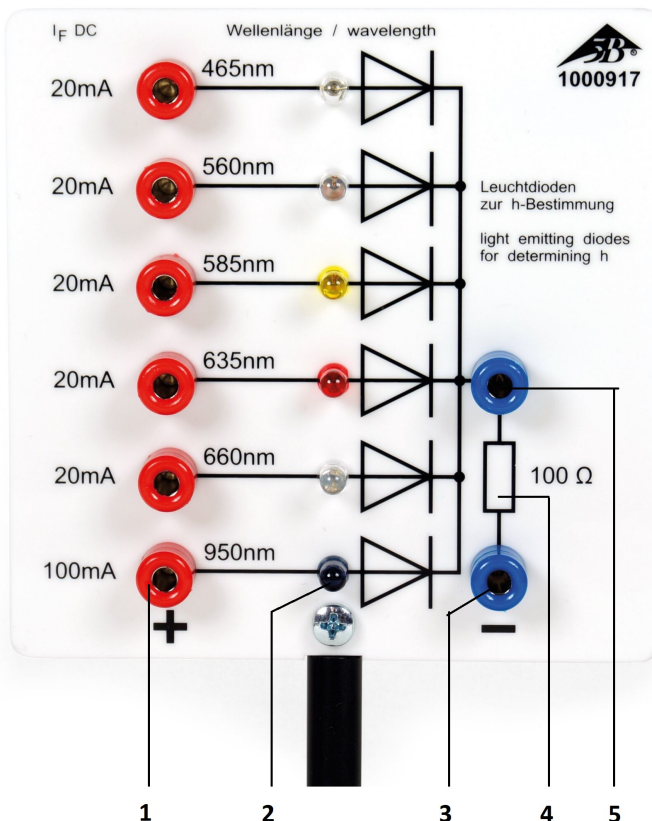


Leuchtdioden zur h-Bestimmung 1000917

Bedienungsanleitung

09/15 SP



- 1 Buchsen für LED's (Anode)
- 2 LEDs blau bis infrarot
- 3 Buchse für Vorwiderstand 100 Ohm
- 4 Vorwiderstand auf Platine 100 Ohm (Rückseite)
- 5 Buchse für gemeinsame Katode

1. Sicherheitshinweise

- Bei intensiv leuchtenden Dioden nicht direkt auf die Abstrahlfläche blicken.
- Maximalstrom nicht überschreiten.
- Dioden nicht ohne Vorwiderstand betreiben.
- Gerät nicht mit Flüssigkeiten in Berührung bringen.

2. Beschreibung

Das Gerät dient zur Bestimmung der Planck'schen Konstante h durch Messung der Diffusionsspannung verschiedenfarbiger Leuchtdioden als Funktion der Wellenlänge bzw. Frequenz. Es können auch die Wellenlängen durch Gitterbeugung, Zusammenhänge zwischen Leucht- und Stromstärke und die Strom- / Spannungskennlinie der Leuchtdioden bestimmt werden. Auf der Platine befinden sich 6 Leuchtdioden in den Farben blau, grün, gelb und rot in 3 Wellenlängen. Die Katoden sind über einen gemeinsamen Punkt herausgeführt. Der Widerstand dient als Schutz und sollte stets beim Betrieb der Dioden mit vorgeschaltet sein.

3. Technische Daten

Betriebsspannung:	6 V DC
Zul. Maximalstrom:	20 mA, LED (Infrarot) 100 mA
Dioden:	6 LEDs (blau, grün, gelb und rot in 3 Wellenlängen)
Vorwiderstand:	100 Ohm; 1 W
Anschlüsse:	4-mm-Sicherheitsbuchsen
Abmessung:	115 x 115 mm ²
Masse:	ca. 120 g

4. Versuchsbeispiele

Zur Durchführung der Versuche sind folgende Geräte zusätzlich erforderlich:

1 DC-Netzgerät 0–20 V @230 V	1003312
oder	
1 DC-Netzgerät 0–20 V @115 V	1003311
1 Vielfach-Messgerät Escola 100	1013527
1 Tonnenfuß	1001046
Experimentierkabel	

4.1 Abschätzung des Planckschen Wirkungsquantums

- Dioden einzeln über Widerstand an regelbare Spannungsquelle anschließen. Durchlassrichtung beachten.
- Netzgerät auf kleinste Spannung stellen und anschalten.
- Spannung langsam erhöhen.

