

Emission thermique maximale des sphères homogènes de permittivité diélectrique constante

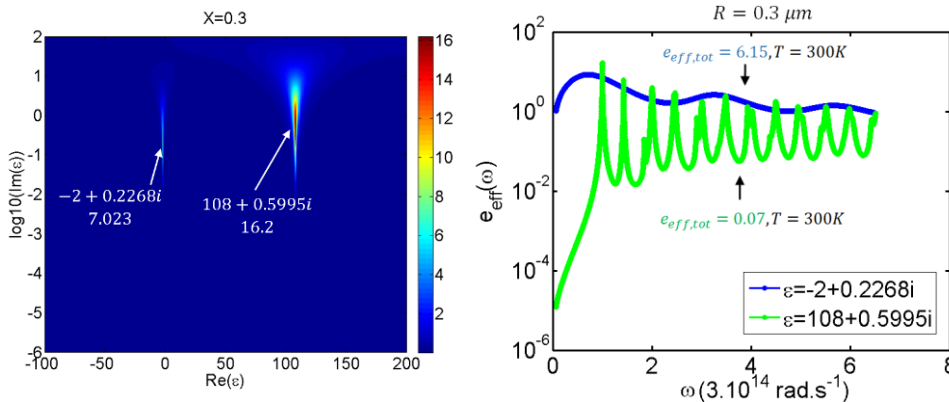
K. L. Nguyen¹, O. Merchiers¹, R. Vaillon^{1,2}, P.-O. Chapuis¹

¹ CETHIL UMR5008, Université de Lyon, CNRS, INSA-Lyon, Univ. Lyon 1, F-69621 Villeurbanne, France

² W.W. Clyde Visiting Chair, Radiative Energy Transfer Laboratory, Department of Mechanical Engineering, University of Utah, Salt Lake City, UT 84112, USA

L'étude du rayonnement thermique des sphères offre une première approche pour comprendre les propriétés radiatives des micro et nanostructures plus complexes. La théorie de Mie¹ prend en compte de manière rigoureuse la diffraction et les interférences pour des sphères de rayon arbitraire. L'émission thermique² dépend des propriétés du matériau : elle est généralement faible pour les métaux et forte pour les matériaux diélectriques. Dans ce travail, nous cherchons à maximiser l'émission thermique des sphères en fonction de leur permittivité diélectrique complexe ($\varepsilon_r, \varepsilon_i$) et de leur rayon R .

Tout d'abord, l'émissivité spectrale d'une sphère est calculée en fonction de la permittivité complexe pour différentes valeurs du paramètre de taille $X = 2\pi R/\lambda$. Les résonances apparaissent comme des maxima locaux dans le plan complexe ($\varepsilon_r, \varepsilon_i$) (Fig. a). La contribution de chaque résonance à l'émissivité totale est analysée : la fonction optimale peut être identifiée pour chaque rayon et intégrée sur le spectre de Planck. Lorsque la permittivité est constante et que la sphère a un rayon sub-micrométrique, nous montrons que les résonances correspondant à $\varepsilon_r \sim -2$ donnent une émission totale beaucoup plus grande que les autres résonances de Mie, qui ont de meilleurs facteurs de qualité (Fig. b). Pour une sphère homogène de taille donnée, les paramètres optimaux sont déterminés. L'influence du rayon de la sphère sur l'émissivité totale, qui diverge en $1/R$ pour une permittivité fixée, est étudiée et des valeurs asymptotiques en sont déduites.



- (a) Influence de la permittivité $\varepsilon = \varepsilon_r + i\varepsilon_i$ sur l'émissivité effective pour un paramètre de taille $= \omega R/c = 0.3$.
- (b) Contribution de chaque résonance à l'émissivité effective totale $e_{eff,tot}$ pour une permittivité constante.

Remerciements : les travaux ont été notamment financés dans le cadre du projet européen FP7-LARGE QuantiHeat.

1. H. C. van de Hulst, *Light Scattering by Small Particles*, Dover Books on Physics (Dover), 1981
2. M. Krüger, G. Bimonte, T. Emig and M. Kardar, *Phys. Rev. B* 86 115423, 2012