

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XIV, 9

SECTIO AA

1959

Aus dem Physikalischen Laboratorium der Medizinischen Akademie, Lublin,
und dem Physikalischen Laboratorium der Hochschule für Maschinenbau, Lublin
Leiter i. A. Mgr Stefan Wieluński

Stefan WIELUŃSKI

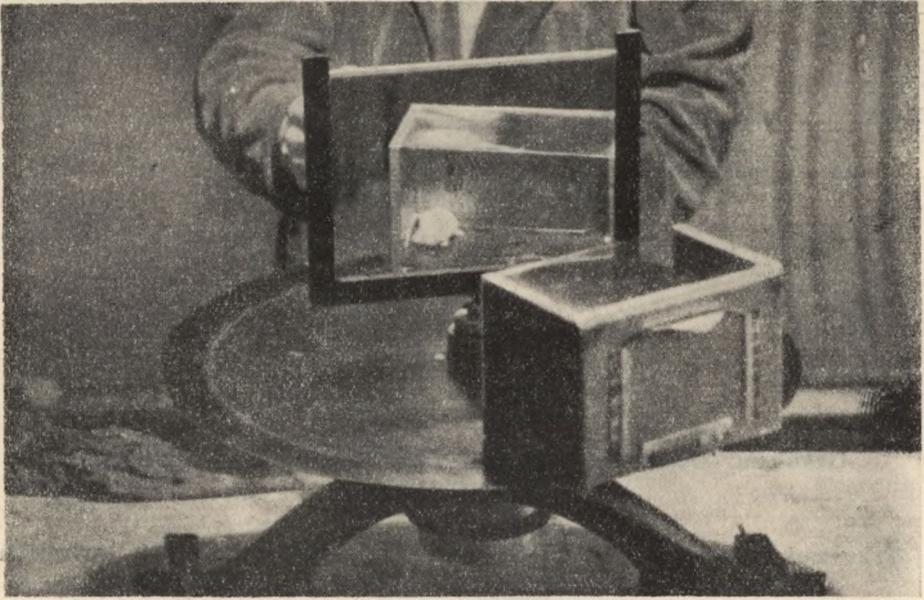
**Gerät zur Demonstration und Untersuchung der Zentrifugal
und Corioliskraft**

Przyrząd do demonstracji i badań z siłami odśrodkową i Corioliosa

**Прибор для демонстрирования центробежных сил и сил Кориолиса,
а также для исследования биологических последствий этих сил**

Das hier beschriebene und im Physikalischen Laboratorium der Medizinischen Akademie in Lublin erprobte Gerät ermöglicht eine bequeme Beobachtung der in rotierenden Systemen auftretenden Erscheinungen, u. z. stellen sich die Erscheinungen so dar, wie sie ein mit dem System bewegter, also mitrotierender Beobachter wahrnehmen würde. Das Gerät kann bei akademischen Vorlesungen zur Vorführung von Zentrifugal und Corioliskraft verwandt werden, auch dürfte es bei Versuchen über die physiologische Wirkung von Beschleunigungen von Nutzen sein. Wegen seiner einfachen Handhabung ist das Gerät stets betriebsbereit.

Das Bedürfnis die Erscheinungen, welche in einem Nicht — Inertialsystem auftreten, ad oculos zu demonstrieren ist in letzter Zeit gewachsen. Während der Physikstudent auch ohne Schauversuch zu einem Verständnis dieser Erscheinungen zu gelangen pflegt, zumal ihm in höheren Semestern eine genaue theoretische Zergliederung geboten wird, hat der Biologe und Mediziner, auch der Hörer technischer Fakultäten, hier erfahrungsgemäss Schwierigkeiten. Die Beispiele, auf die wir uns in diesem Zusammenhange in unseren Vorlesungen beziehen, haben eben nicht die Überzeugungskraft des direkten Versuchs und diesen bleiben wir unseren Hörern schuldig, da man ja ein Auditorium nicht gut in Rotation versetzen kann. Dabei sind es gerade diese Erscheinungen, die heute für den Biologen und Mediziner ein besonderes Interesse haben.



Phot. 1. Bild und Gegenstand (Maus im Käfig) bei ruhender Scheibe

Nun kann man allerdings die Erscheinungen im rotierenden System beobachten, indem man die Television oder ein Stroboskop zu Hilfe nimmt. Beide Methoden haben aber empfindliche Nachteile. Das Stroboskop kommt nur für grosse Winkelgeschwindigkeiten in Frage, wenn die Zentripetalbeschleunigung 4000 m/sek^2 (also etwa 400 g) übersteigt. Auch kann man damit nur statische Erscheinungen beobachten, oder periodische, deren Frequenz $16/\text{sek.}$ überschreitet. Bei einmaligen Bewegungen, etwa der Bewegung einer geworfenen Kugel, versagt das Stroboskop.