Die Dioden beginnen zu leuchten wenn die Durchlassspannung U_D (zwischen den Anschlüssen 1 und 4) erreicht ist.

Bei der Wellenlänge 950 nm kann das Leuchten durch den Suchermonitor einer Digitalkamera beobachtet werden.

4.2 Auswertung

- Aus den Wellenlängen die Frequenzwerte berechnen.
 $f = c / \lambda$
- Werte für Energie berechnen
 $E = e \cdot 10^{-19} \cdot U_D$
- An Hand der Energiewerte im E/f – Diagramm Trendlinie mitteln.
- Anstieg der Trendlinie (Gerade) berechnen (Plancksches Wirkungsquantum h).

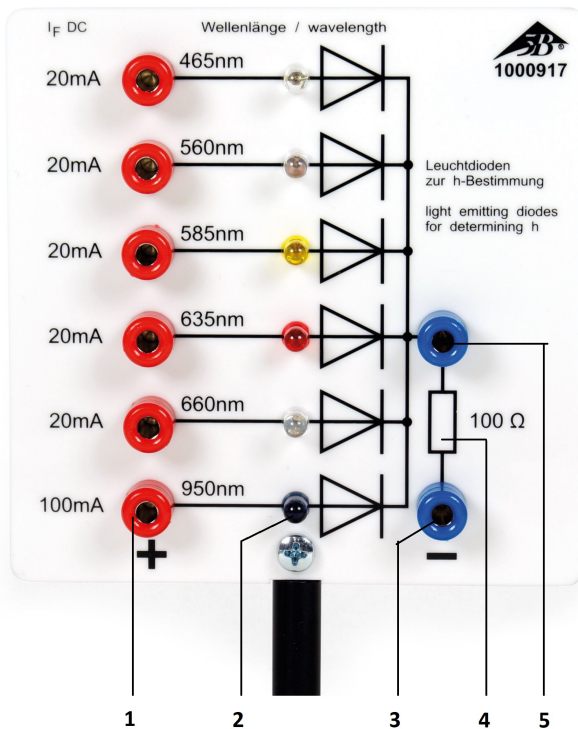
$$e \cdot U_D = h \cdot f$$

λ (nm)	Farbe	f in 10^{14} Hz $f = c / \lambda$	U_D in V Messwert	$E = e \cdot U_D$ in $J \cdot 10^{-19}$ ($e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ As)
465	Blau	6,45	2,26	3,62
560	Grün	5,36	1,72	2,76
585	Gelb	5,12	1,67	2,67
635	Hellrot	4,72	1,51	2,419
660	Dunkelrot	4,54	1,44	2,307
950	Infrarot	3,15	1,0	1,6

Light emitting diodes for determining Planck's constant (h) 1000917

Instruction sheet

09/15 SP



- 1 Sockets for LED's (anode)
- 2 LEDs, blue to infrared
- 3 Socket for 100 Ω series resistor
- 4 Series resistor on (rear of) circuit board 100 Ω
- 5 Socket for common cathode

1. Safety instructions

- When the diodes are brightly illuminated, avoid looking directly at the radiating surface.
- Do not exceed the maximum current.
- Do not operate the diodes without the series resistor.
- Do not allow any liquid to enter the equipment.

