

## U14300 Radiometer nach Crookes

### Bedienungsanleitung

5/03 ALF



Das Radiometer nach Crookes dient zur Demonstration der Umwandlung von Strahlungsenergie in kinetische Energie.

#### 1. Sicherheitshinweise

- Vorsicht! Glasgefäß vorsichtig behandeln. Keinen mechanischen Belastungen aussetzen.

#### 2. Beschreibung, technische Daten

Das Gerät besteht aus einem weitgehend evakuiertem Glaskolben, in dem sich ein auf einer Metallspitze gelagertes Flügelrad mit vier einseitig geschwärzten Plättchen frei drehbar um die vertikalen Achse befindet.

Höhe: 210 mm  
Kugeldurchmesser: 80 mm

#### 3. Bedienung und Funktionsprinzip

- Sonnenlicht, das Licht einer Glühlampe oder die Strahlung eines Heizofens auf das Radiometer einfallen lassen.
- Das Flügelrad beginnt sich zu drehen. Die blanken Flächen weisen dabei in Drehrichtung.

Die Drehung wird durch eine Temperaturdifferenz zwischen den blanken und den eingeschwärzten Flächen des Flügelrads hervorgerufen, woraus ein geringer Unterschied im Gasdruck der beiden verschiedenen Oberflächen resultiert. Einfallende Photonen werden von den schwarzen Flächen absorbiert und von den blanken Flächen abgestoßen. Dadurch erwärmt sich die Luft bei den schwarzen Flächen in einem größeren Maße als bei den blanken Flächen und die Luftmoleküle dort besitzen eine größere kinetische Energie. Der Rückstoß auf den schwarzen Flächen ist deshalb größer und verursacht so die Drehung.

- Radiometer über einer Heizquelle etwas über Raumtemperatur erwärmen.
- Gegen direkte Strahleneinwirkung abschirmen.
- Das Flügelrad dreht sich nun in entgegengesetzter Richtung.

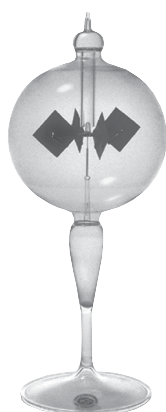
Es findet nunmehr ein umgekehrter Wärmetransport statt, da sich die eingeschwärzten Flächen schneller abkühlen als die blanken.

Dieser zweite Versuch beweist, dass die Drehbewegung nicht durch den Strahlungsdruck der einfallenden Strahlung sondern durch die größeren Rückstoßkräfte verursacht wird.

## U14300 Crookes radiometer

### Instruction Sheet

5/03 ALF



The Crookes radiometer is used for demonstrating the conversion of radiation energy into kinetic energy.

#### 1. Safety instructions

- Caution! Handle the glass vessel carefully to avoid breakage and resulting injury.

#### 2. Description, technical data

The apparatus consists of a rotary-vane wheel mounted on a metal tip and equipped with four vertical plates connected to a shaft that is free to rotate around a vertical axis. Each vane is colored black on one side. It is housed in a more or less evacuated glass bulb.

Height: 210 mm  
Ball diameter: 80 mm

#### 3. Operation and operating principle

- Allow light from the sun, from a light bulb or the heat from an oven to incident on the radiometer.
- The vane wheel starts rotating with the bare surfaces leading.

The rotation is caused by a temperature difference between the plain surface and the blackened surface of the vaned wheel (turbine), which produces a slight difference in the gas pressure on the two surfaces.

Incoming photons are mostly absorbed by the black vanes and mostly reflected by the bright vanes. The air next to the black vanes is then hotter, and so the air molecules there have greater average kinetic energy, pushing the black vanes and causing the device to spin.

- Heat the radiometer over a radiator to just above room temperature.
- Screen it against direct radiation.
- The vane rotates for a short time in opposite direction.

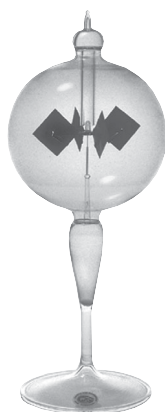
Heat is transported in the opposite direction and the blackened surfaces cool off more rapidly than the bright vanes.

