senkrecht hinauf, bis wir auf den Strahl 6 h 35 min kommen (d. h. zwischen 6 und 7 h). Von dort gehen wir nach links hinüber, bis wir auf den Strahl des $^1/_2$-sec-Pendels kommen und gehen von dort wieder senkrecht hinunter. So finden wir, daß die Verschiebung der Pendellinse 1,3 sec betragen muß. In der Zeichnung ist der zu durchlaufende Weg punktiert eingetragen.

In diese graphische Rechentafel hätten wir auch statt der Pendellängen die Schwingungszahlen eintragen können. Die Schwingungszahl hat den Vorzug, daß sie sich leichter feststellen läßt als die Pendellänge (reduzierte Pendellänge). Auch die Gl. (56 a) läßt sich leicht für Schwingungszahlen umformen. Gl. (34), Abbschnitt 10b lautet: $l = \frac{3580}{n_m^2}$ Meter. Setzen wir dies in Gl. (56a) ein, so erhalten wir

$$\Delta l = \frac{3580}{n_m^2} \cdot \frac{2{,}25 \cdot \Delta t}{t} \text{ Meter.}$$

von 0—1 annehmen kann. Ist J und D Trägheits- und Richtmoment des Pendels, und sind ΔJ und ΔD die entsprechenden Größen für ΔP, so ist die reduzierte Länge des zusammengesetzten Pendels

$$l' = \frac{J \cdot g + \Delta J \cdot g}{D + \Delta D}.$$

Lassen wir für diese Betrachtung den Trägheitsmittelpunkt mit dem Schwerpunkte zusammenfallen, so ist $J \cdot g = P \cdot l^2$, $D = P \cdot l$, $\Delta J \cdot g = \Delta P \cdot x^2 \cdot l^2$, $\Delta D = \Delta P \cdot x \cdot l$ und

$$l' = \frac{P \cdot l^2 + \Delta P \cdot x^2 \cdot l^2}{P \cdot l + \Delta P \cdot x \cdot l}.$$

Wir kürzen den Bruch durch P·l

$$l' = l \cdot \frac{1 + \frac{\Delta P}{P} \cdot x^2}{1 + \frac{\Delta P}{P} \cdot x}.$$