2. Description

The equipment is used to determine Planck's constant h by measuring the diffusion voltage of multicoloured LEDs as a function of wavelength or frequency. It is also possible to determine wavelengths by means of lattice diffraction, as well as the relation between luminous intensity and current. In addition, the equipment can also be used to determine the current/voltage characteristic curves for the LEDs. The circuit board is equipped with six LEDs in the colours blue, green, yellow, and three different wavelengths of red. The cathodes are all connected to a common rail. The resistor serves as a protection and should always be connected in series when operating the diodes.

3. Technical data

Operating voltage:	6 V DC
Maximum permissible current:	20 mA, LED (infra-red) 100 mA
Diodes:	6 LEDs (blue, green, yellow, and 3 different wavelengths of red)
Series resistor:	100 Ohm, 1 W
Connections:	4-mm safety connectors
Dimensions:	115 mm x 115 mm
Weight:	120 g approx.

4. Sample experiments

In order to conduct the experiments, the following apparatus is additionally required:

1 DC Power Supply 20 V@230 V	1003312
or	
1 DC Power Supply 20 V @115 V	1003311
1 Analogue Multimeter ESCOLA 100	1013527
1 Stand base	1001046
Experiment leads	

4.1 Determining Planck's constant (h)

- Connect the diodes individually via the resistance to the voltage source. Make sure they are forward biased.
- Switch on the power supply unit after setting it to the minimum voltage.
- Gradually increase the voltage.

The diodes light up when the bias voltage U_D (between connections 1 and 4) has been reached.

For a wavelength of 950 nm, the light emission can be observed through the viewfinder of a digital camera.

4.2 Evaluation

- Calculate the frequency values from the wavelengths.

$$f = c/\lambda$$

- Calculate the values for energy.

$$E = e \cdot 10^{-19} \cdot U_D$$

- Based on the energy values in the E/f curve, calculate the gradient of the curve.
- Derive the constant (Planck's constant h) from the gradient.

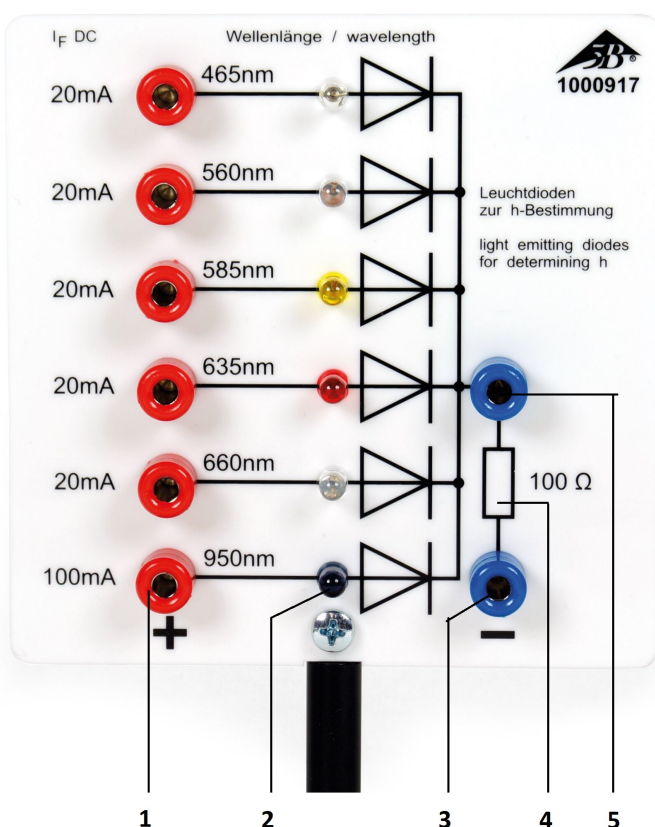
$$e \cdot U_D = h \cdot f$$

λ (nm)	Colour	f in 10^{14} Hz $f = c/\lambda$	U_D in V Measurements	$E = e \cdot U_D$ in $J \cdot 10^{-19}$ ($e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ As)
465	Blue	6.45	2.26	3.62
560	Green	5.36	1.72	2.76
585	Yellow	5.12	1.67	2.67
635	Light red	4.72	1.51	2.419
660	Dark red	4.54	1.44	2.307
950	Infra-red	3.15	1.0	1.6