This second experiment proves that the rotation is not caused by the radiation pressure of the incident radiation but by the greater recoil.

## U14300 Radiomètre de Crookes

### Instructions d'utilisation

5/03 ALF



Le radiomètre de Crookes permet de démontrer la transformation de l'énergie de rayonnement en énergie cinétique.

#### 1. Consignes de sécurité

- Prudence ! Manipuler le récipient en verre avec précaution. Ne pas l'exposer à des charges mécaniques.

#### 2. Description, caractéristiques techniques

L'appareil est constitué d'un piston en verre pratiquement sous vide, dans lequel se trouve, montée sur une pointe métallique et pouvant tourner librement sur son axe vertical, une roue-hélice à quatre plaquettes noircies sur un côté.

Hauteur : 210 mm  
Diamètre de bille : 80 mm

#### 3. Manipulation et principe de fonctionnement

- Exposer le radiomètre à la lumière du soleil, à la lumière d'une lampe à incandescence ou au rayonnement d'un four de chauffage.
- La roue-hélice se met à tourner. Les surfaces blanches sont orientées vers le sens de rotation.

Le mouvement de rotation est provoqué par une différence de température entre les surfaces blanches et les surfaces noircies de la roue-hélice, qui entraîne ainsi une légère différence de pression gazeuse des deux surfaces. Les photons sont absorbés par les surfaces noires, tandis qu'ils sont réfléchis par les surfaces blanches. Ainsi, sur les surfaces noires, le réchauffement de l'air est plus important que sur les surfaces blanches et les molécules d'air possèdent une plus grande énergie cinétique. Le repoussement sur les surfaces noires est plus important et provoque ainsi le mouvement de rotation.

- Placer le radiomètre au-dessus d'une source de chaleur pour le réchauffer à une température légèrement supérieure à la température ambiante.
- Le protéger contre tout rayonnement direct.
- La roue-hélice tourne à présent dans le sens contraire.

Le transport thermique est désormais inversé, car les surfaces noircies refroidissent plus vite que les surfaces blanches.

Cette seconde expérience démontre que le mouvement de rotation n'est pas provoqué par la force de rayonnement, mais par les forces de repoussement qui sont plus importantes.

## U14300 Radiometro di Crookes

### Istruzioni per l'uso

5/03 ALF



Il radiometro di Crookes serve per dimostrare la conversione dell'energia radiante in energia cinetica.

#### 1. Norme di sicurezza

- Attenzione! Maneggiare con cautela il recipiente di vetro: Non sottoporlo a sollecitazioni meccaniche.

#### 2. Descrizione, caratteristiche tecniche

L'apparecchio è composto da un'ampia ampolla di vetro sotto vuoto, nella quale si trova un'elica montata su una punta metallica, dotata di quattro alette annerite su un lato, libera di ruotare sull'asse verticale.

Altezza: 210 mm  
Diametro sfera: 80 mm

#### 3. Utilizzo e principio di funzionamento

- Fare cadere la luce solare, la luce di una lampadina o la radiazione emessa da un apparecchio di riscaldamento sul radiometro.
- L'elica inizia a ruotare. Le superfici lucide indicano il senso di rotazione.

La rotazione viene generata da una differenza di temperatura tra le superfici lucide e quelle annerite dell'elica, da cui risulta una differenza ridotta di pressione del gas tra le due diverse superfici. I fotoni incidenti vengono assorbiti dalle superfici nere e respinti dalle superfici lucide. In tal modo l'aria si riscalda maggiormente sulle superfici nere rispetto alle superfici lucide e le molecole dell'aria possiedono, in corrispondenza delle superfici nere, un'energia cinetica superiore. La reazione sulle superfici nere è pertanto maggiore e causa quindi la rotazione.

- Riscaldare il radiometro su una fonte di calore ad una temperatura leggermente superiore a quella ambiente.
- Schermare contro l'irradiazione diretta.
- L'elica ruota ora in senso contrario.

Ora ha luogo un trasporto del calore inverso, poiché le superfici annerite si raffreddano più velocemente di quelle lucide.

Questo secondo esperimento dimostra che il moto rotatorio non viene determinato dalla pressione della radiazione incidente quanto piuttosto dalle maggiori forze di reazione.

