

THERMODYNAMIQUE – soutien n° 10 : Effets thermoélectriques

Benjamin Langlois, Swann Piatecki et Guilhem Semerjian

13 Juin 2012

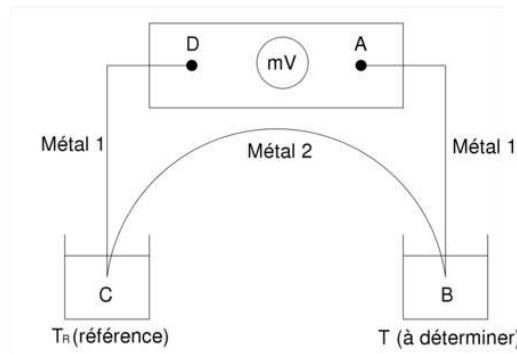
1 Equations du transport

On s'intéresse au couplage entre le transport de chaleur et le transport de charges dans un conducteur en l'absence de champ magnétique. On supposera la densité de porteurs de charge uniforme.

1. Rappeler les affinités conjuguées respectives des densités de courant d'énergie $\vec{j}_E$ et de courant de particules $\vec{j}_N$. Ecrire alors le taux de production locale d'entropie σ_S .
2. Dans le cadre de la thermodynamique linéaire des processus irréversibles, on note L la matrice reliant les courants de particules et d'énergie à leurs affinités. Quelles sont les propriétés de la matrice L ?
3. Réécrire le taux de production d'entropie σ_S en séparant les contributions dues aux inhomogénéités de potentiel chimique d'une part et à celles de température d'autre part. Donner une interprétation physique du courant $\vec{j}_Q$ associé à cette deuxième contribution.
4. Dans le cas où les porteurs de charge sont des électrons, reformuler la relation précédente en faisant intervenir le potentiel électrique ϕ et la densité de courant électrique $\vec{j}_e$; on supposera que les variations du potentiel chimique sont dues essentiellement aux inhomogénéités de ϕ .
5. On note M la matrice exprimant les courants $\vec{j}_e$ et $\vec{j}_Q$ en fonction des affinités conjuguées. Exprimer les coefficients de M en fonction de ceux de L ; quelles sont les propriétés de la matrice M ?

2 Effets thermoélectriques

1. Exprimer la conductivité électrique isotherme σ et la conductivité thermique sans transport de matière κ en fonction des coefficients de M et de L .
2. Effet Seebeck (1821). Dans le cas d'un circuit ouvert, quelle est l'influence d'un gradient de température sur le potentiel électrique ? On introduira alors le coefficient Seebeck. Dans les métaux, ce coefficient est de l'ordre de quelques microvolts par Kelvin.
3. Application à la mesure de température par thermocouple. Considérant le dispositif expérimental représenté sur la figure, exprimer la différence de potentiel entre les points A et D (qui sont à même température) en fonction des coefficients Seebeck des matériaux et des températures T et T_R .



4. Effet Peltier (1834). Dans le cas où la température est homogène, relier la densité de courant de chaleur à la densité de courant électrique. Quelle application de l'effet Peltier peut-on envisager ?