UE4050200 LOI DE STEFAN-BOLTZMANN

EXERCICES

- **Mesurer l'intensité relative du rayonnement d'une lampe à incandescence à filament de tungstène avec une thermopile d'après Moll en fonction de la température.**
- **Mesurer la résistance dépendante de la température du filament pour déterminer la température.**
- **Représenter les valeurs de mesure dans un diagramme ln (U_{th}) - ln (T) et déterminer les exposants à partir de la pente de la droite.**

OBJECTIF

Confirmer la dépendance de l'intensité de rayonnement vis-à-vis de T^4

RESUME

La dépendance de l'intensité de rayonnement d'un corps noir vis-à-vis de la température est décrite par la loi de Stefan-Boltzmann. L'intensité de rayonnement d'une lampe à incandescence au filament de tungstène présente la même dépendance à la température. Dans l'expérience, elle est déterminée avec une thermopile d'après Moll au cours d'une mesure relative. La température du filament peut être déterminée à partir de la résistance dépendant de la température, qui est calculée avec une grande précision au cours d'une mesure à quatre conducteurs.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Lampe de Stefan-Boltzmann	**1008523**
1	Alimentation CC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	**1003312 ou**
	Alimentation CC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	**1003311**
1	Thermopile d'après Moll	**1000824**
3	Multimètre numérique P1035	**1002781**
2	Socle de serrage, 1000 g	**1002834**
1	Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm	**1002843**

GENERALITES

L'intensité totale et la répartition spectrale du rayonnement thermique d'un corps dépendent toutes deux de la température et de la nature superficielle de ce dernier. À une certaine longueur d'onde et une certaine température, le corps émet d'autant plus de rayonnement qu'il est en mesure d'absorber le rayonnement. Le corps noir – un corps dont la surface est de nature idéale – absorbe complètement le rayonnement de toutes les longueurs d'onde et, à température donnée, émet ainsi le rayonnement thermique avec une intensité maximale. On s'en sert pour étudier la dépendance du rayonnement thermique vis-à-vis de la température.

La dépendance de l'intensité de rayonnement S d'un corps noir vis-à-vis de la température est décrite par la loi de Stefan-Boltzmann.

(1) $$S_0 = \sigma \cdot T^4$$

T : température absolue

$$\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8} \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2\,K^4}} \text{ : constante de Stefan-Boltzmann}$$

Cette intensité ne peut pas être mesurée directement, car le corps absorbe en même temps les rayonnements de son environnement. L'intensité mesurée est donc

(2) $$S_1 = \sigma \cdot \left(T^4 - T_0^4\right)$$

T_0 : température ambiante absolue

La lumière émise par une lampe à incandescence est également un rayonnement thermique. Dans ce cas, on choisit la température du filament de manière à ce qu'une partie importante soit émise comme lumière visible. La dépendance de l'intensité totale de rayonnement vis-à-vis de la température correspond à celle du corps noir. Dans ce cas :

(3) $$S = \varepsilon \cdot \sigma \cdot \left(T^4 - T_0^4\right)$$

car le filament absorbe une partie ε du rayonnement de toutes les longueurs d'onde.

L'expérience utilise une telle lampe à incandescence à filament de tungstène pour étudier la dépendance de l'intensité de rayonnement vis-à-vis de la température. Une thermopile d'après Moll permet de déterminer l'intensité de rayonnement avec une mesure relative. La température du filament peut être déterminée à partir de la résistance dépendante de la température

(4) $$R = R_0 \left(1 + \alpha \cdot \left(T - T_0\right)\right)$$

R_0 : résistance à la température ambiante T_0

$$\alpha = 4{,}4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\mathrm{K}} \text{ pour le tungstène}$$

car R peut-être déterminée avec une grande précision grâce à une mesure à quatre conducteurs.

EVALUATION

L'équation (4) permet de déduire la température T

$$T = \frac{R - R_0}{\alpha \cdot R_0} + T_0$$

Toutefois, l'équation (4) ne s'applique qu'en bonne approximation. Pour des évaluations plus précises, on peut utiliser un tableau figurant dans les instructions d'utilisation de la lampe de Stefan-Boltzmann.

Dans l'expérience, on choisira les températures T de façon à ce que la température ambiante T_0 puisse être négligée dans l'équation (3). En outre, à la place de l'intensité absolue S, on lit la tension thermique U_{th} comme référence pour l'intensité relative. Aussi, l'équation (3) devient

$$U_{th} = a \cdot T^4 \text{ et } \ln(U_{th}) = \ln(a) + 4 \cdot \ln(T)$$

Dans un diagramme ln (U_{th}) - ln (T), les points de mesure se situent sur une droite de pente 4.

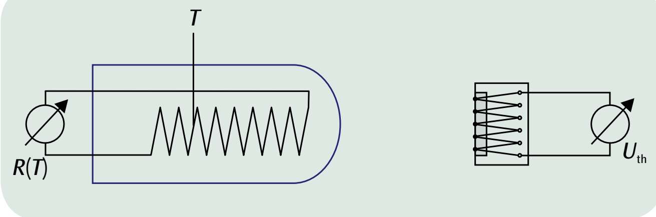

Fig. 1 Représentation schématique du montage

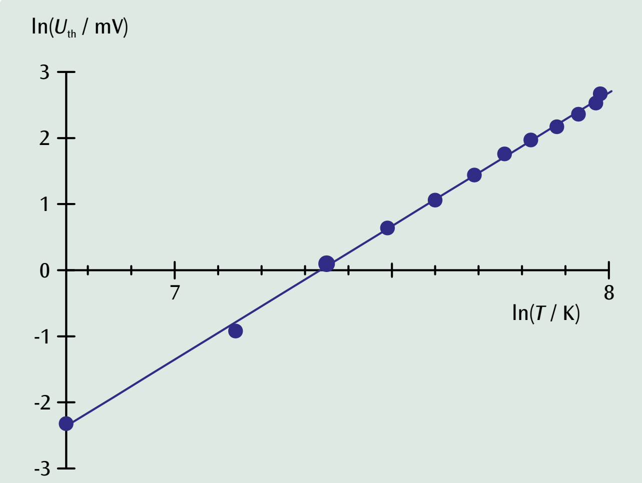

Fig. 2 Diagramme ln (U_{th}) - ln (T)