

## TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE ELASTIC MODULI IN ALPHA URANIUM SINGLE CRYSTALS, PART IV (298° to 923° K)

E. S. FISHER

*Metallurgy Division, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, USA*

Received 14 May 1965

The single crystal elastic moduli for alpha uranium have been measured as a function of temperature between 298° and 923° K. These data, together with those previously reported, permit a description of the elastic properties of uranium at temperatures from 42° K to 12° K below the  $\alpha \rightarrow \beta$  phase transformation. Abnormal changes in the temperature dependence of certain shear and Young's moduli occur above 350° K. It is shown that the changes in temperature dependence of the elastic properties are probably responsible for the contraction of  $b_0$  lattice constant with increasing temperature and are reflected in the anomalous increase in the lattice specific heat above 350° K. It is suggested that the anomalies and the marked decrease in temperature dependence of the electrical resistivity above 400° K are associated with a gradual disappearance of magnetic ordering.

Les modules élastiques de monocristaux d'uranium  $\alpha$  ont été mesurés en fonction de la température entre 298° et 923° K. Ces données, ainsi que celles reportées dans la littérature, permettent de se représenter les propriétés élastiques de l'uranium aux températures comprises entre 42° K et 12° K en dessous de la température de transformation  $\alpha \rightarrow \beta$ . Des variations anormales dans la relation entre température et modules de cisaillement et modules d'Young se produisent au-dessus de 350° K. On a montré que ces variations dans les propriétés élastiques en fonction de la température sont probablement responsables de

la contraction du paramètre réticulaire  $b_0$  avec la température croissante et ces variations anormales sont responsables aussi de l'accroissement anormal de la chaleur spécifique réticulaire au-dessus de 350° K. Il est suggéré que les anomalies et la diminution marquée dans la variation de la résistivité électrique en fonction de la température au-dessus de 400° K sont associées à une disparition progressive de l'ordonnement magnétique.

Es wurde der Elastizitätsmodul für  $\alpha$ -Uran an Einkristallen im Temperaturbereich von 298° K bis 923° K gemessen. Diese Daten erlauben im Zusammenhang mit früher veröffentlichten Zahlen eine Beschreibung der elastischen Eigenschaften von Uran bei Temperaturen von 42° bis 12° K unterhalb der  $\alpha$ - $\beta$ -Phasen-umwandlung. Ein abnormaler Wechsel in der Temperaturabhängigkeit des Schermoduls und von Young's Modul kommt im Bereich von 350° K vor. Es konnte gezeigt werden, dass die Änderungen in der Temperaturabhängigkeit der elastischen Eigenschaften wahrscheinlich verantwortlich sind für die Kontraktion des Gitterparameters  $b_0$  mit ansteigender Temperatur. Sie finden ihren Ausdruck im anomalen Anstieg der spezifischen Wärme oberhalb 350° K. Es wird angenommen, dass die Anomalien und der bemerkenswerte Abfall in der Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes oberhalb 400° K mit dem stufenweisen Verschwinden einer magnetischen Ordnung in Zusammenhang stehen.

## 1. Introduction

This paper presents the results of a fourth series of measurements which are part of a program originally intended to determine the elastic properties of alpha uranium single crystals in the temperature range of 4° to 935° K, the latter being the temperature of the

$\alpha \rightarrow \beta$  structural transformation. For orthorhombic symmetry there are nine principal elastic moduli needed to describe the elastic properties. The measurements at 298° K and the temperature dependence of all of the moduli in the range of 42° K to 298° K are reported in <sup>1-3</sup>), the latter reference giving very clear

† This work was performed under the auspices of the United States Atomic Energy Commission.