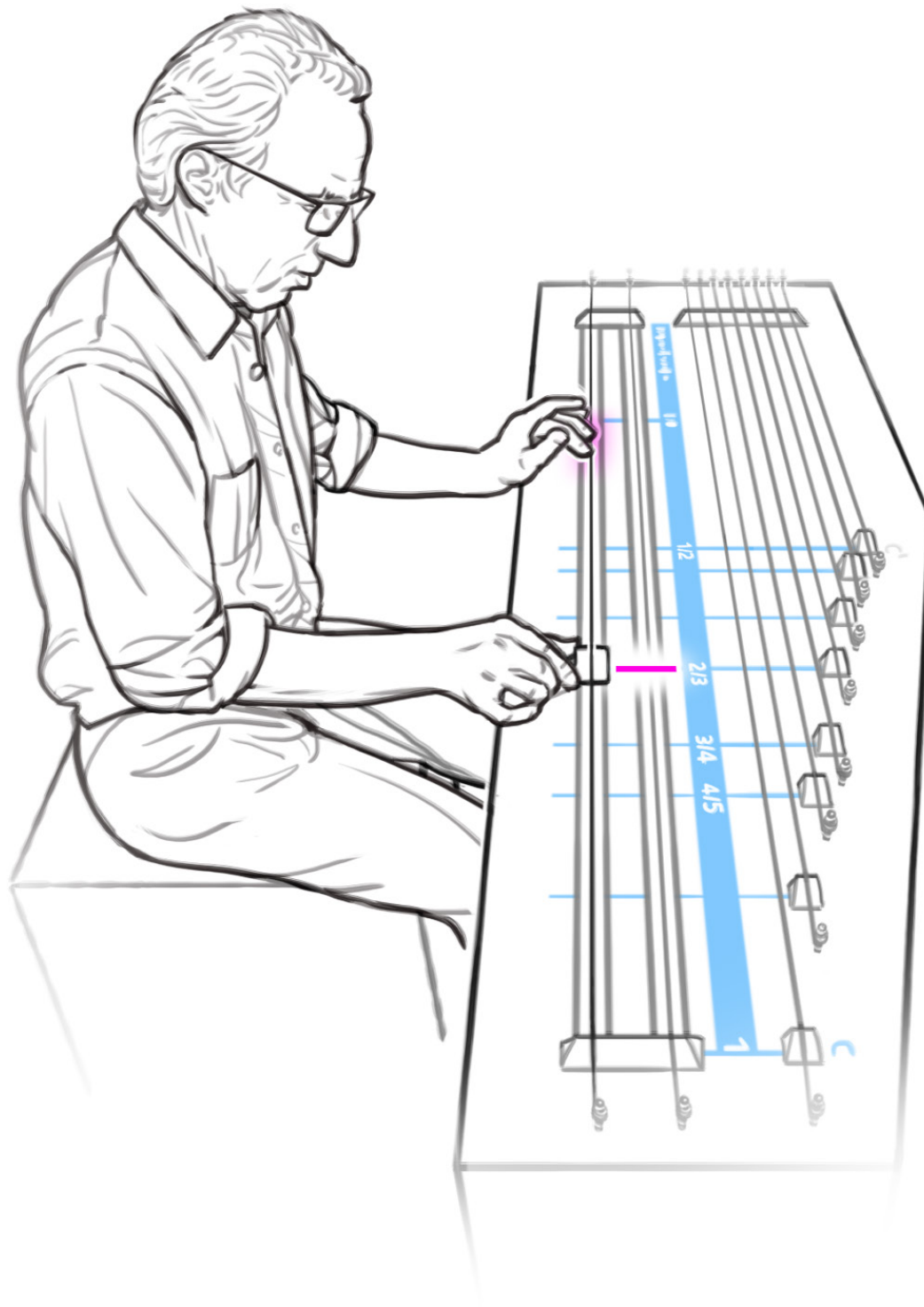
Was tun und beobachten:





String Stuff

Pythagoras knew all about this!



To do and observe:

- *What do you notice when you pluck various lengths of string?*
- *Shorten one of the lower strings with the bridge to the $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ and $\frac{1}{5}$ positions and pluck these lengths. What do you notice?*
- *Pluck two of the upper strings simultaneously or the two lower strings adjusted to different lengths. Notice the various harmonies.*

Want to know more?





String Stuff

Pythagoras knew all about this!