Diodos luminosos para la determinación de la constante de Planck (h) 1000917

Instrucciones de uso

09/15 SP



- 1 Clavijeros para LED (ánodo)
- 2 LEDs desde azul hasta infrarrojo
- 3 Clavijero para resistencia en serie de 100 ohmios
- 4 Resistencia de 100 ohmios en serie, en la tarjeta (lado posterior)
- 5 Clavijero para cátodo común

1. Avisos de seguridad

- En caso de que los diodos iluminen intensamente, no se debe mirar directamente a la superficie de irradiación.
- No se debe sobrepasar la corriente máxima.
- Los diodos no deben funcionar sin la resistencia en serie.
- Es necesario evitar que el equipo entre en contacto con líquidos.

2. Descripción

El equipo se utiliza para determinar la constante h de Planck mediante la medición de la tensión

de difusión de diodos luminosos de diferentes colores en función de la longitud de onda o de frecuencia. También se pueden determinar las longitudes de onda mediante la difracción producida por una rejilla, al igual que la relación entre la intensidad luminosa y la intensidad de corriente y entre la característica de electricidad y la de tensión de los diodos luminosos. En la tarjeta se encuentran 6 diodos luminosos de color azul, verde, amarillo y rojo, este último en tres longitudes de onda. Los cátodos salen al exterior a través de un punto común. La resistencia en serie sirve como protección y siempre debe estar conectada durante el funcionamiento de los diodos.

3. Datos técnicos

Tensión de servicio:	6 V c.c.
Tensión máx. perm.:	20 mA, LED (infrarrojo) 100 mA
Diodos:	6 LEDs (azul, verde, amarillo y rojo, este último en tres longitudes de onda)
Resistencia en serie:	100 ohmios; 1 W
Conexiones:	clavijeros de seguridad de 4 mm
Dimensiones:	115 x 115 mm ²
Peso:	aprox. 120 g

4. Ejemplos de experimentos

Para la ejecución de las pruebas se requieren adicionalmente los siguientes equipos:

1 fuente de alimentación de c.c. 0–20 V @230 V	1003312
o	
1 fuente de alimentación de c.c. 0–20 V @115 V	1003311
1 equipo de medición múltiple Escola 100	1013527
1 base con orificio central	1001046
Cable de experimentación	

4.1 Estimación del cuanto de acción de Planck

- Conectar individualmente los diodos, a través de la resistencia, a una fuente de tensión regulable. Tomar en cuenta el sentido de conducción.
- Ajustar la fuente en el menor valor posible de tensión y encenderla.
- Aumentar la tensión lentamente.

Los diodos empiezan a iluminar cuando se ha alcanzado la tensión de conducción U_D (entre las conexiones 1 y 4).

Para las longitudes de onda de 950 nm, se puede valorar la iluminación mediante el monitor de búsqueda de una cámara digital.

4.2 Evaluación

- Calcular los valores de frecuencia a partir de las longitudes de onda.

$$f = c / \lambda$$

- Calcular los valores de la energía

$$E = e \cdot 10^{-19} \cdot U_D,$$

- Mediante los valores de energía de la curva E/f , calcular el gradiente de la curva.
- Calcular el cuanto de acción de Planck h a partir de la gradiente (recta).

