

EINRICHTUNG ZUR MESSUNG DER ENERGIE VON LASERIMPULSEN

Von

J. DOMBI, L. GÁTI, I. KETSKE MÉTY, I. SZALMA und L. VIZE

Institut für Experimentalphysik der Attila József Universität, Szeged

(Eingegangen am 21. August 1969)

Eine neue, thermoelektrische Methode zur Messung der Energie von Laserblitzen wird beschrieben. In der vorgeschlagenen Meßeinrichtung wird die Strahlung im Inneren eines kleinen Würfels aus dünner Goldfolie absorbiert. Die Einrichtung wurde mit zwei voneinander unabhängigen Verfahren geeicht. Experimentellen Erfahrungen zufolge können Laserimpulse von $5 \cdot 10^{-4}$ J Energie mit der Einrichtung noch gut gemessen werden.

§ 1. Zur Messung der Energie von Laserimpulsen sind zahlreiche Meßinstrumente konstruiert worden. Die Analyse ihrer Wirkungsweise wird in mehreren zusammenfassenden Arbeiten behandelt [1—6]. Diese Mitteilung beschreibt eine weitere, auf mikrokalorimetrische Methoden beruhende Meßeinrichtung und das zugehörige Meßverfahren.*

Der Strahlungsempfänger des Meßgerätes ist ein aus einer 0,005 cm dicken Folie aus reinem Gold hergestellter Würfel 1, von 1,0 cm Kantenlänge, der in einem zylindrischen Messinggehäuse 2 von der Plexiglasscheibe 3 gehalten wird (s. Fig. 1). Das zu messende Laserstrahlenbündel fällt durch eine Bohrung 4 von 1,3 cm Durchmesser in der (abschraubbaren) Deckplatte 5 des Gehäuses, senkrecht zur vorderen Fläche des Goldwürfels in das Gerät ein. Das Lichtbündel wird durch eine bikonvexe Glaslinse 6 von 1,2 cm Durchmesser und 1,3 cm Brennweite gesammelt. Die Linse wird durch das an beiden Enden verkittete Glasrohr 7 in der Entfernung der Brennweite von der Vorderfläche des Würfels gehalten. Das gesammelte Strahlenbündel gelangt durch eine Bohrung 8 von 0,2 cm Durchmesser in der Vorderfläche in das Innere des Würfels, wo es — nach mehrfacher Reflexion, wie in einem schwarzen Körper — praktisch vollkommen absorbiert wird. Zur Messung der entstehenden Erwärmung dienen fünf Eisen-Konstanten-Thermoelemente 9—13 in Reihenschaltung, die mittels dünner, elektrisch isolierender Klebemittelschichten in der Mitte der weiteren fünf Flächen des Würfels befestigt sind. Als Bezugspunkte werden die in die Plexischeibe eingebetteten Messingstäbe von relativ hoher Wärmekapazität 14 benützt. Die Leitungen 15 der Thermoelement-Reihe treten durch Bohrungen der an der Hinterseite des Gehäuses 2 befestigten Plexiglasscheibe 16

* Dem hier beschriebenen Kalorimeter teilweise ähnliche Energiemeßinstrumente für Laserimpulse wurden inzwischen von A. J. SCHMIDT und R. C. GREENHOW [4—5] und von A. V. KUBAREW und Mitarbeitern [6] konstruiert.

