Zustand würde neutralem Gleichgewichte des Regulators entsprechen; die Folgen eines derartigen Zustandes sind in § 157 eingehender besprochen.

155. Gleichgewicht des konischen Pendelregulators und Höhe desselben. Bei einem einfachen konischen Pendelregulator, welcher nur durch Schwerkraft im Gleichgewichte erhalten wird und nur durch das Pendel allein belastet ist, — ein Zustand, welcher in Wirklichkeit niemals vollkommen erfüllt werden kann, nachdem das Gewicht der Hülse und der zugehörigen Teile des Gestänges immer eine gewisse Mehrbelastung bildet, welche die Gegenkraft erhöht, — bildet F die Resultierende aus F_2, dem Zuge in der Aufhängestange, und F_1 oder Mg, dem Gewichte des Pendels; dieses Kräftedreieck Fig. 139 bezieht sich auf jede der drei Anordnungen hinsichtlich der Aufhängung der Pendel Fig. 136, 137 und 138.

Bezeichne h die Höhe des Pendelregulators, das ist der Vertikalab-

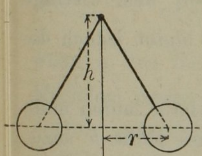

Fig. 136.

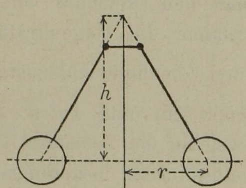

Fig. 137.

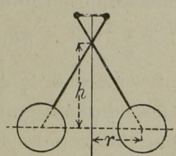

Fig. 138.

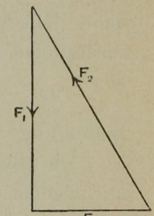

Fig. 139.

stand der Rotationsebene der Pendel von dem Durchschnittspunkte der geometrischen Achse der Aufhängestange mit der Achse der Regulatorspindel, dann verhält sich

$$F : Mg \quad \text{wie} \quad r : h;$$

daraus ergibt sich

$$F = \frac{Mgr}{h} \quad \text{und} \quad n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{h}}.$$

Ein Regulator dieser Art besitzt somit die Eigenschaft der Stabilität, wenn bei zunehmender Geschwindigkeit die Höhe h desselben abnimmt; diese Bedingung wird bei allen Regulatoren, welche nach Figg. 136 oder 137 angeordnet sind, erfüllt. Regulatoren nach Fig. 138 mit gekreuzten Stangen genügen dieser Bedingung nur fallweise, indem die Höhe h bei steigenden Pendeln nur dann zunimmt, wenn die Aufhängepunkte derselben nahe der Regulatorachse liegen; im anderen Falle kann bei entsprechend gewählter Lage der Aufhängepunkte h nahezu konstant erhalten werden, d. h. ein Regulator mit gekreuzten Stangen kann so angeordnet werden, daß er an der Grenze neutralen Gleichgewichtes steht; eine kleine Änderung der Geschwindigkeit hätte einen verhältnismäßig großen Ausschlag der Pendel zur Folge.

Bei noch größerer Entfernung der Aufhängepunkte von der Achse würde die Anordnung Fig. 138 die Eigenschaft der Stabilität verlieren; ein solcher Regulator wäre labil, daher als Regulator unbrauchbar.

156. Gleichgewicht der belasteten Regulatoren. Die vorstehenden Resultate lassen sich ohne weiteres auch auf den belasteten oder Porterschen Regulator (Fig. 133) anwenden. Bezeichne M' den Betrag der Extrabelastung pro Pendel (gewöhnlich ist M' die Hälfte der gesamten Hülsenbelastung), q das Geschwindigkeitsverhältnis der vertikalen Bewegung der Hülsenbelastung und der vertikalen Bewegung der Pendel, welches leicht durch Rechnung oder bei gegebener Konfiguration des Regulators graphisch ermittelt werden kann, dann hat jedes Pendel bei seiner Aufwärtsbewegung außer seinem Eigengewichte noch eine zusätzliche Belastung äquivalent q-mal dem Gewichte von M' zu heben. Die zusätzliche Belastung erhöht daher die Gegenkraft von dem Betrage $\frac{Mgr}{h}$ auf $\frac{(M+qM')gr}{h}$. Für den Gleichgewichtszustand bleibt jedoch die Bedingung aufrecht, daß F gleich sein muß $4\pi^2 n^2 r M$.

Die Geschwindigkeit, mit welcher der belastete Regulator laufen muß, um irgend eine bestimmte Konfiguration beziehungsweise Höhe h anzunehmen, ergibt somit die Gleichung

$$n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{(M+qM')g}{Mh}}.$$

Der belastete Regulator erfordert daher bei gleicher Höhe h eine im Verhältnis $\sqrt{M+qM'}$ zu $\sqrt{M}$ größere Geschwindigkeit als der unbelastete Regulator.

Bei der gewöhnlichen Anordnung des Porterregulators bilden die vier Glieder ein Parallelogramm (Fig. 140), daher ist die Vertikalbewegung der Hülse und des mit derselben vereinten Belastungsgewichtes zweimal so groß wie jene der Pendel, somit $q = 2$; nachdem andererseits das Belastungsgewicht auf zwei Pendel aufgeteilt ist, wird das Gewicht jedes der beiden Pendel, aber nicht die Masse desselben, um einen Betrag gleich dem vollen Gewichte der Hülsenbelastung vermehrt.

Es sei hier noch ein anderer Weg der Ermittlung der Gleichgewichtsbedingungen des Porterregulators erwähnt. M bezeichne wie früher die Masse eines Pendels und $2M'$ jene der Hülsenbelastung. Die Hülsenbelastung, deren Gewicht $2M'g$ beträgt, wird durch den Zug in den