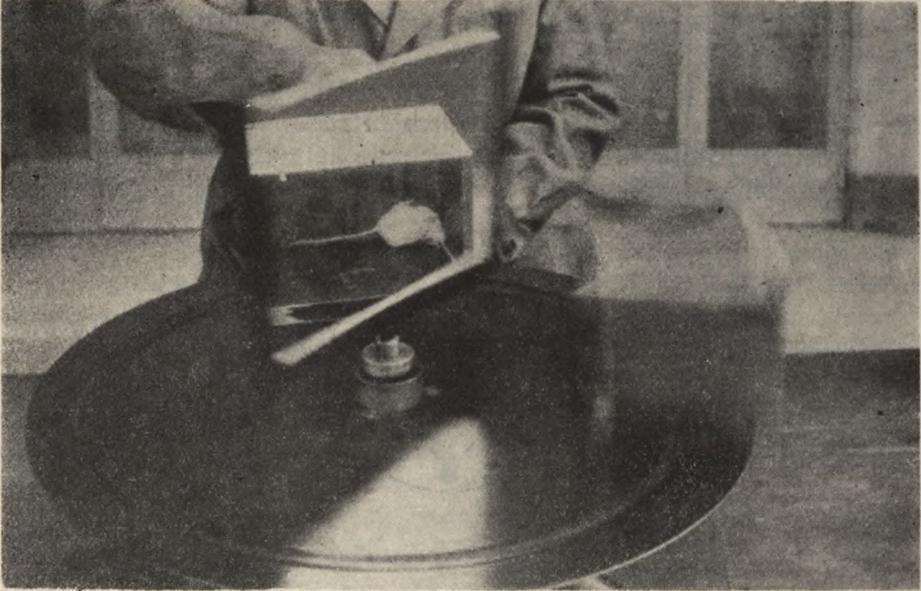
Verwendet man die Mittel der Fernsehtechnik, so liegen diese Beschränkungen natürlich nicht vor. Doch erfordert dies einen unverhältnismässig grossen Aufwand und gibt, ohne besondere Hilfsmittel, flache Bilder.

In beiden Fällen hat man es mit komplizierten Apparaten zu tun, die nur eine mittelbare Beobachtung ermöglichen und einen verdunkelten Raum verlangen.

Alle diese Nachteile vermeidet das von dem Verfasser konstruierte Gerät. Es zeigt dem ruhenden Beobachter, z. B. den Teilnehmern einer Vorlesung, die im rotierenden System auftretenden Erscheinungen, ohne die beim Stroboskop vorliegenden Einschränkungen, in dreidimensionaler natürlicher Grösse und in natürlichen Farben bei normalem Tageslicht. Die Rotationsgeschwindigkeit kann nach Belieben verändert werden, von Null bis auf sehr beträchtliche Werte. Wegen der Einfachheit

der Konstruktion lässt sich die Wirkungsweise des Gerätes dem Zuschauer ohne weiteres klarmachen. Sie kommt folgermassen zu Stande.

Auf eine horizontale Drehscheibe, die das rotierende System darstellt, ist vertikal ein (auf beiden Seiten reflektierender) Spiegel aufgesetzt. Ro-



Phot. 2. Aufnahme bei kleiner Drehgeschwindigkeit. Rechts neben dem Bild von Maus und Käfig im Spiegel sieht man die verschwimmenden Umrisse des rotierenden Käfigs

tiert nun der Spiegel mit einer Winkelgeschwindigkeit, die halb so gross ist, wie die der Drehscheibe, so sieht ein aussenstehender Beobachter das Bild eines auf der Drehscheibe befestigten Gegenstandes stets an derselben Stelle (siehe Fig. 1). Ruht also ein Gegenstand in Bezug auf die mit ihm kreisende Scheibe, so ruht er auch für den in den Spiegel schau-

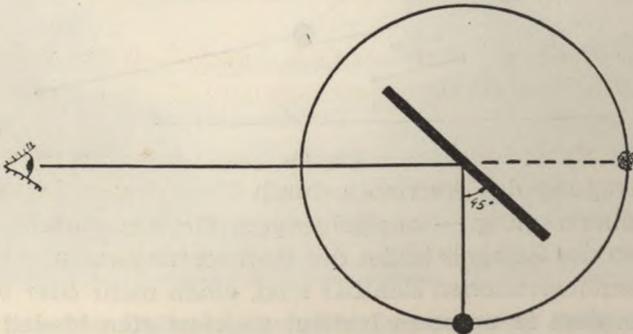


Fig. 1.

den Beobachter; bewegt er sich relativ zur Scheibe, so sieht der Beobachter dessen Relativbewegung — also genau das, was ein im rotierenden System befindlicher Beobachter wahrnehmen würde.

Die Rotationsachse des Spiegels und der Scheibe sind so ineinander gesetzt wie der kleine und der grosse Zeiger bei der Uhr; der Spiegel ruht auf der inneren Achse. Den Antrieb gibt eine handbetriebene Schwungmaschine; er wird durch zwei Treibriemen auf die beiden Axen übertragen, wobei man durch eine geeignete Übersetzung leicht das Umdrehungsverhältnis 1:2 erhält. Zur Demonstration wird der Apparat an den Demonstrationstisch festgeschraubt; man kann dann zu grossen Drehgeschwindigkeiten übergehen ohne durch Erschütterungen gestört zu werden.

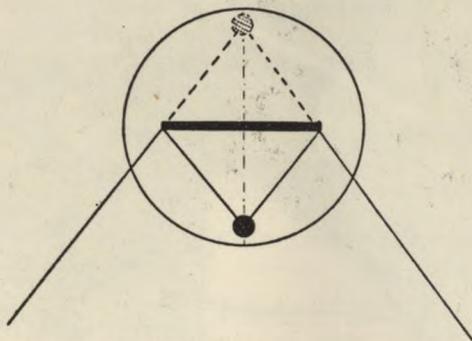


Fig. 2a.

