

Nanomécanique : mesure de l'échange de chaleur radiatif en champ proche

Joel Chevrier

Institut Néel,
CNRS et Université Joseph Fourier - Grenoble

Les fluctuations électrodynamiques d'origine quantique ou thermique sont à l'origine de phénomènes spectaculaires dans l'interaction sans contact entre deux objets comme la force de Casimir/van der Waals ou le transfert radiatif de chaleur en champ proche qui excède largement celui prévu par la théorie Stefan-Boltzmann basée sur le rayonnement du corps noir.

Alors que les fluctuations quantiques de point zéro sont pour l'essentiel à l'origine de la force dite de Casimir ou de van der Waals, le transfert thermique en champ proche, pour des distances de l'ordre du micromètre ou inférieures, est dû au couplage électromagnétique des fluctuations de charge thermiquement activées dans les objets en regard.

Paradoxalement, alors que depuis environ 15 ans, de très importants progrès ont été faits dans la mesure précise de la force de Casimir, une étude quantitative du transfert thermique dans le régime champ proche n'avait pas été entreprise alors que, dès avant 1970, des études dans le cadre du programme Apollo avait souligné son existence évidente et son importance.

En introduction, je soulignerai donc l'origine de ces effets dont les mesures mettent à contribution les technologies à l'origine des microscopes en champ proche (AFM) ou des micro/nanosystèmes mécaniques (MEMS et NEMS).

Je décrirai ensuite comment la mesure de la force de Casimir [1] nous a conduit à l'étude du transfert thermique dans le régime champ proche en fonction de la distance entre les objets en regard [2]. En conclusion, je montrerai comment on peut théoriquement analyser ces résultats avec succès sur la base de l'approximation de Derjaguin.

1- Radiative heat transfer at the nanoscale,
E. Rousseau, A. Siria, G. Jourdan, S. Volz, F. Comin, J. Chevrier & J.-J. Greffet
Nature Photonics 3, 514 - 517 (2009)

2- Quantitative non-contact dynamic Casimir force measurements,
G. Jourdan, A. Lambrecht, F. Comin, J. Chevrier
EPL 85 No 3 (February 2009) 31001 (6pp)