## U14300 Radiómetro de Crookes

### Instrucciones de uso

5/03 ALF



El radiómetro de Crookes se utiliza en la demostración de la transformación de energía de radiación en energía cinética.

#### 1. Advertencias de seguridad

- Atención: Maneje con cuidado el recipiente de vidrio. No lo someta a esfuerzos mecánicos.

#### 2. Descripción: Datos técnicos

El aparato se compone de una esfera de cristal al vacío, con una eje vertical en el centro, en el que giran libremente aspas giratorias montadas sobre una punta metálica, con cuatro ojás negras por una sola cara.

Altura: 210 mm

Diámetro de la esfera: 80 mm

#### 3. Manejo y principio de funcionamiento

- Deje que la luz solar, la luz de una lámpara de calor o bien la radiación de un horno de calor incida sobre el radiómetro.
- Las aspas giratorias empiezan a girar. La superficie sin colorear indica la dirección del giro.

El giro se produce debido a una diferencia de temperatura entre las astas sin colorear y las negras, pues éstas dos superficies reaccionan con una mínima diferencia a la presión del gas. Las caras negras de las astas absorben los fotones, mientras que las superficies sin colorear los repelen. Por ello, el aire se calienta mucho más en las superficies negras que en las superficies blancas, y las moléculas de aire que allí se encuentran poseen una mayor energía cinética. La repulsión en las superficies negras es, por lo tanto, mucho mayor, y ésto ocasiona el giro.

- Caliente el radiómetro ligeramente, por encima de la temperatura ambiente, utilizando una fuente de calor.
- Protéjalo contra la irradiación directa.
- Las astas giratorias se mueven ahora en la dirección contraria.

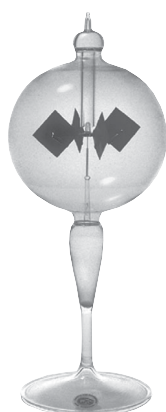
En este caso se produce una transmisión del calor en sentido contrario, pues las superficies negras se enfrían con más rapidez que las no coloreadas.

Este segundo experimento demuestra, que el movimiento de giro no se debe a la presión de la radiación incidente, sino a la mayor fuerza de reacción.

## U14300 Radiômetro de Crookes

### Manual de instruções

5/03 ALF



O radiômetro de Crookes serve para a demonstração da transformação de energia radiante em energia cinética.

#### 1. Indicações de segurança

- Atenção! Manipular os recipientes de vidro com muito cuidado. Não sujeitar a esforço mecânico.

#### 2. Descrição, dados técnicos

O aparelho consiste em uma ampola de vidro praticamente totalmente evacuada, na qual encontra-se uma roda com aletas com quatro aletas pintadas de preto só de um lado e de rotação livre no eixo vertical, instalada numa ponta de metal.

Altura: 210 mm

Diâmetro da esfera: 80 mm

#### 3. Utilização e princípios de funcionamento

- Deixar incidir os raios do sol, a luz de uma lâmpada incandescente ou a radiação de um aquecedor sobre o radiômetro.
- A roda com aletas começa a girar. As superfícies claras lideram o movimento de rotação.

A rotação é provocada por uma diferença de temperatura entre as superfícies claras e pretas das aletas, pela qual resulta uma pequena diferença de pressão do gás sobre as diferentes superfícies das aletas. Os fótons incidentes são absorvidos pela superfícies pretas e refletidos pelas superfícies claras. Portanto, o ar se aquece em maior grau nas superfícies escuras do que nas superfícies claras, pelo que as moléculas de ar possuem uma maior energia cinética no lado preto. A força de rebote é assim maior do lado preto, empurrando então a roda e provocando o movimento de rotação.

- Aquecer o radiômetro numa fonte de calor um pouco acima da temperatura ambiente.
- Proteger contra o efeito direto dos raios.
- A roda com aletas gira agora na direção contrária.

Estabelece-se então uma transferência do calor inversa, já que as superfícies pretas esfriam mais rápido do que claras.

Esta segunda experiência prova que o movimento rotativo não é provocado pela pressão do impacto dos raios incidentes, mas sim pela maior força de rebote.