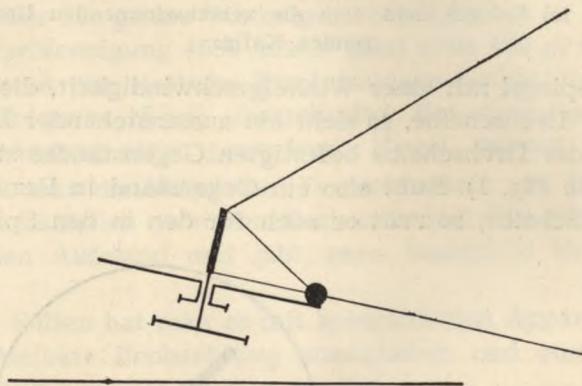
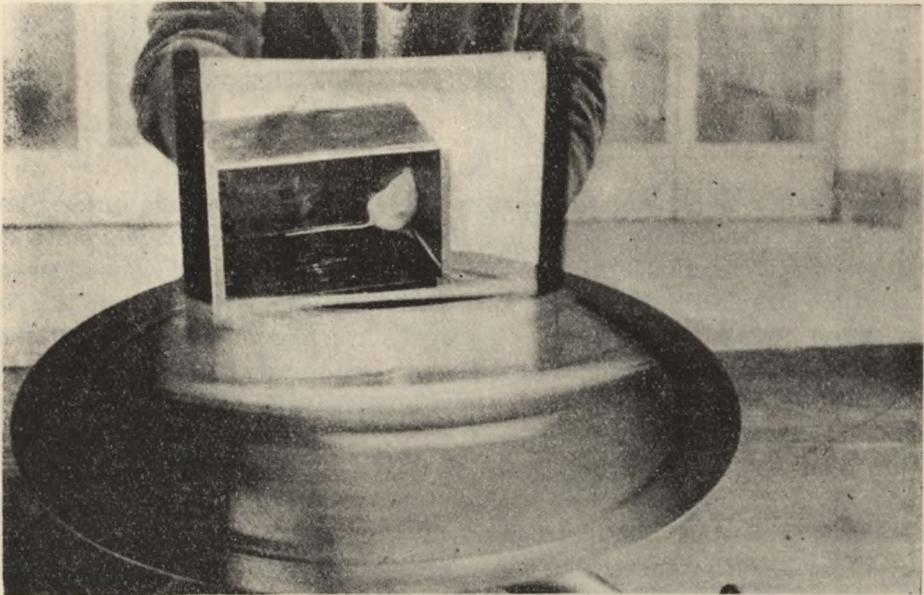


Fig. 2b.

Die Übertragung des Antriebes durch Treibriemen ist — gegenüber einer Kettenübertragung — aus folgendem Grunde vorteilhaft. Je nach den Ausmassen des Spiegels bildet der Beobachtungsraum, d.h. der Raum, in dem die Demonstrationen sichtbar sind, einen mehr oder weniger weiten Kegel. Bei dem in unserem Institut angefertigten Modell beträgt der Öffnungswinkel des Sichtbarkeitskegel 60° in der Horizontal- und 40° in

der Vertikalebene (siehe Fig. 2a und 2b). Will man nun diesen Kegel in eine andere Richtung werfen, so erreicht man dies am einfachsten dadurch, dass man das Verhältnis der Rotationsgeschwindigkeiten von Spiegel und Drehscheibe vorübergehend ändert. Dazu wurde die Fläche, auf der einer der beiden Treibriemen läuft, leicht zu einem Kegelstumpf abgeschrägt; drückt man nun mit einer geeigneten Vorrichtung den Riemen nach oben oder nach unten, so ändert sich das Übersetzungsverhältnis, der Sichtbarkeitskegel wandert in eine andere Richtung, worauf man das ursprüngliche Verhältnis von 2:1 wieder herstellen und die neue Richtung festhalten kann. Dies mag bei einem breit angelegten Hörsal von Bedeutung sein. Für kleine Rotationsgeschwindigkeiten eignet sich die Riemenübertragung allerdings weniger, u. a. deshalb, weil dann ein Gleiten der Riemen auftreten kann. Handelt es sich also um geringe Drehzahlen, wie das bei den meisten physikalischen Demonstrationen der Fall ist, so verwendet man besser ein Modell mit Ketten und Zahnradübertragung (wie beim Fahrrad). Da bei geringer Drehgeschwindigkeit ein Werfen nicht zu befürchten ist, kann man dies Modell so montieren, dass es um eine Achse drehbar ist; durch Schwenken des Apparats erreicht man dann dasselbe, wie vorhin durch Änderung des Rotationsverhältnisses, welches hier konstant ist.

