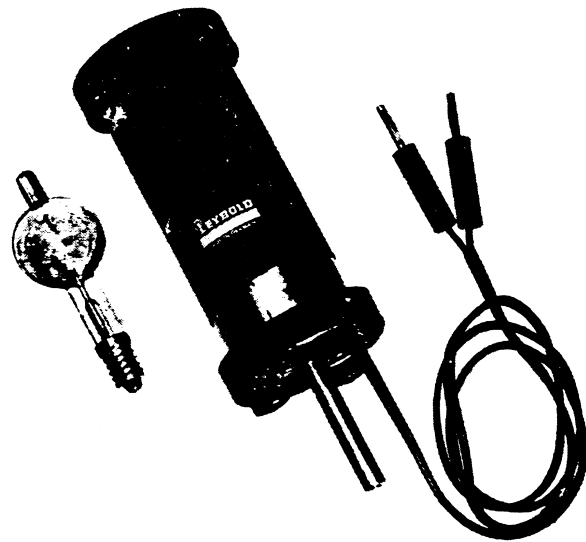


**Photozelle**  
**für  $h$ -Bestimmung**  
**und**  
**Gehäuse zur Photozelle**

**Photocell for  $h$ -Determination**  
**and**  
**Housing for the Photocell**

**Cellule photo-électrique pour**  
**déterminer la valeur  $h$**   
**et**

**Carter pour la cellule photo-électrique**



**1. Beschreibung**

Die Photozelle zur  $h$ -Bestimmung dient zu Versuchen über den lichtelektrischen Effekt, insbesondere — über seine spektrale Abhängigkeit — zur Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums.

Die **Photozelle (558 77)** ist eine großflächige Kalium-Vakuum-Photozelle mit einer elektrisch beheizbaren Anode aus Platindraht. Die Heizspannung wird über einen Edison-Sockel E 14 zugeführt, während die lichtempfindliche Alkalischiicht (Kathode) auf der entgegengesetzten Seite über eine Metallkappe von 9 mm Durchmesser angeschlossen ist.

**Anmerkungen**

- Die in Klammern gesetzten fünfstelligen Zahlen geben die Katalog-Nummern der betreffenden Geräte an.
- Die Angaben: DK ... beziehen sich auf die Versuchsbeschreibungen in LEYBOLD PHYSIKALISCHE HANDBLÄTTER.

Bisher sind erschienen:

	Kat.-Nr.
1. Folge (2 Blatt) . . . . .	599 01
2. Folge (52 Blatt) . . . . .	599 02
3. Folge (49 Blatt) . . . . .	599 03
4. Folge (50 Blatt) . . . . .	599 04

- Die Angaben und Abbildungen sind für die Ausführung der Geräte nicht in allen Einzelheiten verbindlich. Wir sind bestrebt, unsere Fertigung stets den neuesten wissenschaftlichen und technischen Erkenntnissen anzupassen.

**1. Description**

The photocell for  $h$ -determination is used to carry out experiments on the photoelectric effect, and in particular — by way of its spectral dependency — to determine Planck's quantum of action.

The **photocell (558 77)** is a potassium-vacuum photocell of large area with an electrically heated anode made of platinum wire. The heater voltage is supplied through an E 14 screw cap, while the photosensitive alkali layer (cathode) is connected up on the opposite side through a metal cap 9 mm in diameter.

**Notes**

- The five-figure numbers quoted in brackets refer to the catalogue numbers of the respective apparatus.
- The data DC ... refer to the experiment descriptions published as a collection of leaflets in the "LEYBOLD PHYSICS LEAFLETS".  
 Published to date:

	Cat. No.
1st series (72 sheets) . . . . .	599 21
2nd series (52 sheets) . . . . .	599 22
3rd series (49 sheets) . . . . .	599 23
4th series (50 sheets) (translation prepared) . . . . .	599 24

- The specifications and illustrations are not binding in every detail for the design of the apparatus. It is our policy always to keep our manufacturing programme right up to date so that it makes full allowance for the latest knowledge acquired in all scientific and technical fields.

**1. Description**

La cellule photo-électrique pour déterminer la valeur  $h$  permet d'exécuter de nombreuses expériences sur l'effet photo-électrique et, en particulier, sur sa dépendance spectrale pour déterminer la constante de Planck.

La **cellule photo-électrique (558 77)** est constituée par une cellule sous vide à grande surface de potassium et une anode formée par un fil de platine chauffée électriquement. La tension de chauffage est amenée par la douille Edison 14 mm, tandis que la couche de métal alcalin sensible à la lumière (cathode) du côté opposé est raccordée par un capuchon métallique de 9 mm de diamètre.

