

Récolte d'énergie : convertir de la chaleur gâchée en électricité à l'échelle nanométrique.

L'efficacité de l'utilisation des sources d'énergie disponibles est de plus en plus importante. Pour cette raison, la récolte d'énergie est intéressante, car on peut convertir de l'énergie perdue dans l'environnement en travail utile. Une catégorie particulière d'engin consiste en des dispositifs thermoélectriques qui convertissent la chaleur perdue (par exemple dans une puce électronique), en électricité. Ainsi, un défi clé des sciences des matériaux est de trouver des matériaux thermoélectriques avec une grande efficacité de conversion. Malgré des décennies de recherche dans ce domaine, il n'y a eu que des progrès très lents. La physique mésoscopique du solide peut probablement aider à dépasser les limites des dispositifs thermoélectriques actuels. Dans le régime du blocage de Coulomb, les points quantiques (des structures artificielles nanométriques) sont connus pour être des convertisseurs chaleur-courant de très grande efficacité. Malheureusement, ceux-ci ne délivrent que très peu de puissance.

Dans un article récent, publié dans *Physical Review B*, Björn Sothmann et Markus Büttiker de l'Université de Genève, en collaboration avec Andrew Jordan de l'Université de Rochester et Rafael Sánchez de l'institut des Sciences des matériaux de Madrid, proposent un convertisseur d'énergie d'un type nouveau, qui est à la fois hautement efficace et puissant. Le dispositif se compose de deux points quantiques adjacents qui relient une région centrale chaude à deux réservoirs froids. Grâce à un effet de mécanique quantique, appelé effet tunnel résonant, les points quantiques agissent comme des filtres d'énergie, c'est-à-dire qu'ils ne laissent passer que les électrons d'une énergie particulière. Quand les propriétés du point quantique sont réglées de façon appropriées, les électrons peuvent alors quitter le système avec une énergie supérieure que celle avec laquelle ils sont entrés. L'énergie requise pour gravir la barrière de potentiel est puisée dans la région centrale chaude.

Alors qu'un seul de ces moteurs à chaleur ne délivre que quantité minuscule de puissance, l'assemblage en parallèle d'un grand nombre d'entre eux peut fournir assez d'énergie pour alimenter une ampoule électrique. Un moyen simple de réaliser cet agrandissement consiste à utiliser des points quantiques auto-assemblés dans ce que les auteurs nomment une configuration de sandwich au fromage suisse (voir la figure). Un pouce carré d'une telle structure peut fournir une puissance d'un Watt pour chaque degré de température de différence entre la partie froide et la partie chaude du système. De manière importante, grâce au large espacement entre niveaux des points quantiques auto-assemblés, le dispositif peut même fonctionner à température ambiante. De plus, les auteurs démontrent que sa performance n'est pas altérée par les fluctuations inhérentes à tout processus de fabrication.

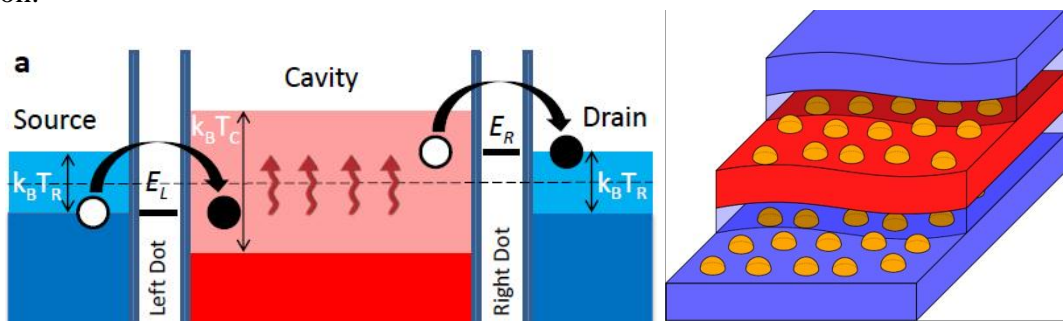


Figure: Gauche: Principe du convertisseur. Droite: configuration de sandwich au fromage suisse