Zur Weite des Beobachtungsraumes sei noch folgendes bemerkt. Da man dem Spiegel meist die Form eines Rechtecks geben wird, ist dieser



Phot. 3. Bei grösserer Drehgeschwindigkeit ist von dem Käfig nur noch ein hellerer Streifen zu sehen

Raum eigentlich nicht durch einen Kegelmantel, sondern durch die Seitenflächen einer Pyramide begrenzt. Die Spitze der Pyramide befindet sich im Bilde des beobachteten Gegenstandes, den wir uns der Einfachheit halber punktförmig denken; die Seitenflächen gehen durch die Kanten des Spiegels. Diese Pyramide bestreicht nun, periodisch wiederkehrend, den Zuschauerraum mit der Frequenz der Drehscheibe. Nimmt man z.B. an, dass die Breite des Spiegels dem Durchmesser der Drehscheibe gleicht, so ist der horizontale Öffnungswinkel der Pyramide konstant und beträgt 90° (siehe Fig. 3). Solange man sich innerhalb dieses Winkels befindet, ist das Bild des beobachteten Gegenstandes sichtbar. Man überzeugt sich leicht an Hand von Fig. 3, dass dies für einen Beob-

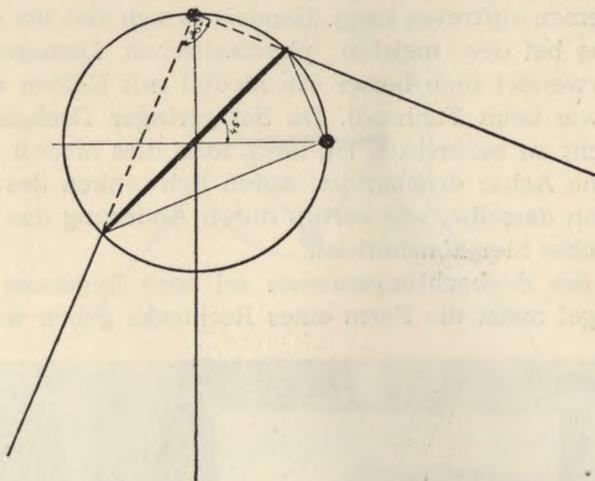


Fig. 3.

bachter in der Symmetrieebene stets der Fall ist, wobei wir unter Symmetrieebene die durch Achse und Bildpunkt gehende Ebene verstehen. Ein von der Symmetrieebene entfernter Beobachter ist dagegen zeitweise ausserhalb des Sichtbarkeitsbereichs. Dies veranschaulicht Figur 4. Auf der einen Achse ist die Zeit abgetragen, auf der anderen der Winkel, den eine durch den Bildpunkt gehende und parallel zur Rotationsachse verlaufende Ebene mit der Symmetrieebene bildet; der Winkel ist von der Symmetrieebene gerechnet, positiv nach der einen Seite, negativ nach der anderen. Zu diesen Ebenen gehören auch die den Sichtbarkeitsbereich begrenzenden Ebenen (die Seitenflächen der Pyramide). Ihr Winkel mit der Symmetrieebene ändert sich natürlich. Dies stellen die gebrochenen Geraden der Figur 4 dar. Das zwischen ihnen liegende schraffierte Feld ist der Sichtbarkeitsbereich. Fasst man eine Ebene mit konstantem Winkel in's Auge, so entspricht ihr in Fig. 4 eine zur t — Achse parallele Gerade. Man sieht aus der Figur, wie die Unterbrechung

der Sichtbarkeit wächst, wenn man sich von der t — Achse entfernt, d. h. wenn der Winkel zwischen Beobachtungsebene und Symmetrieebene zunimmt. Beobachtet man in der Symmetrieebene, so findet keine Unterbrechung statt. Fig. 5 und 6 geben ein qualitatives Bild der Verhältnisse, wenn die Spiegelbreite $3/2$ bzw. $2/3$ des Scheibendurchmessers beträgt. Grosse Spiegelbreite wirkt sich also günstig auf den Beobachtungsbereich aus, doch wird man meist mit Rücksicht auf andere konstruktive Forderungen (Grösse des Objekts) zu einem Kompromiss genötigt sein.

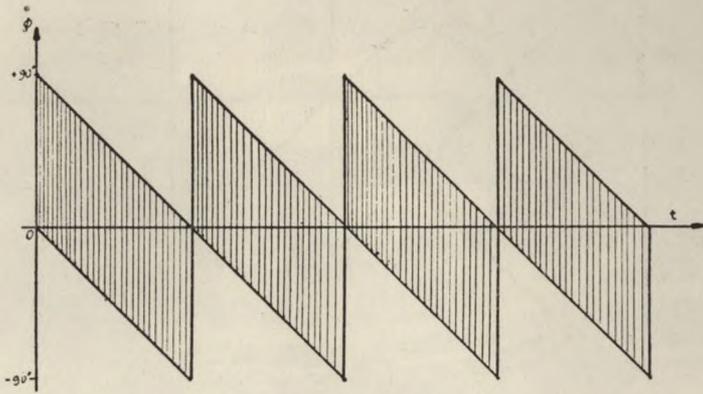


Fig. 4.

