Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

299. Saiten

der Dichte d eines festen Körpers ergibt sich sodann dessen Elastizitätsmodul $E = V^2 d$ (290).

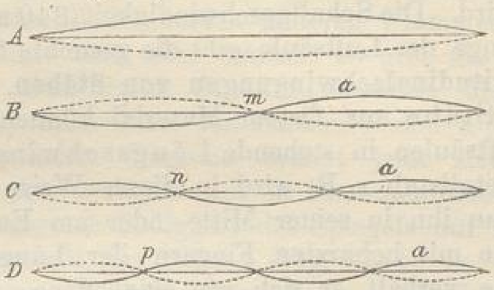

Fig. 276.
Schwingungsformen einer Saite.

299. **Saiten.** Saiten sind fadenförmige Körper, welche, wenn man sie durch Zupfen oder Anschlagen oder durch Streichen mit dem Violinbogen aus ihrer durch Spannung hervorgerufenen geradlinigen Gleichgewichtslage bringt, in stehende Quer- oder Transversalschwingungen geraten, indem ihre Teilchen in zur Längsrichtung der Saite senkrechten Bahnen gleichzeitig hin und her schwingen (Fig. 276). Um die Schwingungsgesetze der Saiten zu erforschen, kann man sich des Monochords (Fig. 277) bedienen, eines Resonanzkastens, auf dem zwischen den beiden Stegen a und b die Saiten entweder mittels des Stimmstockes s oder durch Gewichte P ausgespannt werden. Es ergibt sich, daß die Schwingungszahl einer Saite um so größer ist, je kürzer und je dünner sie ist; spannt man sie mit dem vierfachen Gewicht, so gibt sie die Oktave ihres ursprünglichen Tones, also eine doppelt so große Schwingungszahl, d. h. die Schwingungszahl ist der Quadratwurzel aus der Spannung proportional; macht man sie aus schwererem Material, so gibt sie einen tieferen Ton, und zwar findet man, daß die Schwingungszahl der Quadratwurzel aus dem spezifischen Gewicht umgekehrt proportional ist. Schwingt die Saite als Ganzes (Fig. 276 A), so gibt sie ihren Grundton; sie kann sich aber auch durch ruhende

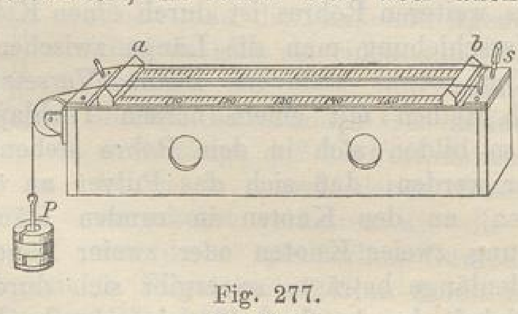

Fig. 277.
Monochord.

Punkte (Schwingungsknoten) in 2, 3, 4 . . . schwingende Teile (Bäuche) zerlegen und gibt dann die zum Grundton harmonischen Obertöne, deren Schwingungszahlen 2-, 3-, 4- . . . mal so groß sind wie diejenige des Grundtones. Um die Schwingungsformen B, C, D (Fig. 276) hervorzurufen, berührt man die Saiten bei m, n, p mit einem Pinsel und streicht oder zupft bei a. Die Schwingungsknoten können sichtbar gemacht werden, indem man an den Knoten sowohl als an den Bäuchen Papierreiterchen aufsetzt; an diesen Punkten werden sie abgeworfen, an jenen bleiben sie sitzen.

Die Schwingungszahl N des Grundtones einer Saite wird gegeben durch den Ausdruck

$$N = \frac{1}{l\,d}\sqrt{\frac{g\,S}{s\,\pi}},$$

wenn l ihre Länge, d die Dicke, S die Spannung, s das spezifische Gewicht bedeutet, und $g = 9{,}81$, $\pi = 3{,}14159$ ist (Taylorsche Formel, 1716).

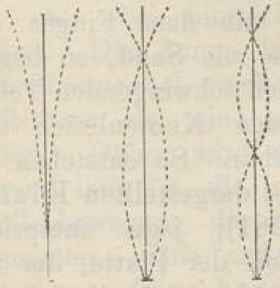

Fig. 278.
Schwingungsformen eines am einen Ende festgeklemmten Stabes.

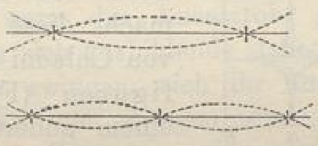

Fig. 279.
Schwingungsformen eines an beiden Enden freien Stabes.

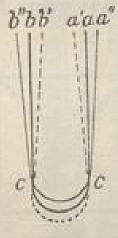

Fig. 280.
Stimmgabel.

300. **Transversalschwingungen von Stäben.** Während einer Saite die Fähigkeit, nach dem Anschlagen in ihre Gleichgewichtslage zurückzukehren, durch eine äußere Kraft, die Spannung, mitgeteilt werden muß, besitzen Stäbe in sich selbst schon die zum Schwingen erforderliche Elastizität. Am einen Ende eingeklemmt, ist ein Stab der in Fig. 278 dargestellten Schwingungsformen fähig, indem er entweder als Ganzes oder mit 1, 2, 3 . . . Knoten schwingt; an einem Glasfaden von geeigneter Länge, den man an einer Zinke einer Stimmgabel befestigt, lassen sich die Schwingungsknoten leicht beobachten. Sind beide Enden frei, so besitzt der Stab in seiner einfachsten Schwingungsart bereits zwei Knoten (Fig 279), welche etwa um $^1/_5$ der Stablänge von den Enden abstehen, und in welchen der Stab unterstützt werden muß, um ungehindert schwingen zu können. Die Schwingungszahl eines Stabes steht im geraden Verhältnis seiner Dicke, im umgekehrten Verhältnis des Quadrats seiner Länge, ist aber unabhängig von seiner Breite. Die Obertöne, welche den höheren Schwingungsformen entsprechen, sind zum Grundton nicht harmonisch, sondern steigen viel rascher in die Höhe. Die Längen gleichdicker Stäbe, deren Grundtöne die Noten der Tonleiter geben sollen, müssen sich umgekehrt verhalten wie die Quadratwurzeln der Schwingungszahlen.