**Remarques**

- Les numéros à 5 chiffres entre parenthèses sont les numéros de catalogue des dits
- Les lettres DC ... se rapportent aux descriptions des expériences publiées dans la collection «LEYBOLD FICHES D'EXPERIENCES».  
 Paru jusqu'à maintenant:

	No de Cat.
1re série (72 fiches) . . . . .	599 41
2e série (52 fiches) . . . . .	599 42
3e série (49 fiches) . . . . .	599 43
4e série (50 fiches) (traduction en préparation) . . . . .	599 44

- Les indications et reproductions sont données sans engagement de notre part, vu que nous nous efforçons de perfectionner nos appareils en faisant profiter notre production des plus récentes connaissances scientifiques et techniques.

Der lichtelektrische Sättigungsstrom beträgt einige  $10^{-7}$  A/lm, bei niedrigen Saugspannungen entsprechend weniger.

Das **Gehäuse zur Photozelle (558 78)** ist zweiteilig. Das Unterteil ist auf einem Stift von 10 mm Durchmesser aufgebaut und trägt eine Edison-Fassung E 14 zur Aufnahme der Photozelle. Mit Hilfe von 3 Rändelschrauben an der Unterseite der Bodenplatte kann die Stellung der eingeschraubten Photozelle justiert werden. Ein zweiadriges Kabel führt die Anodenanschlüsse heraus. Für den Anschluß einer Erdleitung hat der Stift oben eine Querbohrung und in seinem unteren Ende eine zentrische Bohrung, beide von 4 mm  $\phi$ .

Das Oberteil von 58 mm Durchmesser kann auf das Unterteil aufgeschoben werden, wobei sich im Innern ein Kontakt federnd auf die Kathodenkappe der Zelle legt. Dieser Anschluß ist hochisoliert zu einer 4-mm-Buchse auf dem Gehäuseoberteil herausgeführt, die mit ihrem Isolator unter leichtem Druck von oben gedreht und dann herausgehoben werden kann. Seitlich ist eine Öffnung von 30 mm Durchmesser für den Lichteintritt angebracht.

## 2. Inbetriebnahme

Die Photozelle wird in die Edisonfassung des Gehäuseunterteils eingeschraubt. Dann setzt man das Oberteil auf, dessen seitliche Öffnung so orientiert werden muß, daß die Kathode belichtet werden kann. Das Gerät wird auf Stativmaterial befestigt und der 10-mm-Stift sowie ein Pol der Anodenanschlüsse mit einer Erdleitung verbunden. Der isolierte Kathodenanschluß wird über ein empfindliches Strommeßinstrument an eine regelbare kleine Gleichspannung (0... + 2 Volt gegen Erde) angeschlossen. Das große Demonstrations-Drehspulinstrument (531 86) oder das Zwilling-Mavo (442 73/74) haben in Verbindung mit dem Meßverstärker (532 01) eine ausreichende Empfindlichkeit.

Die Heizung der Platinschleife (Anode) dient dazu, das auf den Platindraht von der lichtempfindlichen Schicht herüberdestillierte Kalium wieder abzdampfen. Dieses kann anderenfalls bei Belichtung der Platinschleife einen störenden Elektronenstrom in entgegengesetzter Richtung hervorrufen. Weil durch die Heizung der Platinschleife die lichtempfindliche Alkalischiicht zu stark erwärmt und somit unbrauchbar werden kann, ist folgende Vorschrift zu beachten:

The photoelectric saturation current amounts to several  $10^{-7}$  A/lm, and is correspondingly less at low driving potentials.

The **housing for the photocell (558 78)** consists of two parts. The bottom part is mounted on a shaft of 10 mm diameter, and has an E 14 socket to fit the photocell. The position of the screwed-in photocell can be adjusted with the aid of 3 knurled-head screws located at the bottom of the base plate. A two-wire cable provides the anode connections. For connecting up an earth wire, a transverse drill-hole is provided at the top, a centric drill-hole at the bottom of the shaft, both of 4 mm  $\phi$ .

The top part, 58 mm in diameter, can be fitted onto the bottom part, while from the inside a contact is cushioned on the cathode cap of the cell. This connection is highly insulated and leads to a 4 mm socket on the top part of the housing, which on applying slight pressure from above can be turned and taken out. Laterally there is an opening 30 mm in diameter for the admission of light.