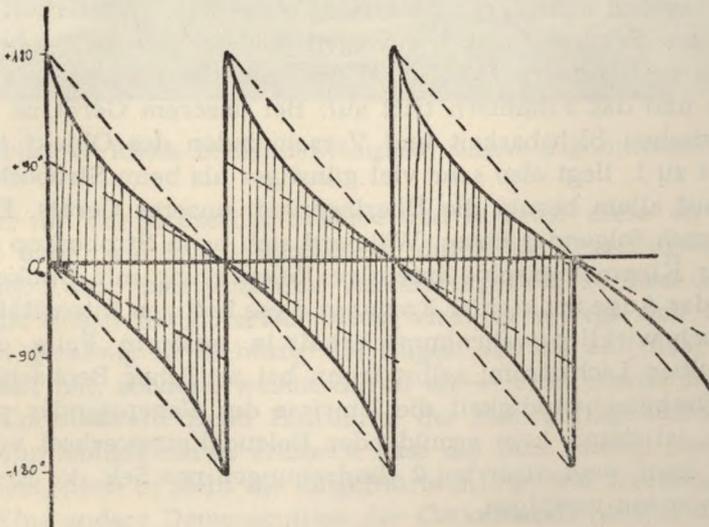


Fig. 5.

Wir müssen uns nun die Frage vorlegen, wie sich diese, bei seitlicher Beobachtung auftretenden Unterbrechungen auswirken.

Wegen der bekannten Trägheit des Auges werden kurze Unterbrechungen (von etwa $1/16$ Sek. abwärts) nicht wahrgenommen. Für längere

Unterbrechungen tritt beim Stroboskop und bei kinematographischer Darstellung ein höchst unangenehmes Flimmern auf. Es ist nun ein sehr wesentlicher Vorzug des hier beschriebenen Geräts, dass sich bei ihm ein solches Flimmern selbst bei kleinen Drehgeschwindigkeiten kaum bemerkbar macht.

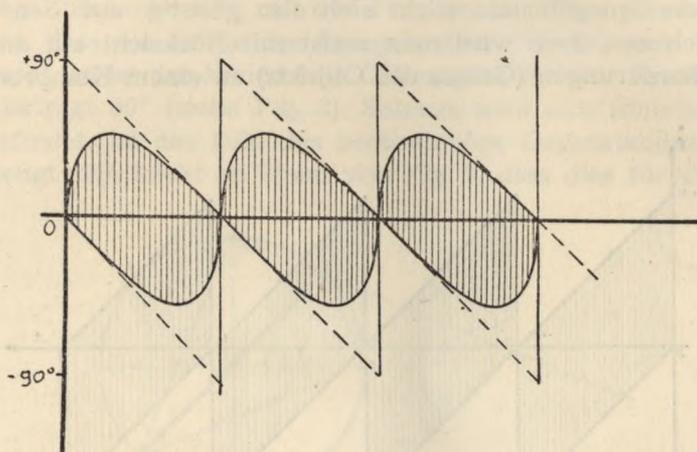


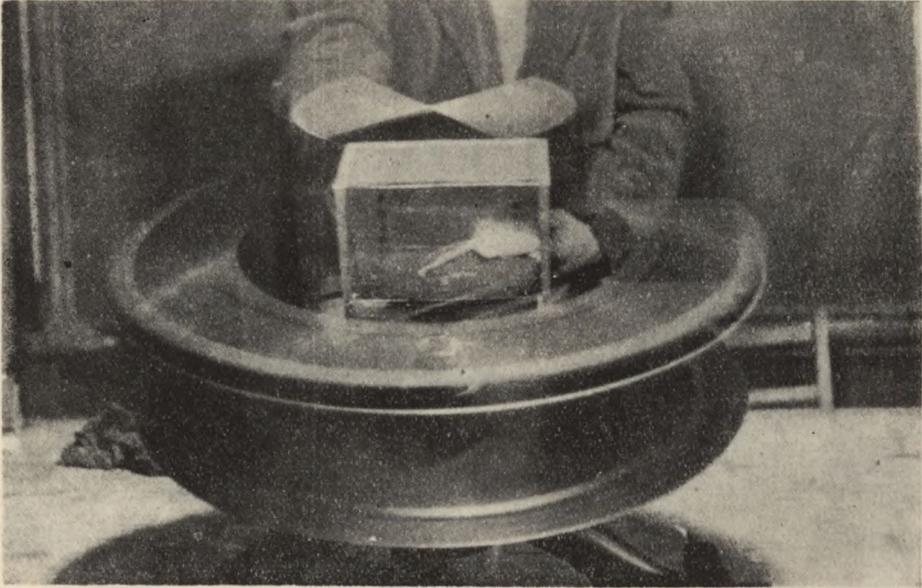
Fig. 6.

Beim Stroboskop benutzt man kurze Lichtblitze, zwischen denen eine etwa tausend mal länger dauernde Pause liegt. Wiederholt sich dies 2—5 mal pro Sekunde, was wir wegen der Art der zu beobachtenden Phänomene verlangen müssen, so ist die Pause lang genug, um bemerkt zu werden und das Flimmern tritt auf. Bei unserem Gerät ist das Verhältnis zwischen Sichtbarkeit und Verschwinden des Objekt im Mittel etwa wie 3 zu 1, liegt also sehr viel günstiger als beim Stroboskop. Aber nicht darauf allein beruht die Überlegenheit unseres Geräts. Es kommt vielmehr noch folgendes hinzu. Während sich beim Stroboskop und ähnlich in der Kinematographie intensive Beleuchtung mit Dunkelheit ablösen und das Auge bei kleiner Frequenz diese heftigen Intensitätsschwankungen auch wirklich wahrnimmt, erhält in unserem Falle das Auge stets denselben Lichtstrom; selbst wenn bei seitlicher Beobachtung und geringer Drehgeschwindigkeit die Umrisse des Gegenstandes periodisch verblassen, ist damit kein ermüdender Beleuchtungswechsel verbunden. In der Tat kann man sogar bei 2 Umdrehungen pro Sek. die Erscheinungen noch bequem verfolgen.