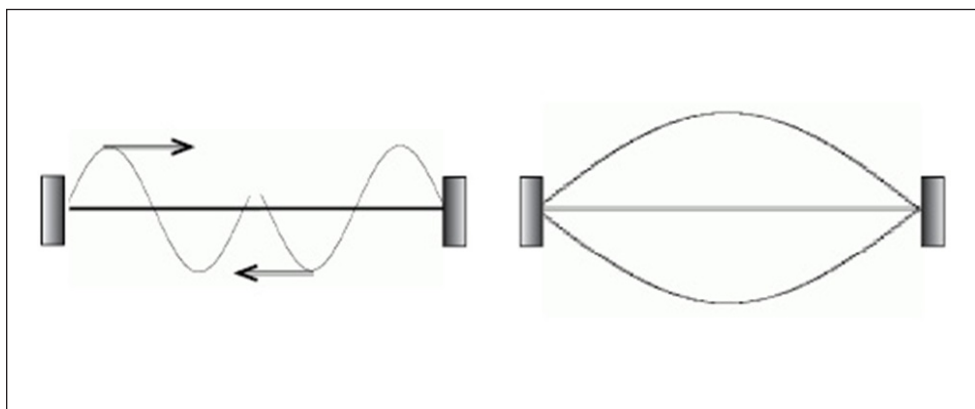


Want to know more?

You are bound to have noticed that shortening the string length raises the pitch of the note.

If the string were set into sine wave vibration, the crest and trough would travel at great speed from one end to the other. Here they would be reflected in inverted form, coming back as trough and crest. This process would then repeat, in a time, T , say, for there and back. If the vibration time (up and down) coincides with the time T , a standing wave pattern is set up, a so-called natural frequency of vibration of the string.

The inverse of T is called the frequency ($f = 1/T$), which is how many complete vibrations the string makes in one second.



If the string's vibrations are not a simple sine wave shape (which is almost always the case), then the basic sine wave is overlain by various harmonics.

The frequencies of the harmonics are whole number multiples of the fundamental frequency described above. Their relationships are in inverse proportion to the string length. A halving of the string length produces a doubling of the frequency.

The amplitude of the vibration determines the loudness. The fundamental note is generally the loudest component, and the fundamental note and the overtones sound in harmony together.

For this reason, the harmonic musical scale is built on the basis of overtones. This results in pure tone intervals – simple frequency relationships of the particular notes relative to the tonic, the lowest note of the scale: (second 9:8, third 5:4, fourth 4:3, fifth 3:2, sixth 5:3, seventh 15:8, octave 2:1.)

In music, the scale is based on the note A (concert pitch) having a frequency of 440 Hz. The frequency relationships then define the frequencies of all the other notes in the scale.

To do and observe:

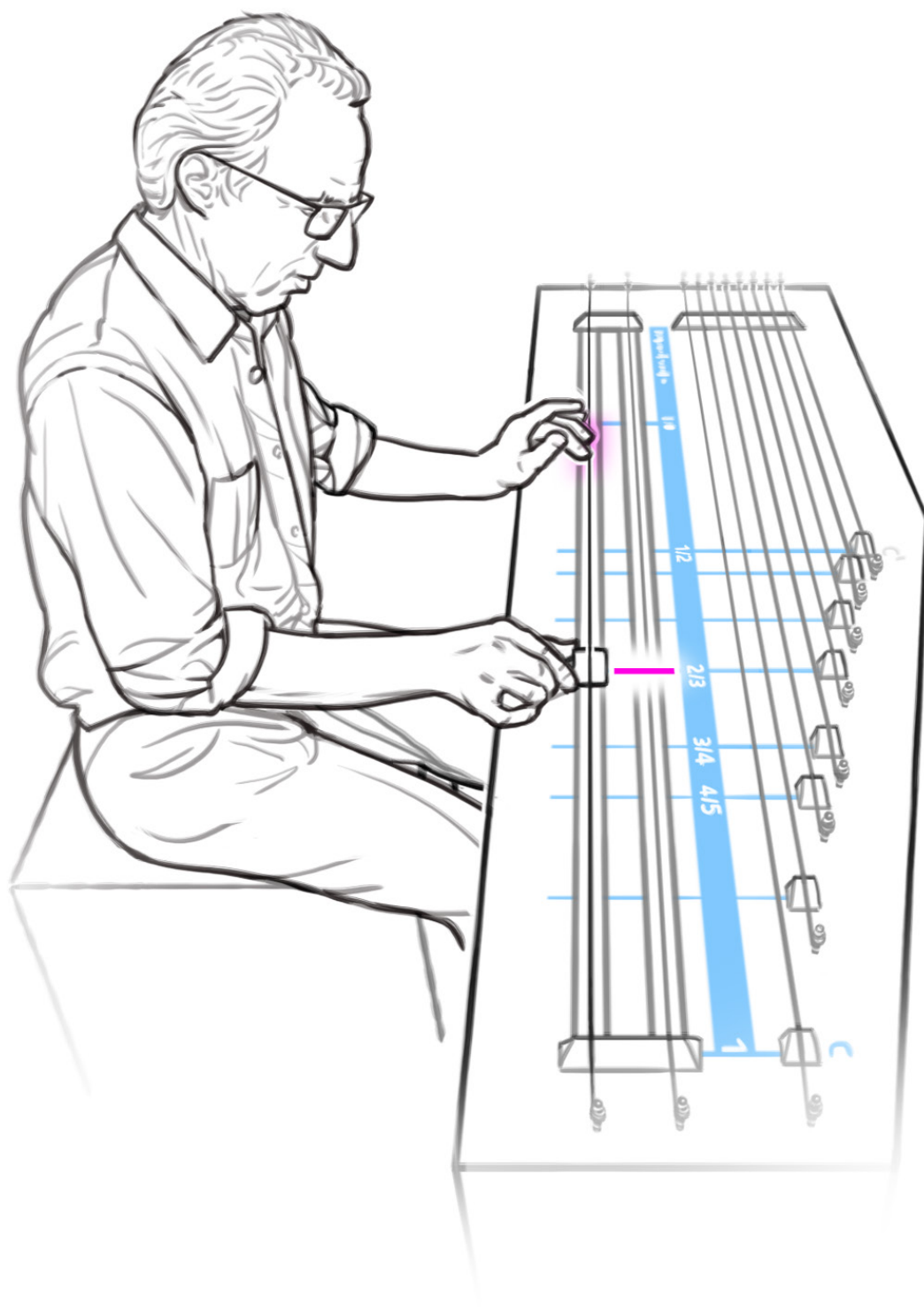




Le secret des cordes



Pythagore connaissait déjà ces relations



A vous de jouer:

- *Qu'entendez-vous lorsque vous pincez différentes cordes?*
- *Raccourcissez à l'aide de la pièce en bois l'une des cordes inférieures à la moitié, au tiers, au quart et au cinquième de sa longueur et pincez-la. Remarquez-vous quelque chose?*
- *Pincez simultanément deux des cordes supérieures ou deux cordes inférieures de longueurs différentes. Prêtez attention à l'harmonie sonore.*

Pour en savoir plus:





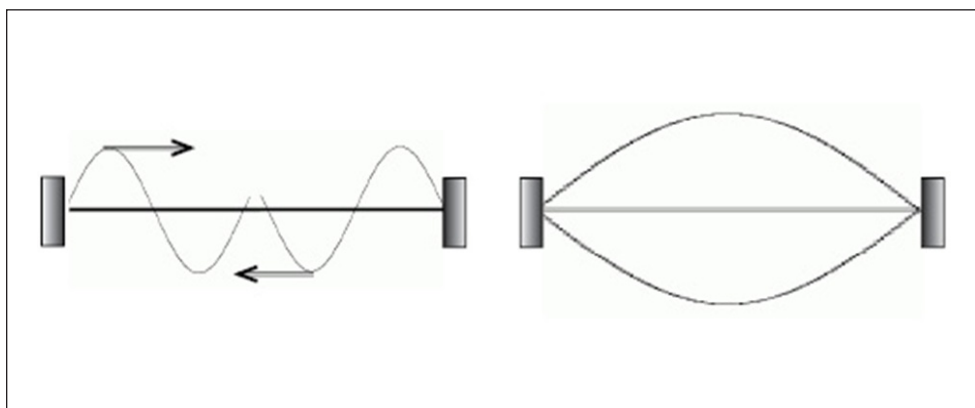
Le secret des cordes

Pythagore connaissait déjà ces relations

Pour en savoir plus

Vous avez probablement remarqué que le son devient plus aigu quand vous raccourcissez la longueur de la corde. Lors de l'excitation sinusoïdale d'une corde, «une crête et un creux» se déplacent à grande vitesse d'une extrémité fixe à l'autre où elle est réfléchi avant de revenir sous une forme inversée de creux et de crête. Le processus se répète constamment au cours de la durée T (aller et retour). Si nous choisissons une période d'excitation (mouvement de haut en bas) exactement égale à T , il se formera une onde stationnaire, également appelée vibration propre.