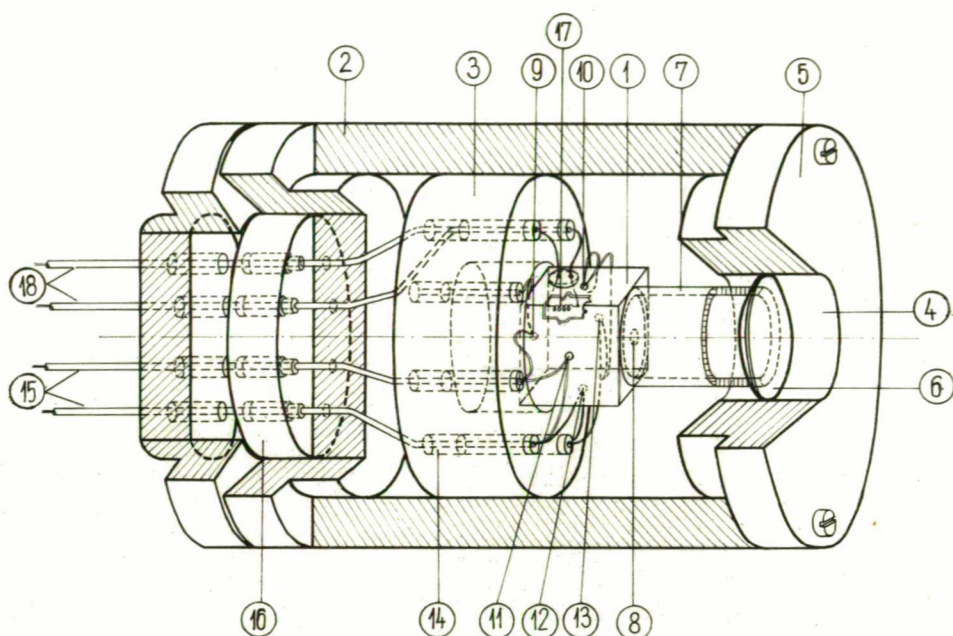


Fig. 1.

aus dem Messinggehäuse aus. Zur Eichung der Meßeinrichtung auf Grund der Wärmewirkung des elektrischen Stromes ist durch eine Bohrung in der Nähe einer Ecke in den Würfel ein Drahtpaar eingeführt, an den ein einer Glühlampe entnommener Wolframfaden 17 von geringen Abmessungen angeschlossen ist und der durch die Leitungen 18 mit Strom gespeist werden kann. Die Messung des Thermostromes erfolgte bei unserer Einrichtung durch ein Galvanometer (Kipp & Zonen) von 10^{-11} A/Skt Empfindlichkeit.

§ 2. Zur Eichung der Meßeinrichtung wurden zweierlei Methoden angewandt.

a) Bei der Eichung mit Lichtimpulsen wurde der Bogen einer Osram Xenon-Höchstdrucklampe XBO 450 auf ein, in ein dünnes Weißblech gebohrtes Kreisdiaphragma D von 0,4 cm Durchmesser abgebildet. Nach dem Passieren des Diaphragmas wurde das Bündel durch eine Linse von 25 cm Brennweite gesammelt und durch einen Vorderflächenspiegel derart abgelenkt, daß es in das eine Gefäß K eines Differentialkalorimeters gelangt. Die gut isolierten Kupfergefäße des Kalorimeters enthielten mit Tusche gefärbtes Wasser. Die Temperaturdifferenz zwischen dem bestrahlten und dem nicht bestrahlten Gefäß wurde nach einer Bestrahlung von drei Minuten mit der üblichen Methode mittels eines Thermoelementes gemessen. Zur Bestimmung der Wärmemenge bzw. der Energie Q_1 , die dieser Temperaturdifferenz entspricht, wurde eine zweite Messungsreihe mit demselben Kalorimeter, jedoch ohne Lichtbestrahlung, mit einem eingetauchten kleinen elektrischen Heizkörper durchgeführt, indem zur Eichung des Kalorimeters dem Gefäß K verschiedene bekannte Energiemengen zugeführt wurden.

Nach Bestimmung des Energiestromes des von der Xenonlampe in das Gefäß *K* fallenden Lichtbündels wurden die Gefäße des Kalorimeters entfernt und an der Stelle von *K* die in § 1 beschriebene Einrichtung derart angebracht, daß das früher in *K* fallende Lichtbündel durch die Linse 6 vollkommen gesammelt und durch die Bohrung 8 in den Würfel 1 geleitet wird. Das Licht der Xenonlampe fiel aber nicht ständig auf den Strahlungsempfänger, sondern vor dem Diaphragma *D* wurde in genau bestimmter Weise eine mit einer Öffnung von bekannten Abmessungen versehene Metallplatte frei fallen gelassen, wodurch ein Lichtblitz von der Dauer $4,28 \cdot 10^{-2}$ sec entstand. Die durch diesen kurzen Lichtblitz verursachte Erwärmung konnte mit dem an die Thermoelemente 9—13 angeschlossenen Galvanometer gemessen werden.