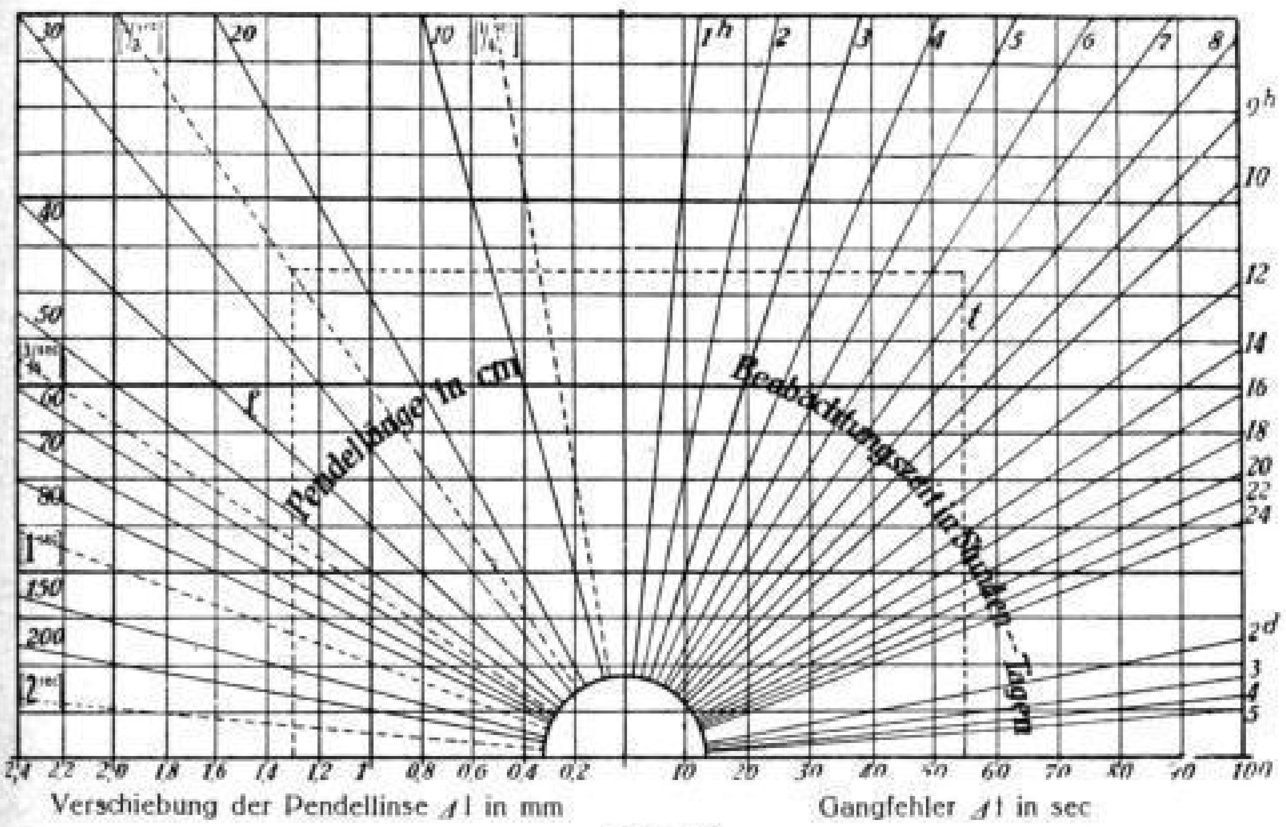

Abb. 73

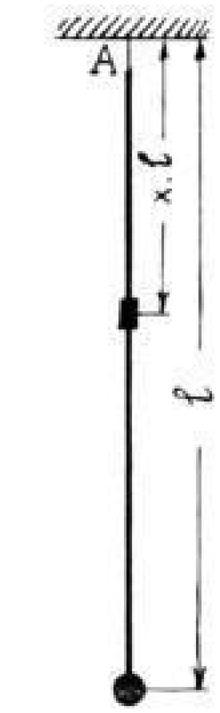

Abb. 74

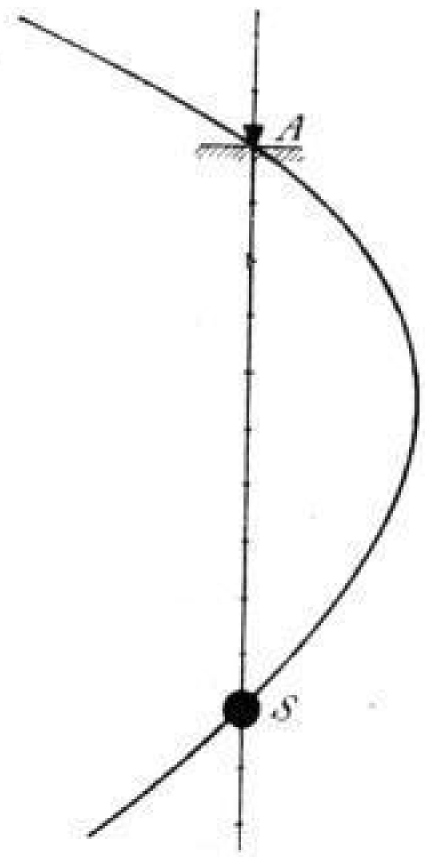

Abb. 75

Rechnen wir danach aus, um wieviel die Pendellänge geändert werden muß, wenn die Uhr im Tage 1 min falsch geht:

$$\Delta l = \frac{3580}{n_m^2} \cdot \frac{2{,}25 \cdot 1}{1440} \text{ Meter.}$$

Die Ausrechnung ergibt:

Wenn eine Uhr im Tage 1 min vorgehen soll, so muß die Pendellinse um

$$\boxed{\Delta l = \frac{5600}{n_m^2} \text{ Millimeter}} \qquad (57)$$

gehoben werden.

16. Der Huygenssche Läufer

In Abschnitt 14a erwähnten wir schon, daß Huygens die Verschiebung einer Masse an der Pendelstange benutzt habe zur Einstellung der Uhr. Die Anordnung dieser Masse geht aus Abb. 44 deutlich hervor. Dieses verschiebbare Gewicht findet man noch heute an den Zeigern von Waagen, bei denen es verwendet wird, um die Empfindlichkeit der Waage zu ändern.

Nehmen wir ein einfaches Pendel (Abb. 74) vom Gewichte P und der Länge l an. Im Abstande x·l vom Drehpunkt ist ein kleines Gewicht ΔP angebracht, das auf der Pendelstange verschiebbar ist, so daß x die Werte

Die kleine Größe $\frac{\Delta P}{P}$ nennen wir a

$$l' = l \cdot \frac{1 + a x^2}{1 + a \cdot x}.$$

Durch Ausdividieren des Bruches erhalten wir

$$l' = l\,(1 - a x + a x^2 (1 + a) - \ldots).$$

Das kleine a (höchstens 1:100) im dritten Gliede der Klammer vernachlässigen wir neben 1 und brechen beim dritten Gliede ab:

$$l' = l\,(1 - a x + a x^2).$$

Die Schwingungsdauer des einfachen Pendels ist $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, die des zusammengesetzten Pendels

$$T' = \pi \sqrt{\frac{l'}{g}} = \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}(1 - a x + a x^2)}$$

$$= \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \sqrt{1 - a(x - x^2)}.$$

Die Wurzel entwickeln wir binomisch bis zum zweiten Gliede und für $\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ setzen wir T. Dann ist

$$T' = T\left(1 - a\,\frac{x - x^2}{2}\right) = T - T \cdot a \cdot \frac{x - x^2}{2}.$$

Das Zusatzgewicht auf der Pendelstange wirkt also verkürzend auf die Schwingungsdauer. Die Verkürzung $\Delta T = T - T'$ ist