



EXERCICES

- Mise en évidence du rayonnement thermique d'un cube de Leslie avec une thermopile selon Moll
- Mesure de l'intensité relative des radiations émises pour les quatre surfaces du cube en fonction de la température
- Confirmation de la corrélation de T^4 avec l'intensité du rayonnement

OBJECTIF

Mesure du rayonnement thermique d'un cube de Leslie

RESUME

Le rayonnement émis par un corps dépend de sa température et des propriétés de sa surface. Plus exactement, la loi de Kirchhoff dit que pour une température donnée, le rayonnement émis par un corps correspond à l'énergie rayonnante qu'il est susceptible d'absorber, et qu'il correspond au rayonnement E_{SB} émis par un corps noir à cette température. L'expérience consiste à chauffer un cube de Leslie rempli d'eau chaude à une température de 100°C max., puis à mesurer l'intensité relative des radiations thermiques émises au moyen d'une thermopile selon Moll.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Cube de Leslie	1000835
1	Support rotatif pour cube de Leslie	1017875
1	Thermopile d'après Moll	1000824
1	Amplificateur de mesure (230 V, 50/60 Hz)	1001022 ou
	Amplificateur de mesure (115 V, 50/60 Hz)	1001021
1	Multimètre numérique P3340	1002785
1	Thermomètre de poche numérique ultra-rapide	1002803
1	Sonde à immersion NiCr-Ni type K, - 65°C – 550°C	1002804
1	Paire de cordons de sécurité, 75 cm	1002849
1	Cordon HF, BNC / douille 4 mm	1002748
2	Pied en tonneau, 500 g	1001046
1	Double mètre à ruban de poche	1002603

1

GENERALITES

Les échanges thermiques d'un corps avec son environnement s'effectuent aussi par l'émission et l'absorption d'un rayonnement thermique. Le rayonnement émis par un corps dépend de sa température et des qualités de sa surface, comme on peut le voir avec un cube de Leslie.

L'intensité des radiations émises par le corps étudié est désignée par l'émissivité E . Le pouvoir d'absorption A est le rapport entre l'intensité du rayonnement absorbé et celle du rayonnement incident. On constate alors que le coefficient d'absorption est particulièrement élevé lorsque l'émissivité l'est aussi. Plus exactement, la loi de Kirchhoff dit que pour tous les corps à une température donnée, le rayonnement émis correspond à l'énergie rayonnante susceptible d'être absorbée, et qu'il correspond à l'émissivité E_{SB} d'un corps noir à cette température.

$$(1) \quad \frac{E(T)}{A} = E_{SB}(T) = \sigma \cdot T^4$$

σ : constante de Stefan-Boltzmann,
 T : température en Kelvin

En règle générale, les variations du coefficient d'absorption en fonction de la température peuvent être négligées. L'émissivité d'un corps peut donc être calculée comme suit :

$$(2) \quad E(T) = A \cdot \sigma \cdot T^4$$

Si le corps a la même température T_0 que son environnement, l'intensité du rayonnement qu'il émet

$$(3) \quad E(T_0) = A \cdot \sigma \cdot T_0^4$$

est la même que celle du rayonnement qu'il absorbe de son environnement. Si sa température est plus élevée, l'intensité du rayonnement absorbé ne change pas tant que la température ambiante reste constante. Par conséquent, le débit d'énergie thermique (mesuré avec un détecteur de rayonnement) du corps étudié est de

$$(4) \quad \Delta E(T) = A \cdot \sigma \cdot (T^4 - T_0^4)$$

par unité de surface et de temps. L'expérience est réalisée avec un cube de Leslie comportant quatre surfaces radiantes différentes : blanche, noire, aluminium mat et aluminium poli. Le cube est rempli d'eau chaude et chauffé à une température d'environ 100°C, puis on mesure l'intensité relative des radiations thermiques émises au moyen d'une thermopile selon Moll. Les valeurs mesurées pour les quatre surfaces du cube sont relevées pendant tout le processus de refroidissement jusqu'à la température ambiante.

EVALUATION

Lorsqu'on reporte les valeurs mesurées sur un diagramme en fonction de la grandeur $x = T^4 - T_0^4$ on obtient quatre droites passant par l'origine dont les pentes correspondent aux différents coefficients d'absorption des surfaces radiantes. Dans la gamme de température étudiée – jusqu'à 100 °C –, on ne constate pas de différence notable entre la surface noire et la surface blanche, ni entre la surface mate et la surface brillante, bien que ces différences soient visibles à l'œil nu. À l'évidence, les surfaces ne diffèrent pas beaucoup les unes des autres au niveau du spectre des ondes infrarouges.

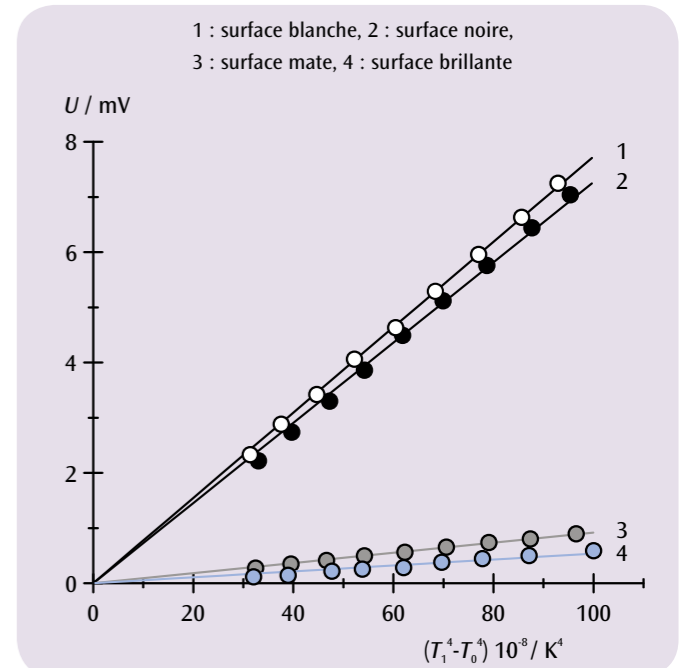


Fig. 1 Intensité des radiations thermiques émises par le cube de Leslie en fonction de $x = T^4 - T_0^4$