b) Die Eichung des Strahlungsempfängers mit elektrischen Impulsen wurde mit der üblichen Methode derart durchgeführt, daß eine aufgeladene Kondensatorbatterie *C* durch den Glühfaden 17 entladen wurde. Die Kapazität der Batterie *C* wurde mit einer Meßbrücke „Oripons“ Typ TR 2101, die Aufladespannung (5 bis 50 V) mit einem Digitalvoltmeter Typ TR 1651 gemessen. Die Spannung des Kondensators wurde auf verschiedene Werte eingestellt, die Kapazität blieb dagegen ständig 187,0 μ F.

Der zeitliche Ablauf des durch die an den Würfel angeschlossenen Thermoelemente hervorgebrachten Galvanometeraussschlages war bei der Eichung mit elektrischen Impulsen dem bei der Eichung mit Lichtimpuls beobachteten ganz ähnlich; die Dauer sowohl des Lichtblitzes als auch des elektrischen Impulses war viel kleiner als die Schwingungsdauer des Galvanometers, die etwa 1 sec betrug. Bei den Messungen wurden jeweils die Maximalausschläge abgelesen.

§ 3. Die beiden Eichungen der Meßeinrichtung ergaben eine innerhalb 3% übereinstimmende Empfindlichkeit. Mit Berücksichtigung der von verschiedenen Fehlerquellen herrührenden Ungenauigkeiten kann der Fehler der Energiemessung mit dem Würfel maximal zu 5% geschätzt werden. Bezüglich der Empfindlichkeit ergab sich, daß mit dem Strahlungsempfänger von den beschriebenen Abmessungen die Energiemengen von Lichtblitzen bis zur Größenordnung von $5 \cdot 10^{-4}$ J gemessen werden können; die obere Grenze der meßbaren Energie beträgt, falls eine Erwärmung des Würfels um mehr als 1° C als unzulässig gehalten wird, etwa 1 J.

Die Meßeinrichtung wurde bei Untersuchungen mit einem Zeißschen Rubinlaser Typ ZFL 750 zur Messung von Lichtblitzenergien der Größenordnung von 10^{-2} J angewandt.

* * *

Die Verfasser wünschen Herrn Prof. A. BUDÓ, dem Direktor des Institutes für seine reges Interesse an der Untersuchungen auch hier ihren Dank auszusprechen.

Literatur

- [1] Birnbaum, G., M. Birnbaum: Proc. IEEE, **55**, 1026 (1967).
- [2] Валитов, Р. А., Ю. А. Калинин, В. И. Кузьмичев: Измерит. техника, 1965, № 5, 37.
- [3] Killick, D. E., D. A. Bateman, D. R. Brown, T. S. Moss, E. T. de la Perrelle: Infrared Physics, **6**, 85 (1966).
- [4] Schmidt, A. J., R. C. Greenhow: J. Sci. Instrum. **44**, 468 (1967).
- [5] Schmidt, A. J., R. C. Greenhow: J. Sci. Instrum. Ser. 2, **2**, 438 (1969).
- [6] Кубарев, А. В., А. С. Обухов, А. Я. Лейкин, В. С. Соловьев, В. П. Корошкевич: Измерит. техника, 1967, № 11, 20.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Й. Домби, Л. Гати, И. Кечкемети, И. Салма, Л. Визе

Написано новый термоэлектрический метод измерения энергии лазерных импульсов. В предложенной установке лазерное излучение поглощается в кубке, сделанной из тонкой золотой пластинки. Градуировка установки производилась с двумя разными методами. По экспериментальными опытами интенсивность лазерных импульсов с энергией $5 \cdot 10^{-4}$ J можно точно определить.