

M17 MÉTAUX

Idées directrices à faire passer

- caractéristiques communes des métaux
- étudier les caractéristiques dans différents domaines (essayer d'en faire une caractérisation assez exhaustive)

Bibliographie

- [1] Dictionnaire de physique expérimentale : tome II la thermodynamique, Quaranta, Pierron
- [2] Sismologie, Montagner, Hachette (pour la vitesse de propagation)
- [3] Thermodynamique PC-PSI, Choimet, Précis Bréal
- [4] Dictionnaire de physique expérimentale : tome I mécanique, Quaranta, Pierron
- [5] Dictionnaire de physique expérimentale : tome II thermodynamique, Quaranta, Pierron
- [6] Les semi-conducteurs, Ngô, Dunod

Introduction : annoncer le plan d'étude. On cherche à lister les caractéristiques essentielles des métaux.

I Propriétés électriques

1 Conductivité de l'aluminium

- utiliser un montage à 4 fils : prise de tension sur le matériau d'intérêt (les fils de prise de tension étant traversés par aucun courant) -> on s'affranchit alors de la résistance des fils et de la connectique
- on relève alors la caractéristique courant/tension (pour éventuellement plusieurs distances entre électrodes)
- on remonte alors à la résistance puis à la conductivité du matériau connaissant sa section
- on trouve des valeurs inférieures à celle de l'aluminium (métal impur et ayant subi de l'écrouissage)
- on préfère l'aluminium au cuivre car alors les tensions mesurables sont plus importantes, ce qui réduira l'erreur !

2 Effet de la température sur la conductivité [1]

- prendre une sonde type thermistance platine
- montrer la variation de la résistance avec la température
- cette variation doit être linéaire avec la température (comparée la pente à celle donnée par le Quaranta p283)

II Propriétés thermiques

1 Conduction thermique en régime stationnaire [1]

- on s'aide du Quaranta de thermo p60, même si la manipulation ne ressemble pas tout à fait.
- ENSC 449
- on travaille à flux thermique imposé (par la source de chaleur environ 30W)
- dans la théorie 1D (donc sans perte), et en régime stationnaire, l'équation de la chaleur se limite à une équation de Laplace et il vient

$$\theta(x) = ax + b \quad \text{et} \quad j_{\text{th}} = -\lambda \frac{dT}{dx} = -\lambda a$$

2 Résultats : interprétation et limites [1]

- la puissance joule est mesurée précisément (c'est la puissance électrique injectée). Il suffit alors de diviser par la section pour avoir le flux surfacique d'énergie
- ainsi, connaissant a et j_{th} , on remonte à la conductivité

- la manipulation donne le bon ordre de grandeur mais inutile de la pousser trop loin. La régression est relativement linéaire (mais pas tout à fait), ce qui permet de justifier un modèle sans perte (s'il y avait des pertes, elles dépendraient de la température locale et la courbe serait convexe). En fait la majorité des pertes ont lieu en entrée. Le j_{th} injecté est largement surestimé (une partie de la puissance ne part pas dans la barre). Il pourrait être intéressant de tenter de parfaire l'isolation de cette partie (coton + aluminium)

III Propriétés mécaniques

1 Vitesse du son dans le Duralumin [2]

- ENSC 410 (la fiche est très complète, il suffit de la suivre)
- dans ce montage, on fera une évaluation rapide des vitesses longitudinales et transversales par mesure des angles limite de réfraction
- utiliser les expressions données dans le Montagner pp 55-56 : relie vitesse de propagation et coefficients de Lamé puis module d'Young et coefficients de Lamé. Il faut uniquement connaître la masse volumique du matériau

2 Evaluation du module d'Young d'un réglet métallique [4]

- prendre un petit réglet métallique dont les dimensions sont connues (et si possible le matériau pour comparer à une valeur tablée, mais il est probable que ça soit un alliage)
- on choisira un réglet tel que la flexion est négligeable sous l'effet de son propre poids : ça simplifie considérablement les calculs puisque le couple est alors localisé à l'extrémité du réglet
- il est important d'avoir une fixation rigide du réglet pour avoir de bons résultats
- évaluer la flèche maximale pour différentes masses attachées au bout (et éventuellement pour différentes longueurs)
- il suffit de placer un écran blanc derrière pour repérer
- une formule de théorie des poutres permet de remonter au module d'Young de la barre après mesure de sa flèche, le Quaranta donne :

$$h = \frac{F\ell^3}{3EI}$$

avec $I = ab^3/12$ le moment quadratique de la section droite avec a la largeur du réglet et b son épaisseur