Was die Beleuchtung selbst anlangt, so erhält man die besten Ergebnisse bei diffusem Licht oder wenn man eine Lichtquelle über der Drehasche und dem Spiegel anbringt. Man kann auch mit gutem Erfolg ein Lichtbündel parallel zur Beobachtungsrichtung auf den Spiegel werfen, was bei Beobachtung lebender Objekte zu empfehlen ist; bei dieser Art

von Beleuchtung lässt sich das Bild auch mittels eines Objektivs grosser Brennweite auf einen Schirm werfen, so dass es dann für das ganze Auditorium gleichzeitig sichtbar ist.

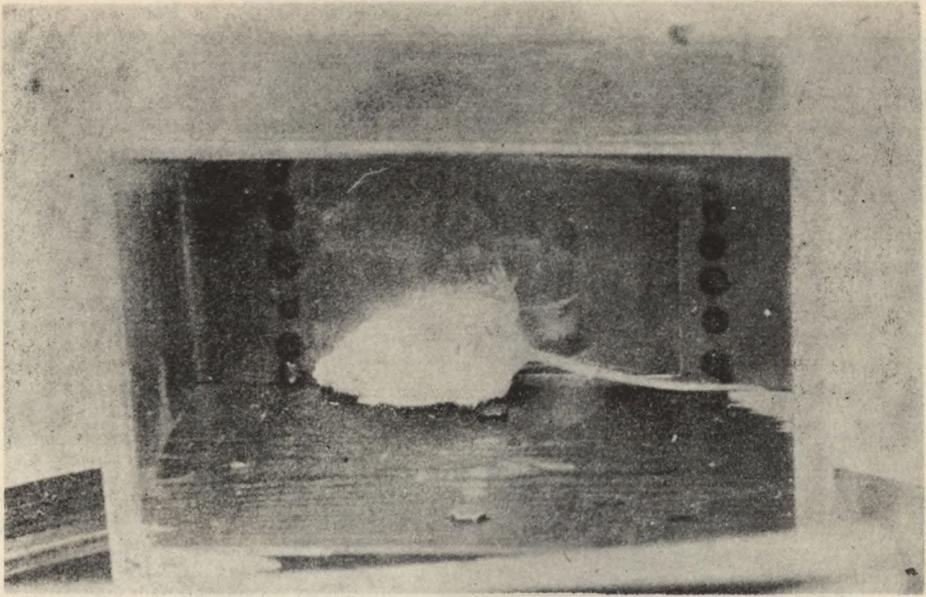
Zur Illustration wollen wir noch einige Experimente anführen, die mit dem Gerät ausgeführt werden können. Man lege z. B. ein Dynamometer, an dem eine Kugel hängt, auf die Drehscheibe, verbinde das Dy-



Phot. 4. Kleine Drehgeschwindigkeit; längere Expositionszeit

namometer mit der Achse der Scheibe und versetze diese in Rotation. Man sieht dann, wie das Dynamometer durch die Zentrifugalkraft gespannt wird. Führt man jetzt eine Rasierklinge ein, so dass der Faden, an dem die Kugel hängt, zerschnitten wird, so bewegt sich die Kugel nicht etwa geradlinig in Richtung des Zuges, den sie auf das Manometer ausgeübt hat, sondern weicht davon ab — eine schöne Demonstration der Corioliskraft. Beim Einführen der Rasierklinge wird der Zuschauer sehr lebhaft daran erinnert, dass die ihm ruhend erscheinende Kugel rotiert, denn er sieht die eingeführte Klinge auf Kreisbogen vorbeiziehen. Eine andere Demonstration der Corioliskraft besteht darin, dass man einen kleinen Waggon auf radial gelegte Schienen setzt und an die Rotationsachse festbindet. Schneidet man den Faden während der Rotation durch, so setzt sich der Waggon radial in Bewegung und kippt dann, wenn er eine bestimmte Geschwindigkeit erreicht hat, um. Die Zahl dieser Beispiele liesse sich natürlich leicht vermehren.

Ein zweites wichtiges Anwendungsgebiet betrifft das Verhalten von Organismen bei grossen Beschleunigungen. Bei den in unserem Institut angestellten Versuchen beschränkten wir uns auf eine Beschleunigung von $40g$ (g — Erdbeschleunigung), obwohl man mit unserem Modell auch grössere Beschleunigungen erhalten kann.



Phot. 5. Bild der bei grösserer Drehgeschwindigkeit an die Wand gedrückten Maus

Es sei noch auf die niedrigen Herstellungskosten des Geräts hingewiesen; auch seine Handhabung ist denkbar einfach.

Schlisslich sei noch auf eine dritte Anwendungsmöglichkeit dieser Konstruktion hingewiesen. Nimmt man an, dass in einem Weltraumschiff — wie das des öfteren vorgeschlagen wurde — durch Rotation ein künstliches Gravitationsfeld hergestellt wird, so wird dadurch die Beobachtung des Himmels erschwert, da sich ja für einen Insassen des Schiffs das Himmelsgewölbe in schneller Rotation befindet. Er erhält aber das normale Bild des Himmels, wenn er in einen rotierenden Spiegel blickt, dessen Drehgeschwindigkeit halb so gross ist wie die des Schiffes.