## 2. Operation

The photocell is screwed into the E 14 socket on the bottom part of the housing. Subsequently the top part is mounted with its opening in such a position that the cathode can be exposed to light. The apparatus is fitted to a stand, and the 10 mm shaft and one pole of the anode connections are joined to an earth wire. The insulated cathode connection is connected via a sensitive ammeter to a small, controllable D. C. voltage (0... + 2 V against earth.) The demonstration multirange meter (531 86) or the projection type twin moving coil instrument (442 73/74) possesses in combination with the measuring amplifier (532 01) a sufficient sensitivity.

The platinum loop (anode) is heated to vaporize any potassium that has condensed on it from the photosensitive layer. Otherwise this potassium on the anode might cause a reverse electron current if the platinum loop were illuminated, which would falsify the results. But as heating the platinum loop might cause an undue rise of temperature in the photosensitive alkali layer of the photocathode, therefore rendering it useless, the following procedure should be adhered to:

Le courant de saturation photo-électrique s'élève à quelques  $10^{-7}$  ampères/lumen; en présence de tensions d'aspiration plus basses, il est proportionnellement moins élevé.

Le **carter pour la cellule photo-électrique (558 78)** comprend deux parties. La partie inférieure est montée sur une tige de 10 mm de diamètre et munie d'une douille Edison 14 mm permettant de recevoir la cellule photo-électrique. A l'aide des 3 vis à tête moletée se trouvant sous la plaque-support du carter, on peut régler exactement la position de la cellule photo-électrique. Un câble à deux conducteurs permet de connecter l'anode. Pour raccorder un conducteur à la terre, la tige est percée transversalement à ses deux extrémités d'un trou de 4 mm  $\phi$ .

La partie supérieure de 58 mm de diamètre peut être glissée sur la partie inférieure; à l'intérieur, un contact à ressort vient se placer sur le capuchon métallique de la cathode de la cellule. Ce raccord parfaitement isolé est amené à une douille de 4 mm placée sur la partie supérieure du carter et que l'on peut faire pivoter avec son isolateur en exerçant une légère pression d'en haut; la douille s'enlève alors sans difficulté. On a prévu latéralement une ouverture de 30 mm de diamètre pour l'entrée de la lumière.

## 2. Mise en service

La cellule photo-électrique est vissée dans la douille Edison de la partie inférieure du carter. On place ensuite la partie supérieure en orientant son ouverture latérale de façon que la cathode puisse être éclairée. Le tout est installé sur un support, dont la tige de 10 mm est, ainsi qu'un des pôles de l'anode, connectée à la terre. Le raccord isolé de la cathode est connecté à une faible tension continue réglable (0... + 2 volts par rapport à la terre), par l'intermédiaire d'un ampèremètre sensible. Le grand appareil de démonstration à cadre mobile (531 86) ou les mavomètres jumelés (442 73/74) combiné avec l'amplificateur de mesure (532 01), constitue un ampèremètre d'une sensibilité suffisante.

Le chauffage de la boucle en platine (anode) sert à évaporer de nouveau le potassium transporté sur elle par distillation en provenance de la couche sensible à la lumière. Sinon celui-ci peut provoquer, en éclairant la boucle en platine, un courant perturbateur d'électrons dans la direction opposée. Etant donné que la couche de métal alcalin peut être portée par inadvertance à une trop haute température lors du chauffage de la boucle en platine et être mise hors d'usage, il convient de se conformer à la prescription suivante:

Eine Gleich- oder Wechselspannungsquelle von 2 V wird über einen Schalter an die zur Edison-Fassung E 14 führenden Kabel des Gehäuses angelegt. Beim Einschalten kann dann ein Heizstrom von 1—1,2 A fließen. Der Schalter wird aber nur eingeschaltet, wenn der Versuchsaufbau beendet ist und der zur Strommessung dienende Meßverstärker angeschlossen und in Betrieb ist. Dabei soll an der Platinschleife eine negative Spannung von 1 bis 2 V gegenüber der lichtempfindlichen Schicht angelegt sein (Bremsspannung). Der Schalter für den Heizstrom wird kurzzeitig vor (nicht während) einer Messung eingeschaltet und sofort wieder ausgeschaltet, wenn das am Meßverstärker angeschlossene Drehspulinstrument einen dem Photostrom entgegengesetzten Strom anzuzeigen beginnt. Das ist meist nach 1—2 Sekunden der Fall und kann als bestes Kriterium für eine gerade ausreichende Erwärmung der Platinschleife benutzt werden. Auf keinen Fall darf die Platinschleife längere Zeit mit etwas kleineren Strömen beheizt werden, weil dadurch die Zelle erwärmt und die lichtempfindliche Schicht verändert wird.

