



MÖSSBAUER STUDY OF LATTICE SOFTENING AND PHONON MOMENTS IN SUPERCONDUCTING COMPOUNDS

C. Kimball, F. Fradin

► To cite this version:

C. Kimball, F. Fradin. MÖSSBAUER STUDY OF LATTICE SOFTENING AND PHONON MOMENTS IN SUPERCONDUCTING COMPOUNDS. *Journal de Physique Colloques*, 1974, 35 (C6), pp.C6-383-C6-383. 10.1051/jphyscol:1974671 . jpa-00215828

HAL Id: jpa-00215828

<https://hal.science/jpa-00215828>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MÖSSBAUER STUDY OF LATTICE SOFTENING AND PHONON MOMENTS IN SUPERCONDUCTING COMPOUNDS (*)

C. W. KIMBALL

Northern Illinois University, DeKalb, Illinois 60115, USA

and

F. Y. FRADIN

Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois 60439, USA

Résumé. — La variation en fonction de la température du déplacement Mössbauer et de la fraction de résonance dans les composés pseudobinaires β -W $V_3Ga_xSn_{1-x}$ ($x = 0,9, 0,5, 0,1$) a été mesurée dans le but de mettre en contraste les propriétés réticulaires de supraconducteurs à T_c élevées et basses. Pour $V_3Ga_{0,9}Sn_{0,1}$ ($T_c \sim 11$ K) on a montré qu'un écart du déplacement thermique $\delta(T)$ par rapport au comportement de Debye provient d'un ramollissement du réseau. On obtient la variation de la température de Debye en fonction de la température à l'aide d'un modèle quasi harmonique. A basse température, le rapport déplacement/facteur de Debye-Waller est proportionnel au rapport des moments de phonon $\langle \omega \rangle / \langle \omega^{-1} \rangle$; ces derniers représentent dans la théorie de McMillan des supraconducteurs fortement couplés, la seule contribution des phonons au paramètre de couplage électron-phonon. Une mesure Mössbauer de $\langle \omega \rangle / \langle \omega^{-1} \rangle$ entre 4 et 50 K dans le système $V_3Ga_xSn_{1-x}$ indique que la dépendance en fonction de la concentration est plus faible que ne le laisse prévoir le paramètre de couplage électron-phonon déduit de T_c . On utilise un modèle de la densité spectrale de phonon consistant en deux spectres de Debye pour obtenir les déplacements de fréquence en fonction de la température pour le composé harmonique (T_c élevée); les résultats sont compatibles avec la règle de somme sur $\langle \omega \rangle$. La contribution électronique au déplacement en fonction de la température est calculée sur la base d'un modèle de densité d'états, qui rend compte de l'influence de la température et de la concentration sur la susceptibilité, la chaleur spécifique électronique et la fréquence de relaxation spin nucléaire-réseau. Lorsque la température augmente, le déplacement dû au réseau est de signe opposé à celui du déplacement isomérique.

Abstract. — The temperature dependence of the Mössbauer shift and recoil-free fraction for the β -W pseudobinary compounds $V_3Ga_xSn_{1-x}$ ($x = 0.9, 0.5, 0.1$) has been measured in an experiment designed to contrast the lattice properties of high and low T_c superconductors. For $V_3Ga_{0.9}Sn_{0.1}$ ($T_c \sim 11$ K) a deviation of the thermal shift $\delta(T)$ from Debye behavior is shown to be due to lattice softening. Using a quasi-harmonic model the temperature dependence of the Debye temperature is obtained. At low temperature the ratio of shift/Debye-Waller factor is proportional to the ratio of phonon-moments $\langle \omega \rangle / \langle \omega^{-1} \rangle$ which represent the phonon-only part of the electron-phonon coupling parameter in McMillan's theoretical treatment of strong-coupled superconductors. A Mössbauer measure of $\langle \omega \rangle / \langle \omega^{-1} \rangle$ in the temperature region from 4 to 50 K in the $V_3Ga_xSn_{1-x}$ system indicates a weaker dependence on concentration than expected from the electron-phonon coupling parameter derived from T_c . A model of the phonon-spectral density which consists of two Debye spectra is used to obtain the temperature-dependent frequency shifts for the anharmonic (high T_c) compound. The electronic contribution to the temperature-dependent shift is calculated on the basis of a model density-of-states, which accounts for the temperature and concentration dependence of the susceptibility, electronic specific heat and nuclear spin-lattice relaxation rate. The lattice shift with increasing temperature is of opposite sign to that of the isomer shift.

(*) Based on work performed under the auspices of the National Science Foundation and the U. S. Atomic Energy Commission.