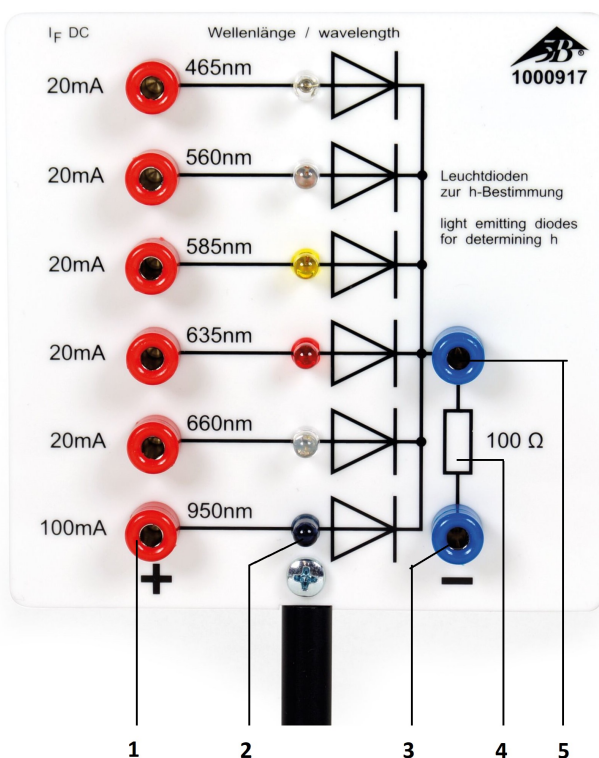
$$e \cdot U_D = h \cdot f$$

λ (nm)	Color	f en 10^{14} Hz $f = c / \lambda$	U_D en V Valor medido	$E = e \cdot U_D$ en $J \cdot 10^{-19}$ ($e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ As)
465	Azul	6,45	2,26	3,62
560	Verde	5,36	1,72	2,76
585	Amarillo	5,12	1,67	2,67
635	Rojo claro	4,72	1,51	2,419
660	Rojo oscuro	4,54	1,44	2,307
950	Infrarrojo	3,15	1,0	1,6

Diodes lumineuses permettant de déterminer la valeur de la constante h 1000917

Instructions d'utilisation

09/15 SP



- 1 Douilles pour les LED (anode)
- 2 Diverses LED du bleu au infrarouge
- 3 Douille pour la pré-résistance, 100 ohms
- 4 Pré-résistance sur platine, 100 ohms (face arrière)
- 5 Douille pour la cathode commune

1. Consignes de sécurité

- Dans le cas de diodes à forte luminescence, ne regardez jamais directement la surface rayonnante.
- Ne dépassez jamais l'intensité maximale du courant admissible.
- N'utilisez jamais les diodes sans pré-résistance.
- Évitez tout contact de l'appareil avec des liquides.

2. Description

L'appareil sert à définir la constante de Planck h — ce qui se fera en mesurant la tension de diffusion de diodes lumineuses de différentes couleurs — en fonction de la longueur d'onde ou de la fréquence. Il sera en outre possible de définir les longueurs d'onde au moyen d'une grille de diffraction, de définir également les corrélations existant entre l'intensité lumineuse et l'intensité de courant ainsi que les lignes caractéristiques de courant et de tension présentées par les diodes lumineuses. La platine comporte 6 diodes lumineuses de couleur bleue, verte, jaune et rouge en 3 longueurs d'onde. La sortie des cathodes se fera en passant par un point commun. La résistance sert de protection, elle devra toujours être mise en série lors de l'exploitation des diodes.

3. Caractéristiques techniques

Tension de service :	6 V CC
Intensité maximale du courant admissible :	20 mA, LED (infrarouge) 100 mA
Diodes :	6 LED (bleu, vert, jaune et rouge en 3 longueurs d'onde)
Présistance :	100 Ohms ; 1 watt
Raccordements :	Douilles de sécurité de 4 mm
Dimensionnements :	115 x 115 mm ²
Poids :	de 120 g environ

4. Exemples d'expériences

Pour la réalisation des essais expérimentaux, vous aurez en outre besoin des appareils ci-dessous :

1 alimentation CC 0 – 20 V @230 V	1003312
ou	
1 alimentation CC 0 – 20 V @115 V	1003311
1 multimètre analogique ESCOLA 100	1013527
1 pied conique à tige	1001046
Câble expérimental	

4.1 Estimation de la constante de Planck (quantum d'action)

- Raccordez les diodes une à une à une source de tension réglable, en passant par la résistance. Respectez le sens de conduction !
- Réglez le bloc d'alimentation à la tension la plus faible, puis mettez-le sous tension.
- Augmentez lentement la tension.