Das Ausheizen der Platinschleife ist nur nötig, wenn trotz Säuberung des Gehäuses und der Zelle und guter optischer Justierung bei wachsender Gegenspannung ein verhältnismäßig großer Gegenstrom auftritt.

### 3. Hinweise

Zur größenordnungsmäßigen Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums genügt bereits das mit dem Lichtfilter für die Hg Linie  $\lambda = 436$  nm (468 32) bzw. dem Ultraviolett-Filter  $\lambda = 366$  nm (469 79) gefilterte Licht der Quecksilber-Hochdrucklampe (451 15) mit dem Schul-Spiegelgalvanometer (532 10) als Anzeige-Instrument.

Eine einwandfreie Bestimmung erfordert spektral reines Licht, das man mit der Quecksilber-Hochdrucklampe (451 15), dem Geradsichtprisma (466 05), dem verstellbaren Spalt (460 14) und entsprechenden Abbildungslinsen erhält.

Das Drehspulinstrument (531 86, bzw. 442 73/74) erhält durch den Meßverstärker (532 01) eine solche Empfindlichkeit, daß mit den im Sichtbaren liegenden Wellenlängen 578 nm (gelb), 546 nm (grün), 493 nm (grünblau), 436 nm (blau) und 405 nm (violett) gemessen werden kann.

Störungen der Messungen sind infolge mangelhafter Isolation der Zelle bzw. bei Photoeffekt an der Anode möglich. Deshalb sind der isolierte Anschluß am Gehäuse sowie die Photozelle sauber zu halten und gegebenenfalls mit GREEN'S Linsenreiniger

A source of D. C. or A. C. yielding 2 V should be connected to the cables of the case leading to the E 14 Edison socket, interposing a switch. When switching on, the heating current may be 1 ... 1.2 A, but the switch should only be switched on when the whole arrangement has been set up and the measuring amplifier used to measure the current has been connected up and taken into operation. The platinum loop should be at a potential which is 1 to 2 V below that of the photosensitive layer (reverse potential). The switch for the heating current should be switched on briefly prior to (not during) a determination and then switched off again at once when the moving coil instrument connected to the measuring amplifier begins to indicate a reverse current. This will generally be the case after 1 ... 2 seconds and is the best criterion for a just-sufficient heating of the platinum loop. In no case must the platinum loop be heated over prolonged periods and with somewhat smaller currents, as this would cause the cell to warm up and change the properties of the photosensitive layer.

Heating the platinum loop is required only if—despite cleaning of the housing and cell, and a good optical adjustment—there is a comparatively large counter-current with increasing counter-voltage.

### 3. Hints

The light of the mercury vapour lamp (451 15) filtered with the light filter for the mercury line  $\lambda = 436$  nm (468 32) or the ultraviolet filter  $\lambda = 366$  nm (469 79) respectively, suffices already for an approximate determination of Planck's quantum of action. The school mirror galvanometer (532 10) is used as the indicating instrument.

An exact determination is only possible with spectrally pure light which may be obtained with the mercury vapour lamp (451 15), the direct vision prism (466 05), the adjustable slit (460 14) and appropriate image lenses.

By means of the measuring amplifier (532 01) the moving coil instrument (531 86 or 442 73/74) becomes so sensitive that it is possible to take measurements with wavelengths in the visible range, i. e. 578 nm (yellow), 546 nm (green), 493 nm (green-blue), 436 nm (blue) and 405 nm (violet).

Unsatisfactory measurements may be due to poor insulation of the cell or to a photoelectric effect at the anode. The insulated connection to the housing as well as the photocell must, therefore, be clean at all times. If necessary, they should be cleaned with

On applique, à l'aide d'un interrupteur, une tension continue ou alternative de 2 volts aux bornes du câble aboutissant à la douille Edison E 14. Un courant de chauffage de 1—1,2 A peut passer au moment de la mise en circuit. Mais l'interrupteur n'est fermé que lorsque le montage expérimental est terminé et que l'amplificateur servant à la mesure du courant est raccordé et en service. En outre, on doit appliquer à la boucle en platine une tension négative de 1 à 2 volts par rapport à la couche photosensible (tension de freinage). Le courant de chauffage est court-circuité peu avant (non pendant) une mesure et ouvert dès que l'appareil à cadre mobile raccordé à l'amplificateur de mesure commence à accuser un courant opposé au courant photo-électrique. Cela se produit la plupart du temps au bout de 1 à 2 secondes et peut être regardé comme le meilleur critérium pour obtenir un chauffage tout juste suffisant de la boucle en platine, qui ne doit être en aucun cas chauffée plus longtemps avec des courants légèrement plus faibles, parce que la cellule s'échaufferait, entraînant une altération de la couche photo-sensible.