La valeur réciproque de la durée (T) est appelée fréquence ($f = 1/T$). Elle indique le nombre de vibrations complètes qui se produisent pendant une seconde.



Si la corde n'est pas excitée de manière sinusoïdale (ce qui est presque toujours le cas), la vibration fondamentale se complète d'harmoniques.

Les fréquences des harmoniques sont des multiples entiers de la fréquence fondamentale. Elle est inversement proportionnelle à la longueur de la corde. Si la longueur de la corde est réduite de moitié, la fréquence sera deux fois plus élevée.

L'amplitude de l'oscillation donne l'intensité sonore. Le son fondamental est ainsi toujours le plus fort. Le son fondamental et les partiels s'accordent pour produire un son harmonieux.

C'est pour ce motif que la gamme harmonique a été formée sur la base des partiels. Il en résulte des intervalles purs – qui sont les relations de fréquence des notes correspondant aux notes constitutives de la gamme (seconde 9:8, tierce 5:4, quarte 4:3, quinte 3:2, sixte 5:3, septième 15:8, octave 2:1).

En musique, l'échelle des fréquences se fonde sur la note «la» avec 440 Hz. Les rapports de fréquences déterminent ensuite la fréquence de toutes les autres notes.

A vous de jouer:

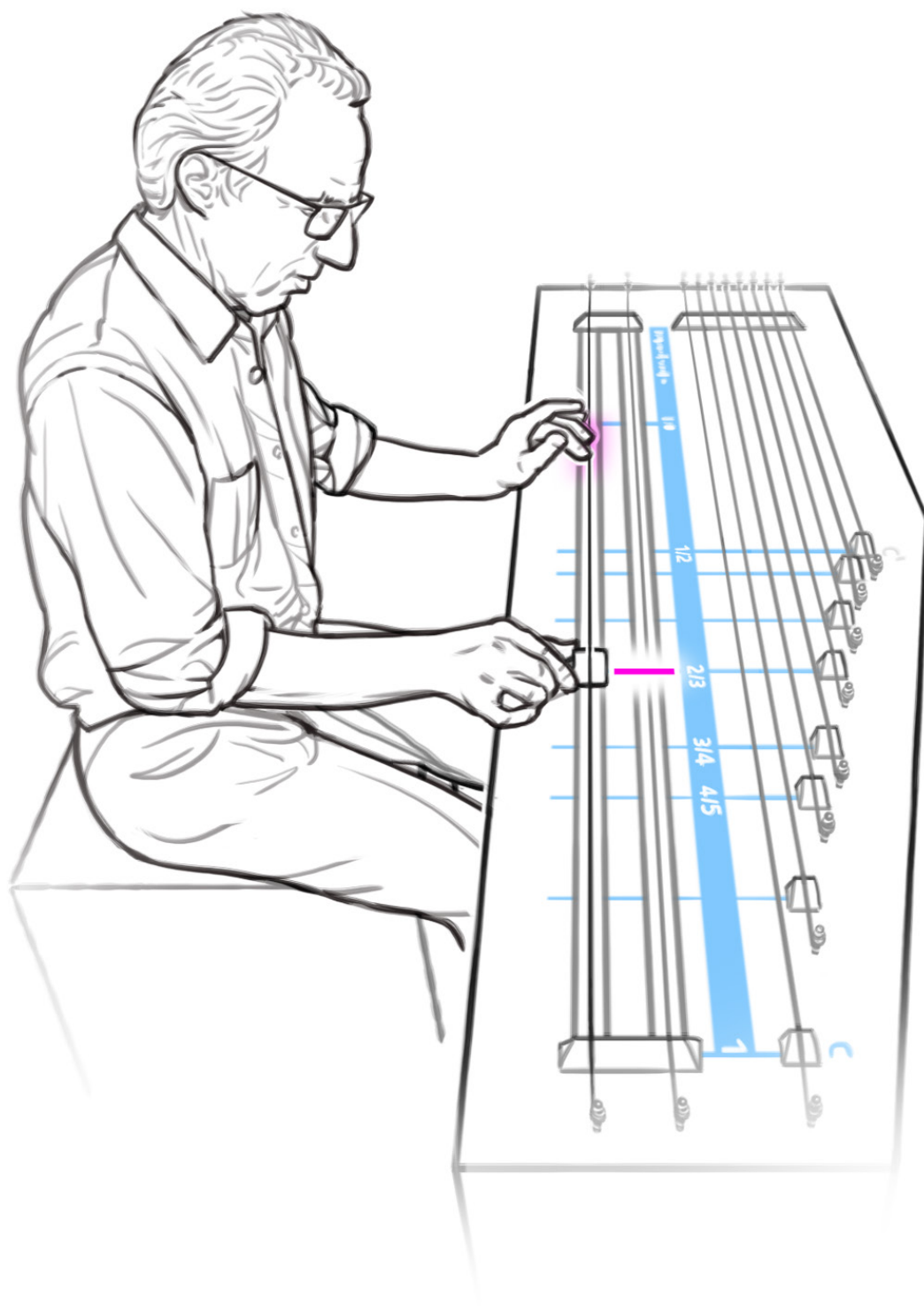




I numeri della musica



La matematica della musica fu scoperta da Pitagora



Che cosa fare e osservare:

- *Che cosa sentite, pizzicando diverse corde lunghe?*
- *Accorciate con il cursore una delle corde più lunghe riducendola a $1/2$, $1/3$, $1/4$ e $1/5$ della lunghezza originaria. Notate qualcosa?*
- *Provate a pizzicare simultaneamente due delle corde superiori oppure due inferiori di diversa lunghezza. Cercate di ottenere un suono gradevole.*

Vuole saperne di più?





I numeri della musica

La matematica della musica fu scoperta da Pitagora

Vuole saperne di più?