Les diodes s'allumeront l'une après l'autre lorsque la tension de passage U_D (entre les raccords 1 et 4) est atteinte.

Dans le cas d'une longueur d'onde de 950 nm, il sera possible d'observer la luminosité sur l'affichage du viseur d'une caméra numérique.

4.2 Évaluation

- Les longueurs d'onde permettent de calculer les valeurs de fréquence.

$$f = c / \lambda$$

- Calculez les valeurs d'énergie.

$$E = e \cdot 10^{-19} U_D$$

- Calculez la moyenne de la ligne de tendance à l'aide des valeurs d'énergie du diagramme en E/f .

- Calculez la pente de la ligne de tendance (droite) — (constante de Planck h).

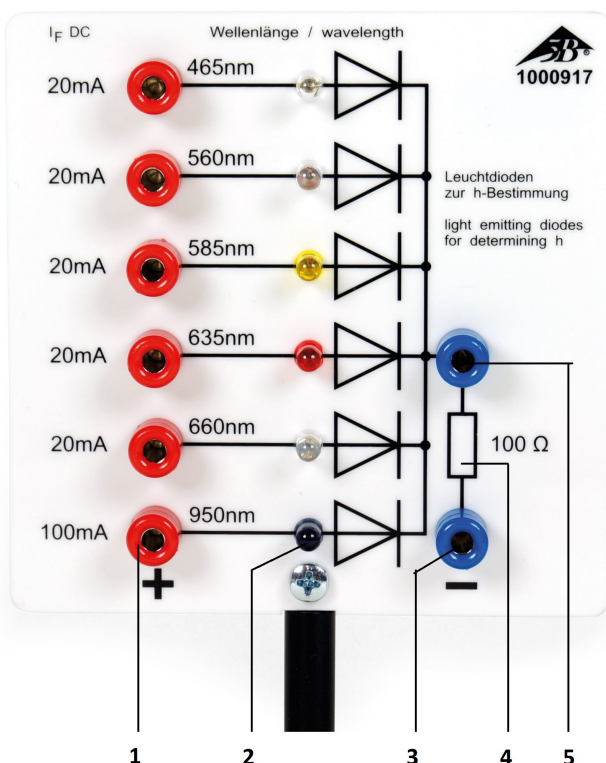
$$e \cdot U_D = h \cdot f$$

λ (nm)	Couleur	f en 10^{14} Hz $f = c / \lambda$	U_D en V Valeur mesurée	$E = e \cdot U_D$ en $J \cdot 10^{-19}$ ($e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ As)
465	Bleu	6,45	2,26	3,62
560	Vert	5,36	1,72	2,76
585	Jaune	5,12	1,67	2,67
635	Rouge clair	4,72	1,51	2,419
660	Rouge foncé	4,54	1,44	2,307
950	Infrarouge	3,15	1,0	1,6

LED per la determinazione di h 1000917

Istruzioni per l'uso

09/15 SP



- 1 Jack per LED (anodo)
- 2 LED da blu a infrarossi
- 3 Jack per resistenza di compensazione 100 Ohm
- 4 Resistenza di compensazione sulla scheda 100 Ohm (lato posteriore)
- 5 Jack per catodo comune

1. Norme di sicurezza

- In caso di diodi ad intensa luminosità, non guardare direttamente sulla superficie di irradiazione.
- Non superare la corrente max.
- Non azionare i diodi senza resistenza di compensazione.
- Non portare l'apparecchio a contatto con liquidi.