Die von uns erprobten Geräte wurden in unserer Werkstatt angefertigt, der — insbesondere Hrn. Ing. W. Niemyski — mein bester Dank gebührt.

Am Ende möchte ich dem Doc. Dr Armin Teske für alle seine freundliche und wertvollen Ratschläge herzlich danke.

STRESZCZENIE

Rozwój nauk technicznych i biologicznych wymaga od studentów tych dyscyplin coraz większej i gruntowniejszej znajomości fizyki. Tak na przykład, zrozumienie zjawisk zachodzących w układach nieinercjalnych, które ostatnio nabierają dużego znaczenia, sprawia wiele trudności nawet studentom fizyki.

Powodem tych trudności jest między innymi to, że w wykładzie dla zilustrowania rządzących tu praw odwołujemy się nie do bezpośredniego eksperymentu, demonstrowanego przed słuchającym nas audytorium, eksperyment zaś nabiera szczególnego znaczenia, gdy to audytorium nie ma odpowiedniego przygotowania matematycznego, lecz odwołujemy się tylko do wyobraźni, do przykładów z życia, a to ma już znacznie mniejszą siłę wyjaśniającą. Wprawdzie przy obecnych środkach technicznych można audytorium wprowadzić do układu wirującego za pomocą telewizji lub stroboskopu, jednak obie te metody mają wiele poważnych wad.

Autor opisuje wirownicę, na której można obserwować z ławek sali wykładowej zjawiska zachodzące w układzie wirującym z punktu widzenia obserwatora będącego w ruchu obrotowym. Wirownica ta nie posiada wad wyżej wymienionych metod, daje obraz trójwymiarowy w rzeczywistych kolorach przy normalnym dziennym oświetleniu. Można stosować przyspieszenia dośrodkowe zmieniające się w sposób ciągły od zera do wartości bardzo dużych i obserwować zjawiska o przebiegu jednorazowym, periodycznym i ciągłym.

Zasada działania jest prosta: wirujący obiekt jest obserwowany za pomocą płaskiego zwierciadła dwustronnego, wirującego w tej samej osi, tylko z dwa razy mniejszą prędkością kątową.

Prosty, nieskomplikowany przyrząd, na którym można wykonać wiele eksperymentów ilustrujących siły odśrodkowe i Coriolisa, ma nie tylko znaczenie dydaktyczne; można na nim przeprowadzić interesujące i aktualne dziś badania nad fizjologicznymi skutkami wielkich przyspieszeń. Urządzenie, chociaż proste i tanie, pozwala wygodniej i dokładniej niż innymi metodami, obserwować poddane eksperymentom zwierzęta.

РЕЗЮМЕ

Развитие технических и биологических наук требует от студентов этих дисциплин всё больших и более основательных познаний по физике. Так, например, осознание явлений, происходящих в неинерциальных системах, которые в последнее время приобретают большое значение, причиняет много трудностей даже студентам физики.

Причиной этих трудностей является между прочим то, что в устном изложении для проиллюстрирования господствующих здесь законов мы обращаемся не к непосредственному эксперименту, демонстрированному перед слушающей нас аудиторией, — но лишь к воображению, к примерам из жизни, что имеет уже значительно меньшую выясняющую силу, чем эксперимент, который приобретает особенное значение, когда аудитория не обладает соответствующим математическим приготовлением. Хотя при существующих в настоящее время технических средствах можно ввести аудиторию во вращающуюся систему при помощи телевидения или же стробоскопа, однако оба эти метода имеют много недостатков.

Автор описывает прибор, на котором можно наблюдать со скамейки аудитории явления, происходящие во вращающейся системе с обсервационного пункта наблюдателя, находящегося во вращательном движении.

Этот прибор не обладает недостатками вышеуказанных методов, дает трехмерный образ настоящего цвета при нормальном дневном освещении. Можно применять центростремительные ускорения, изменяющиеся непрерывным образом от нуля до очень больших значений и наблюдать явления одновременного и непрерывного процессов.

Основа действия проста: вращающийся объект наблюдается при помощи плоского двухстороннего зеркала, вращающегося вокруг той же оси, только с дважды меньшей угловой скоростью.

Простой, несложный прибор, на котором можно произвести много экспериментов, иллюстрирующих центробежные силы и силы Кориолиса, имеет не только дидактическое значение; на нем можно проводить интересные и актуальные в настоящее время исследования физиологических последствий великих ускорений. Прибор хотя прост и дешев, тем не менее позволяет выгоднее и точнее, чем другие методы, наблюдать подвергнутых экспериментам животных.

