

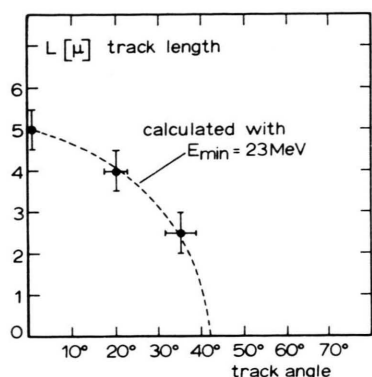


Fig. 2. Observed and calculated track length of iron recoil nuclei in olivine at different angles relative to the primary beam direction (primary beam — 45 MeV, ^{32}S).

The observed track length $L(E)$ was then calculated

$$L(E) = \int_{E_{\min}}^E (dX/dE) dE = \frac{1}{C} \cdot \int_{E_{\min}}^E dE/\ln E$$

$$= C_1 \cdot [\text{Li}(E) - \text{Li}(E_{\min})] .$$

$\text{Li}(x)$ is the tabulated logarithmic integral. The constant C_1 was adjusted by normalizing the curve to $L(42 \text{ MeV}) = 5 \mu$.

From the maximum angle deduced from Fig. 2 the minimum energy, $E_{\min}$, for track formation by iron nuclei in olivine crystals can be calculated. $E_{\min}$ was found to be $(23 \pm 1) \text{ MeV}$. By referring to the dE/dX versus E curve for Fe ions⁷ the critical rate of energy loss for olivine was estimated to be $(16 \pm 1) \text{ MeV/mg} \cdot \text{cm}^{-2}$.

Finally we want to call attention to a further source of fossil tracks in meteoritic minerals which has not been considered in the work of FLEISCHER et al.^{1,2}. Particles of the primary cosmic radiation which are not registered in the meteoritic minerals can produce tracks by elastic scattering of heavy nuclei which are constituents of the minerals studied. The characteristics of such tracks of recoil nuclei (for example iron in olivine) will be similar to those of primarily registered very heavy nuclei. The length distribution will be peaked at low track lengths just as in the case of tracks by primary iron ions. The cross section for elastic scattering of α -particles and the elements of the M group (C, N, O, F) of the cosmic radiation on iron nuclei increases with decreasing energy. Therefore one expects an increasing fraction of recoil tracks with increasing depth of the sample position in the meteorite. This fact will be enhanced by the smaller absorption rate of the light primary particles relative to nuclei of the very heavy group of the cosmic radiation which are considered as the dominant source of the fossil tracks.

Taking the relative abundance of elements as given by WADDINGTON⁸ a rough estimate gives a negligible (smaller 1%) contribution of recoil tracks at surface regions of a meteorite. The interpretation of the observed fossil tracks in these regions will not be affected by recoil events on iron nuclei in olivine. For samples from the interior of a meteorite a more careful investigation should be adequate.

The authors are indebted to Dr. ZÄHRINGER for discussions. Prof. Dr. FRENZEL we thank for providing the olivine crystals.

⁸ C. J. WADDINGTON, Progr. Nucl. Phys. **8**, 1 [1960].

Einfluß der Elektroden auf den Stromtransport in flüssigem Benzol

GERHARD KLEINHEINS

IV. Physikalisches Institut der Universität Göttingen

(Z. Naturforsch. **22 a**, 1631—1633 [1967]; eingeg. am 1. August 1967)

Die spezifische Leitfähigkeit σ von flüssigem Benzol wurde bereits mehrfach gemessen¹⁻⁴, doch stimmen die Angaben verschiedener Autoren nicht miteinander überein. Die publizierten Werte für σ bei Zimmertemperatur liegen im Bereich zwischen 10^{-14} und $10^{-18} (\Omega \text{ cm})^{-1}$, die Temperaturabhängigkeit von σ ergab Aktivierungsenergien zwischen 0,29 und 0,42 eV.