2. Descrizione

L'apparecchio serve per la determinazione della costante di Planck h mediante misurazione della tensione di diffusione di LED di diverso colore come funzione della lunghezza d'onda o della frequenza. È possibile determinare anche le lunghezze d'onda mediante diffrazione del reticolo, interdipendenze tra intensità di luce e corrente e la caratteristica della corrente/tensione dei LED. Sulla scheda sono presenti 6 LED di colore blu, verde, giallo e rosso in 3 lunghezze d'onda. I catodi vengono fatti fuoriuscire attraverso un punto comune. La resistenza serve come protezione e dovrebbe sempre essere attivata a monte durante il funzionamento dei diodi.

3. Dati tecnici

Tensione d'esercizio:	6 V CC
Corrente max. amm.:	20 mA, LED (infrarossi) 100 mA
Diodi:	6 LED (blu, verde, giallo e rosso in 3 lunghezze d'onda)
Resistenza di compensazione:	100 Ohm; 1 W
Attacchi:	jack di sicurezza da 4 mm
Dimensioni:	115 x 115 mm ²
Peso:	circa 120 g

4. Esempi di esperimenti

Per l'esecuzione degli esperimenti sono inoltre necessari i seguenti apparecchi:

1 alimentatore DC 0–20 V @230 V	1003312
oppure	
1 alimentatore DC 0–20 V @115 V	1003311
1 misuratore multiplo Escola 100	1013527
1 piede a barilotto	1001046
cavo per esperimenti	

4.1 Valutazione della costante di Planck

- Collegare i diodi singolarmente mediante resistenza a una sorgente di tensione regolabile. Rispettare la direzione di conduzione.
- Portare l'alimentatore sulla tensione più bassa e attivarlo.
- Aumentare lentamente la tensione.

I diodi iniziano a illuminarsi se viene raggiunta la tensione diretta U_D (tra gli attacchi 1 e 4).

Con una lunghezza d'onda di 950 nm è possibile osservare la luminosità per mezzo del monitor del mirino di una videocamera digitale.

4.2 Analisi

- Calcolare i valori di frequenza dalle lunghezze d'onda.

$$f = c / \lambda$$

- Calcolare i valori dell'energia

$$E = e \cdot 10^{-19} \cdot U_D$$

- Sulla base dei valori dell'energia calcolare la linea di tendenza nel diagramma E/f .
- Calcolare l'aumento della linea di tendenza (diritta) (costante di Planck h).

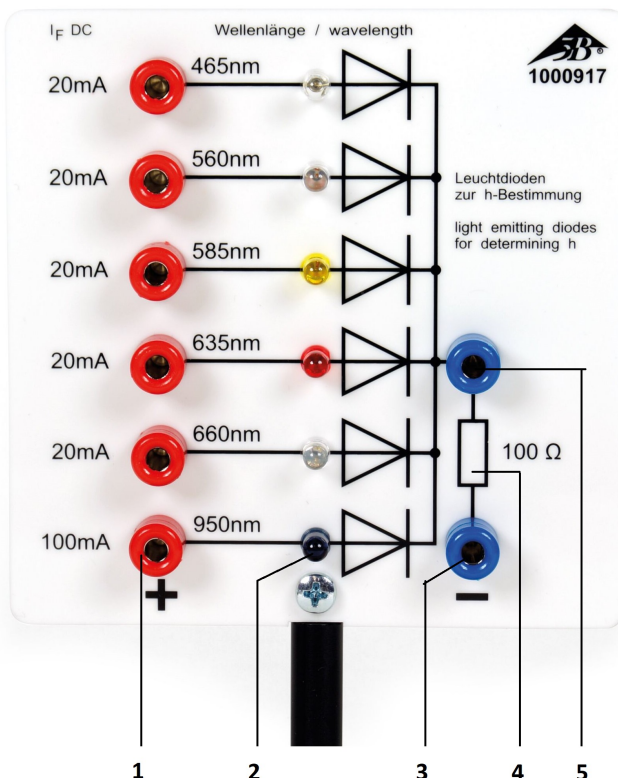
$$e \cdot U_D = h \cdot f$$

λ (nm)	Colore	f in 10^{14} Hz $f = c / \lambda$	U_D in V valore misurato	$E = e \cdot U_D$ in $J \cdot 10^{-19}$ ($e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ As)
465	Blu	6,45	2,26	3,62
560	Verde	5,36	1,72	2,76
585	Giallo	5,12	1,67	2,67
635	Rosso vivo	4,72	1,51	2,419
660	Rosso scuro	4,54	1,44	2,307
950	Infrarossi	3,15	1,0	1,6

