

Prom. Nr. 2871

Etude théorique et expérimentale
des propriétés électriques de la glace

THÈSE

PRÉSENTÉE A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE, ZURICH
POUR L'OBTENTION DU
GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

CLAUDE JACCARD

physicien diplômé EPF

DE STE-CROIX (VD)

Rapporteur: Prof. Dr. P. Scherrer

Corapporteur: Prof. Dr. G. Busch

BÂLE
IMPRIMERIE BIRKHÄUSER S.A.
1959

Étude théorique et expérimentale des propriétés électriques de la glace

par C. Jaccard

Institut de Physique, E.P.F. (Zürich)

Summary. It has been shown (GRÄNICHER⁵⁾) that the explanation of the electrical properties of ice crystals requires the existence and mobility of ionized states (H_3O^+ and OH^-) and of orientational lattice defects (doubly occupied and vacant bonds). In contrast to previous theoretical treatments, all four types of lattice defects are taken into account simultaneously and the complex electrical conductivity is computed for the cases of classical and for quantum-mechanical proton transfer. The dielectric constant which closely follows a Debye dispersion, the relaxation time and the high frequency conductivity are determined by the majority defects, i.e. the kind of defects of highest specific conductivity. In contrast, the conductivity in static fields is determined by the minority defects. If both kinds of defects are balanced the conductivity and the dielectric constant are frequency-independent. In this case the dielectric constant has its high frequency value $\epsilon_\infty = 3,2$ (case of pure conduction). This is the explanation for the minima observed on mixed crystals containing hydrofluoric acid. The analysis of these results leads to the conclusion that the majority mechanism in pure ice crystals is caused by orientational defects. Their mobility is measured at high frequency. The theoretical value of the mobility of H_3O^+ ions calculated on the assumption of quantum-mechanical proton transfer is in good agreement with the experimental value of EIGEN and DE MAEYER¹⁹⁾.

The methods for the production of pure and doped ice crystals and the high frequency equipment are described.

Introduction

L'abondance de la glace à la surface du globe terrestre et la multiplicité des phénomènes dans lesquels elle intervient, lui confèrent une importance de premier ordre et nécessitent la connaissance de ses propriétés mécaniques, électriques et chimiques comme fondement utiles sinon nécessaires à la météorologie, la glaciologie, la mécanique des sols, etc. D'autre part, le fait d'être un des plus simples cristaux moléculaires construits uniquement avec la valence hydrogène la place pour la recherche à la tête d'une longue série de corps organiques de plus en plus complexes qui possèdent déjà maintenant ou posséderont à l'avenir une importance considérable tant pour la science pure que pour ses applications techniques.