Il ne devient nécessaire de chauffer la boucle en platine que lorsque, malgré le nettoyage du carter et de la cellule et un bon ajustement optique, en appliquant une contre-tension croissante, un contre-courant relativement grand apparaît.

### 3. Remarques

Pour la détermination approximative de la constante de Planck, il suffit d'employer la lumière de la lampe à vapeur de mercure (451 15) tamisée au filtre pour la raie bleue du mercure  $\lambda = 436$  nm (468 32) ou au filtre perméable à l'ultraviolet  $\lambda = 366$  nm (469 79) combiné avec le galvanomètre à miroir (532 10) servant d'indicateur.

Une détermination exacte exige une lumière spectralement pure, pouvant être obtenue à l'aide de la lampe à vapeur de mercure (451 15), du prisme à vision directe (466 05), de la fente réglable (460 14) et des lentilles d'objectif appropriées.

L'appareil à cadre mobile (531 86, ou 442 73/74) acquiert à l'aide de l'amplificateur de mesure (532 01) une telle sensibilité qu'on peut mesurer des longueurs d'ondes visibles de 578 nm (jaune), 546 nm (vert), 493 nm (vertbleu), 436 nm (bleu) et 405 nm (violet).

Des erreurs dans la mesure peuvent résulter d'un isolement défectueux de la cellule ou d'un effet photo-électrique à l'anode. C'est pourquoi il faut veiller à la parfaite propreté de la connexion isolée disposée sur le carter et à celle de la cellule. On procédera

(305 00) oder mit Alkohol und nachfolgender Warmluftbehandlung zu säubern.

Um den Photoeffekt an der Anode klein zu halten, vermeide man direkte Belichtung der Anode. Es empfiehlt sich, eine Kreisblende von ca. 15 mm Durchmesser aus schwarzem Papier gefertigt auf den Glaskolben der Photozelle anzubringen. Belichtung mit Streulicht von der Kathode her ist unvermeidlich. Bei reinem Platin kann erst die Quecksilber-Resonanzlinie  $\lambda = 254$  nm Photoelektronen auslösen. Die gelegentliche Beheizung der Anode verbessert daher das Meßergebnis.

#### 4. Versuche

Eine genaue Versuchsbeschreibung befindet sich in Leybold Physikalische Handblätter, DK 535 215.2; b, 3. Folge, Blatt 4, Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums  $h$ .

Green's lens tissue (305 00), or with alcohol and subsequent treatment with warm air.

To keep the photoelectric effect at the anode at a minimum, avoid direct exposure of the anode to light. It is recommended to fix a circular diaphragm, 15 mm in diameter, made of black paper, onto the glass bulb of the photocell. Exposure with scattered light from the cathode is unavoidable. With pure platinum, only the mercury resonance line  $\lambda = 254$  nm can release photo-electrons. Occasional heating of the anode therefore improves the result.

#### 4. Experiments

For detailed description on this experiment refer to Leybold Physics leaflets DC 535.215.2; b, 3rd series, sheet 4 Planck's quantum of action  $h$ .

le cas échéant à ce nettoyage avec l'essuie-verre de Green (305 00) ou de l'alcool, suivi d'un séchage à l'air chaud.

Afin de réduire l'effet photo-électrique à l'anode, il est indiqué d'éviter l'éclairage direct de celle-ci. On recommande d'appliquer un diaphragme circulaire d'environ 15 mm de diamètre en papier noir sur le ballon de verre de la cellule photo-électrique. L'éclairage par la lumière diffuse venant de la cathode est inévitable. En présence de platine pur, la raie de résonance du mercure  $\lambda = 254$  nm est la première à pouvoir émettre des photo-électrons. Le chauffage intermittent de l'anode améliore dès lors le résultat de la mesure.

#### 4. Expériences

On trouvera décrites en détail dans les fiches d'expériences les expériences suivantes, CD 535.215.2; b, 3<sup>e</sup> série, fiche 4, Détermination de la constante de Planck  $h$ .