Díodos luminosos para a determinação de h 1000917

Instruções para o uso

09/15 SP



- 1 Plugues para LEDs (ânodo)
- 2 LEDs azul até infravermelho
- 3 Plugue para resistor de entrada de 100 Ohm
- 4 Resistor de entrada na platina 100 Ohm (lado traseiro)
- 5 Plugue para cátodo comum

1. Indicações de segurança

- No caso de díodos de luminosidade intensa não olhar diretamente para a superfície irradiante.
- Não ultrapassar a corrente máxima.
- Não operar os díodos sem resistor de entrada.
- Não colocar o aparelho em contato com líquidos.

2. Descrição

O aparelho serve para a determinação da constante de Planck h pela medição da tensão de difusão de díodos luminosos de cores diferentes em função do comprimento de onda, respect., da frequência. Poderão ainda ser determinados os comprimentos de onda por flexão reticular, interações entre intensidade luminosa e de corrente elétrica e linhas características de corrente/tensão dos díodos luminosos. Na platina encontram-se 6 díodos luminosos nas cores azul, verde, amarelo e vermelho em 3 comprimentos de onda. Os cátodos tem a sua saída através de um ponto comum. O resistor serve como proteção e sempre deve ser conectado previamente quando do funcionamento dos díodos.

3. Dados técnicos

Tensão de serviço:	6 V DC
Corrente máx. permitida:	20 mA, LED (infravermelho) 100 mA
Díodos:	6 LEDs (azul, verde, amarelo e vermelho em 3 comprimentos de onda)
Resistor de entrada:	100 Ohm; 1 W
Conexões:	Plugues de segurança de 4-mm
Dimensões:	115 x 115 mm ²
Peso:	aprox. 120 g

4. Exemplos de experiências

Para a execução dos ensaios, são necessários os seguintes aparelhos:

1 Fonte de alimentação DC 0 – 20 V @230 V 1003312

ou

1 Fonte de alimentação DC 0 – 20 V @115 V 1003311

1 Multímetro analógico ESCOLA 100 1013527

1 Pé de contrapeso 1001046

Cabo de ensaio

4.1 Estimativa do quantum efetivo de Planck

- Conectar os díodos isoladamente através de resistor na fonte regulável de tensão. Prestar atenção à direção de passagem.
- Colocar o aparelho de rede na tensão mais baixa e ligar.
- Aumentar lentamente a tensão.

Os díodos começam a acender quando a tensão de passagem U_D (entre as conexões 1 e 4) tiver sido atingida.

No comprimento de onda de 950 nm, o acendimento poderá ser observado através do monitor de busca de uma câmara digital.

4.2 Análise

- Calcular os valores de frequência a partir dos comprimentos de onda.

$$f = c / \lambda$$

- Calcular os valores para a energia.

$$E = e \cdot 10^{-19} \cdot U_D$$

- Baseando-se nos valores de energia, determinar a linha de tendência no diagrama E/f .

- Calcular a inclinação da linha de tendência (reta) (quantum ativo de Planck h).

$$e \cdot U_D = h \cdot f$$

λ (nm)	Cor	f em 10^{14} Hz $f = c / \lambda$	U_D em V Valor mensurado	$E = e \cdot U_D$ em $J \cdot 10^{-19}$ ($e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ As)
465	Azul	6,45	2,26	3,62
560	Verde	5,36	1,72	2,76
585	Amarelo	5,12	1,67	2,67
635	Vermelho claro	4,72	1,51	2,419
660	Vermelho escuro	4,54	1,44	2,307
950	Infravermelho	3,15	1,0	1,6