Vi sarete sicuramente accorti che, accorciando la lunghezza delle corde, il suono prodotto diventa più acuto. Quando la corda viene fatta oscillare e assume la forma di una sinusoide (un'onda con una o più creste e valli), la vibrazione percorre più velocemente tutta la corda da un'estremità all'altra, venendone riflessa e formando una sinusoide invertita (con le creste al posto delle valli e viceversa). Questo processo si ripete in base al periodo di percorrenza T (andata e ritorno). Se ora scegliamo una durata dell'eccitazione (movimento avanti e indietro) altrettanto lunga del periodo di percorrenza, ne deriva un'onda stazionaria, ovvero un'oscillazione propria (o caratteristica).

Il valore inverso del tempo di percorrenza (T) si chiama frequenza ($f = 1/T$) e indica quante volte in un secondo la corda compie un'oscillazione completa.

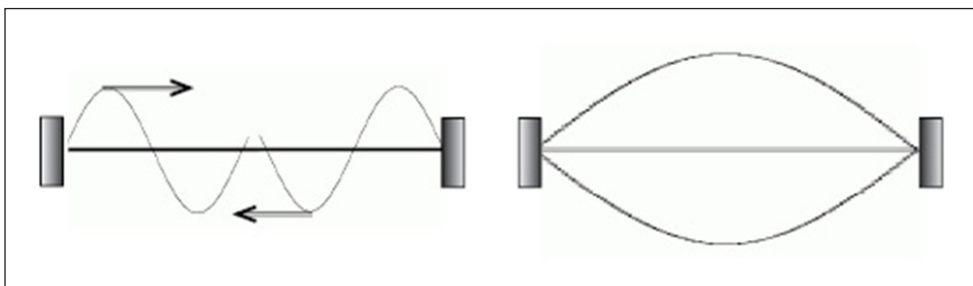
Se la corda non viene eccitata in maniera sinusoidale (il che accade praticamente sempre), all'oscillazione di fondo si sommano ulteriori toni parziali.

La frequenza dei toni parziali può corrispondere a multipli interi dell'oscillazione fondamentale: in questo caso si parla di armoniche. I loro rapporti sono inversamente proporzionali alla lunghezza delle corde. Un dimezzamento della lunghezza delle corde dà un raddoppiamento della frequenza.

L'ampiezza dell'oscillazione determina il volume del suono. Il tono fondamentale è quindi sempre quello più sonoro. Il tono fondamentale e le armoniche sono ben adattate tra loro e di conseguenza hanno sempre un effetto gradevole.

Sulla base di tutto ciò la scala armonica tonale è formata in base alle armoniche. Da questo risultano gli intervalli di suoni puri, vale a dire i rapporti di frequenza del suono corrispondente rispetto al tono fondamentale della scala tonale (intervallo di seconda 9:8, di terza 5:4, di quarta 4:3, di quinta 3:2, di sesta 5:3, di settima 15:8, di ottava 2:1).

È per questo che in musica la scala di frequenza viene stabilita facendo riferimento a una frequenza fissa del La, pari a 440 oscillazioni al secondo. I rapporti tra le frequenze stabiliscono poi le frequenze di tutti gli altri suoni della scala musicale.



Che cosa fare e osservare:

