

differenzen und später nur noch kleinere Differenzen zulassen. Die Versuche, die zur Erreichung dieses Zieles gemacht wurden, wären bei weitem nicht alle erfolgreich. Mancher gute Vorschlag konnte wegen der Unzulänglichkeit der Mittel nicht ausgeführt werden. Mancher andere Vorschlag kam in Vergessenheit. Mit der fortschreitenden Verbesserung der verschiedenen Hemmungen steigerte sich auch die Zeitmeßgenauigkeit, und man konnte um die Wende des 19. Jahrhunderts schon äußerst genaue Gangresultate auch in der Sekundenteilung erlangen. Breguet, Pfaffius, Jacobs, Robers und viele andere Meister bauten Uhren zum zeitgenauen Messen von Sekundenbruchteilen. Der eigentliche Anstoß zur genauen Messung von kleinen Zeiten kam nicht eigentlich von den Uhr-

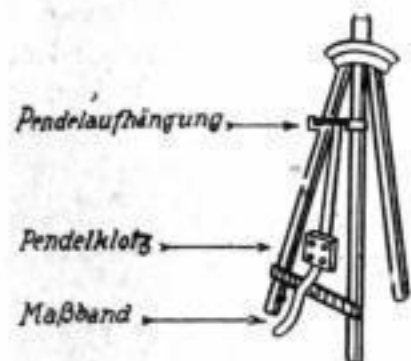
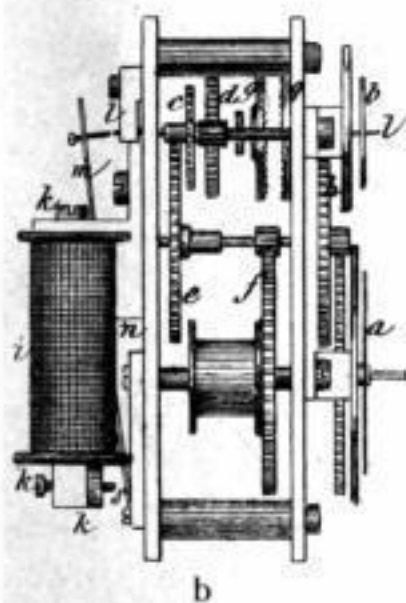
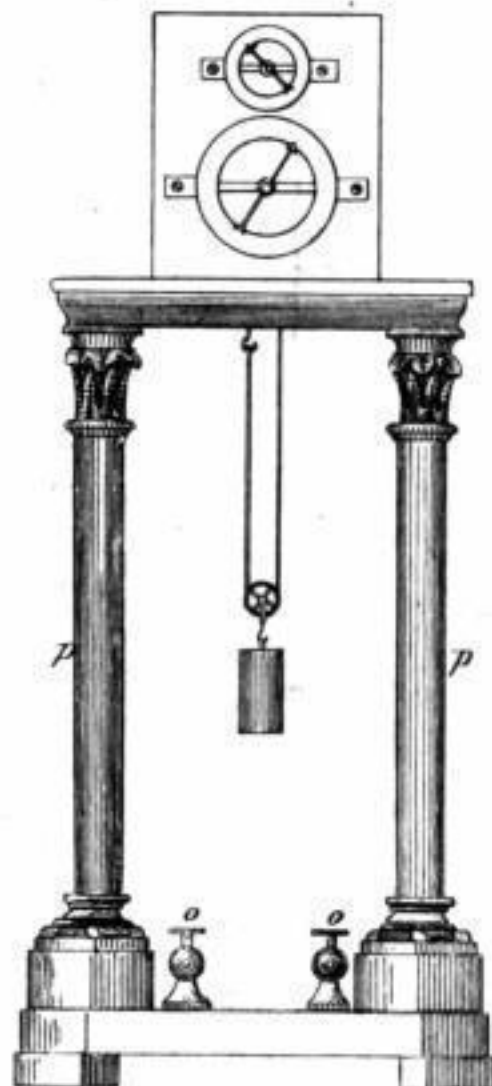


Abb. 4



b

Abb. 5



a

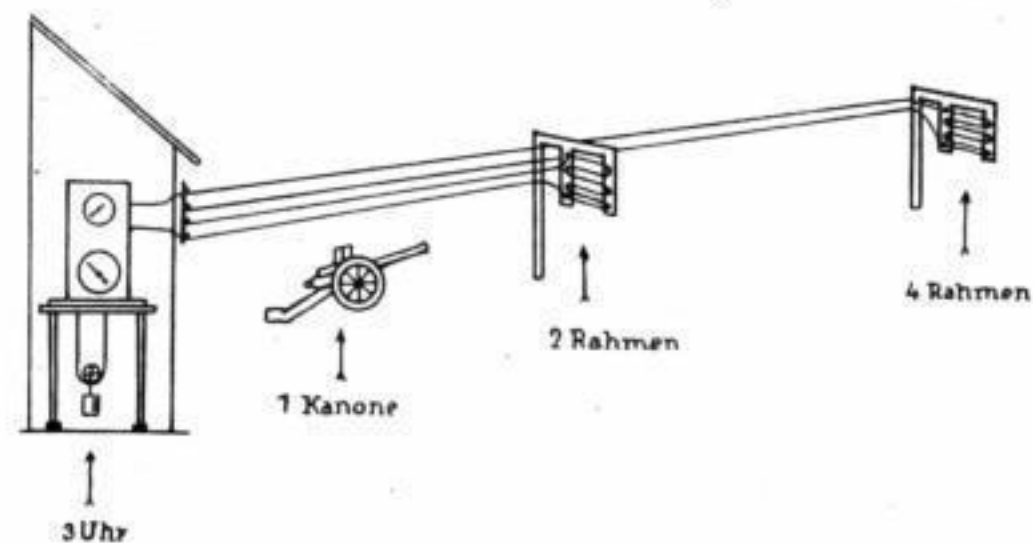


Abb. 6

halle die Königlich Preußische Artillerieprüfungskommission die Aufgabe gestellt, elektromagnetische Zeitmeßgeräte für artilleristische Zwecke zu bauen. Die Lösung dieser Aufgabe gelang zunächst nicht. Im Jahre 1840 löste der bekannte englische Physiker Wheatstone das elektromagnetische Kurzzeitmeßproblem auf eine einfache und sicher funktionierende Weise, indem er ein schnelllaufendes Uhrwerk baute, das er selbst elektromagnetisches Chronoskop nannte. Dieses Chronoskop, das später verschiedentlich verbessert und 1861 von Hipp in Neuchâtel vervollkommen wurde, hat weiteste Verbreitung zur Messung von Kurzzeiten gefunden und kommt heute noch viel zur Anwendung. Abb. 5 zeigt uns ein Chronoskop nach Wheatstone in der von Hipp angegebenen Form nach einem alten Stich, und zwar ist Abb. 5a eine Gesamtansicht des Chronoskops von der Zifferblattseite und Abb. 5b eine Seitenansicht des Chronoskopwerks. Wheatstone selbst ging bei der Schaffung seines Chronoskops, das er ja ursprünglich zur Messung der Flugzeiten von Geschossen erdachte, von folgenden Voraussetzungen aus: Ein abgefeuertes Geschöß durchschlägt in seiner Flugbahn zwei in bestimmter Entfernung aufgestellte Rahmen, welche mit Draht bespannt sind. Die zum Bespannen verwendeten Drähte bilden Stromkreise, die mit der Uhr verbunden sind. Abb. 6 zeigt uns eine solche Anordnung im Schema. Die mit 1 bezeichnete Kanone durchschießt den mit 2 bezeichneten Rahmendraht und löst dadurch das in 3 befindliche Uhr-

machern, sondern von militärischer Seite. Während des ganzen 18. und fast bis zur Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde das schon vorerwähnte ballistische Pendel, in England Gunpendel genannt, vervollkommen. Die wesentlichen Verbesserungen dieses Pendels gipfelten in der Aufhängung des Pendels mittels Drehachse auf Schneiden, in der Verstellbarkeit der Pendellinse, hier richtiger Pendelklotz genannt, in einem mit dem Pendelfuß verbundenen Maßband, mittels dem man die Schwingungswerte des Pendels messen konnte, und endlich die Übertragung der Schwingungswerte des Pendels auf einen Zeiger. Man konnte hierdurch auf einer Gradeinteilung, über die der Zeiger spielte oder auf der nach einer anderen Anordnung der Zeiger nach Höchstauschlag des Pendels liegen blieb, die Schwingungswerte des Pendels ablesen und so einen Zeitintervall ermitteln. Abb. 4 zeigt uns das Schema eines einfachen ballistischen Pendels mit Maßband. Die bekanntesten Konstrukteure auf diesem Gebiet waren Robins, Rumford, Hutton, Maguin, Didion, Morin und Piobert.

Im Jahre 1835 gelang S. M. F. B. Morse die Erfindung des elektromagnetischen Schreibtelegraphen. Es war ziemlich naheliegend, den Elektromagnetismus auch zur Zeitbestimmung zu benutzen. Mancherlei Versuche und Vorschläge wurden nach dieser Richtung gemacht. 1838 z.B.

werk aus, bzw. setzt dasselbe in Gang. Erreicht das Geschöß den Drahtrahmen 4, durchschlägt es diesen und hält dadurch die in 3 aufgestellte Uhr wieder an. Nachdem wir an diesem Schema die Wirkungsweise des Chronoskops bei Geschößgeschwindigkeitmessung gesehen haben, wollen wir ein Wheatstonesches Chronoskop nach seinen eigenen Worten als Uhrwerk beschreiben:

Eine sehr einfache Hemmung wird durch ein Gewicht in Bewegung gesetzt, das am Ende eines Fadens aufgehängt war, der über ein Schraubengewinde lief, welches in einem auf die Achse eines Laufrades befestigten Zylinder eingeschnitten war. Auf dieser Achse war auch ein Zeiger angebracht, der folglich bei jeder Hemmung um eine Abteilung weiterrückte. War es nötig, die Zeit eines Versuchs zu verlängern, so wurde das Hemmungsrade und der Zylinder auf andere Achsen gesetzt und ihr Eingriff durch ein Rad und ein Getriebe bewerkstelligt. In diesem Falle wurden zwei Zeiger angebracht. Durch diese Konstruktion wird die Beschleunigung der Bewegung vermieden, die ohne Hemmung stattfinden würde, und der Zeiger durchläuft jede Abteilung in gleicher Zeit. Das Gewicht war so angebracht, daß es sich regulieren konnte, und der Wert einer einzigen Abteilung wurde durch Division der zum gänzlichen Gewichtsfall erforderlichen Zeit mit der Anzahl der in