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE - SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XII

SECTIO AA

1957

1. W. Żuk: Elektromagnetyczna separacja izotopów telluru, talu, ołowiu i bromu z trudnolotnych związków tych pierwiastków.
On the Electromagnetic Isotope Separation from Non-volatile Compounds of Tellurium, Thallium, Lead and Bromine.
2. J. Meldizon i W. Grunwald: Mostek kompensacyjny z lampą 6ж 1ж zasilany ze stabilizowanego źródła napięcia.
The Compensatory Bridge with a 6ж 1ж Tube, Supplied from the Stabilized Source of Voltage.
3. T. Goworek: Wpływ zasilania fotopowielaczy na pracę aparatury do pomiaru milimikrosekundowych przedziałów czasu.
Photomultiplier Supplying Influence on the Performance of the System Measuring the Millimicrosecond Time Intervals.
4. T. Goworek i J. Kutnik: Termoemisja jonowa ze związków metali alkalicznych.
Thermal Emission of Positive Ions from the Alkaline Metals Compounds.
5. B. Adamczyk: Selekcja jonów wody polem o częstotliwości radiowej.
Selective Extraction of Water-ions by a high Frequency Electric Field.
6. J. Czajka, A. Pietrzykowa: Wpływ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ na zmianę pH, współczynnika załamania światła, lepkości, napięcia powierzchniowego i zdolności pianotwórczej układu koloidalnego białko-żółtka w zależności od czasu.
Der Einfluss des $\text{Ca}(\text{OH})_2$ auf die Veränderung von pH, Brechungsexponent, Viskosität, Oberflächenspannung und Schaumfähigkeit der kolloidalen Eiweiss-Eidotter-Systeme in Abhängigkeit von der Zeit.
7. J. Czajka: Badania nad wpływem temperatury, czasu ogrzewania $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ i NaCl na napięcie powierzchniowe kolooidów hydrofilnych.
Die Untersuchungen über den Einfluss von Temperatur, Erwärmungszeit, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ und NaCl auf die Oberflächenspannung der hydrophilen Kolloiden.
8. T. Penkala: Wpływ wielkości jonów na przebieg krzywych równowagi fazowej w układach dwuskładnikowych związków nieorganicznych.
Influence of Ion Size on the Course of Phase Equilibrium Curves in Binary Inorganic Systems.
9. J. Malicki, S. Korzeń, K. Sapięcha: Wosk torfowy na Lubelszczyźnie.
Das Torfwachs in der Woiwodschaft Lublin.
10. W. Hubicki, J. Matysik, Z. Zychiewicz-Zajdel: On the Polarographic Behaviour of Copper Salts in Solution of Liquid Ammoniates of Ammonium Nitrate and Lithium Nitrate.
Polarograficzne zachowanie się soli miedzi w ciekłych amoniakatach azotanu amonu i azotanu litu.
11. W. Hubicki, S. Jusiak: Polarographische Untersuchung der Kupfer- und Zinnsalze in flüssigem $\text{NH}_4\text{J} \cdot \text{nNH}_3$.
Polarograficzne badanie roztworów soli miedzi i cyny w ciekłym $\text{NH}_4\text{J} \cdot \text{nNH}_3$.
12. B. Klamut, J. Skierczyńska, J. Skierczyński: Pomiar kontaktowej różnicy potencjałów metodą kondensatorową.
Measurements of Contact Potential Differences by the Condenser Method.
13. D. Stachórska: Szybkość kondensacji pary przesyconej I.
The Rate of Condensation of Supersaturated Vapour.

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE
LUBLIN — POLON
VOL. XIII
SECTIO AA

1. W. Hubicki: Chemische Analyse im XVI. Jahrhundert in Polen.
Analiza chemiczna w XVI wieku w Polsce.
2. M. Dąbkowska: Ciekły amoniak LiClO_4 jako roztwór podstawowy w polarografii.
Liquid Ammoniate of Lithium Perchlorate as Solvent and Supporting Electrolyte in Polarography.
3. M. Dąbkowska: Polarograficzne oznaczanie Zn^{2+} w ciekłym amoniaku LiClO_4 .
The Polarographic Determination of Zn^{2+} in Liquid Ammoniate of Lithium Perchlorate.
4. K. Sykut: Automatyczny analizator kulometryczny.
Automatischer coulometrischer Analysator.
5. W. Hubicki, J. Kowalczyk: Elektrolityczne wydzielanie srebra, ołowiu i cynku z roztworów ich soli w cieczy Diversa.
Electrolytic Deposition of Silver, Lead and Zinc in Divers' Liquid.
6. J. Matysik: Oscylograficzne i polarograficzne badania w ciekłym amoniaku azotanu amonowego.
Oszillographische und polarographische Untersuchungen im flüssigen NH_4NO_3 — Ammoniakat (Teil I).
7. Z. Zychiewicz-Zajdel: Polarografia związków organicznych w ciekłym amoniaku azotanu litu. Część I.
Polarographie organischer Verbindungen im flüssigen $\text{LiNO}_3 \cdot n\text{NH}_3$. Teil I.
8. W. Hubicki, S. Jusiak: Polarograficzne oznaczanie antymonu w roztworze ciekłego amoniaku jodku amonu.
Polarographische Bestimmung des Antimons im flüssigen $\text{NH}_4\text{J} \cdot n\text{NH}_3$.
9. M. Subotowicz: Badanie potasowych i sodowych fotokatod złożonych metodą charakterystyk prądowo-napięciowych.
The Investigation of the Kalium and Sodium Compound Photocathodes Using the Current-Voltage Curves Method.

Adresse:

UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ
BIURO WYDAWNICTW
LUBLIN Plac Litewski 5 POLOGNE