Die Messungen, über die hier berichtet werden soll, zeigten einen starken Einfluß der Elektroden auf das elektrische Verhalten des Benzols. Untersucht wurde analysenreines Benzol, das durch Destillation weiter

gereinigt und mit Molekularsieben getrocknet worden war. In einer Meßzelle, die es ermöglichte, gleichzeitig drei elektrisch voneinander isolierte zylindrische Elektrodenpaare (Fläche 21 cm^2 , Abstand $0,1 \text{ cm}$, Durchmesser der inneren Elektrode $2,9 \text{ cm}$) aus verschiedenem Material anzuordnen, wurden Strom-Spannungs-Kennlinien als Funktion der Temperatur gemessen. Es wurden Elektroden aus Kupfer, Nickel, Gold und Zinn untersucht. Die Größe der gemessenen Ströme hing bei sonst gleichen Bedingungen stark von den verwendeten Elektroden und der Polarität der angelegten Spannung ab. Selbst bei Elektroden aus gleichem Material war der absolute Wert des Stromes vom Vorzeichen der angelegten Spannung abhängig. Wenn zwei Elektroden aus verschiedenem Material verwendet wurden, war der Einfluß der Polarität jedoch größer. In einem Fall änderte sich der Strom beim Umpolen der Spannung sogar um den Faktor 60 (Abb. 1).

¹ E. O. FORSTER, J. Chem. Phys. **37**, 1021 [1962].

² H. BÄSSLER, Phys. kondens. Materie **2**, 187 [1964].

³ E. PITTS, G. C. TERRY u. F. W. WILLETS, Nature **210**, 295 [1966].

⁴ J. SULOICKI u. A. SZAFRANEK, Acta Phys. Polon. **30**, 39 [1966].



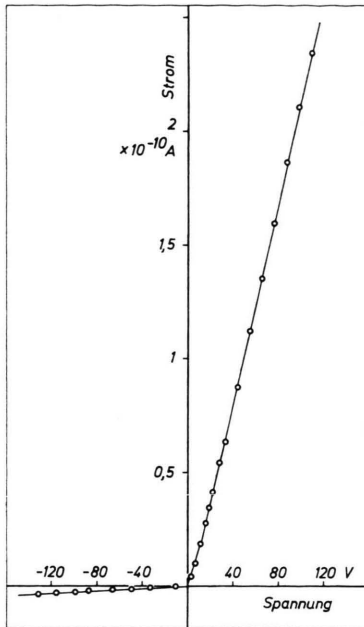


Abb. 1. Strom-Spannungs-Verhalten von Benzol bei 35 °C zwischen Elektroden aus Nickel und Kupfer. Die Polarität der Spannung bezieht sich auf die Kupfer-Elektrode.

Trotz der starken Elektrodenabhängigkeit wurde für Benzol, das mit Molekularsieben getrocknet worden war, keine Abweichung vom OHmschen Verhalten beobachtet (Abb. 2, untere Kurve). Gleichzeitig durchgeführte Messungen mit verschiedenen Elektroden ergaben für das gleiche Benzol Ströme, aus denen man

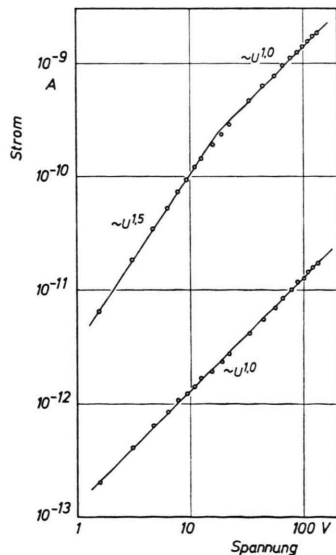


Abb. 2. Strom-Spannungs-Verhalten von Benzol bei 35 °C zwischen Elektroden aus Nickel. Untere Kurve: Benzol mit Molekularsieb getrocknet. Obere Kurve: Benzol mit Gewichtsanteil Wasser von $4,7 \cdot 10^{-4}$.

formal spezifische Leitfähigkeiten zwischen $1,0 \cdot 10^{-14}$ und $1,4 \cdot 10^{-16} (\Omega \text{ cm})^{-1}$ berechnen kann. Benzol mit einem Gewichtsanteil Wasser von $4,7 \cdot 10^{-4}$ leitete den elektrischen Strom wesentlich besser und zeigte bis zu Feldstärken von 200 V/cm eine deutlich überproportionale Abhängigkeit des Stromes von der Spannung (proportional U^2 , $\alpha = 1,2$ bis $1,5$, elektrodenabhängig). Bei größeren Feldstärken wurde der Strom zur Spannung proportional (Abb. 2, obere Kurve).

Die Temperaturabhängigkeit des Elektrodenstromes ließ sich für Benzol, das mit Molekularsieben getrocknet wurde, durch eine Exponentialfunktion

$$I = I_0 \cdot \exp(-\Delta E/kT)$$

darstellen, wobei ΔE von Elektrode zu Elektrode schwach variierte und von der Polarität der angelegten Spannung abhing. Im Gegensatz zu Messungen anderer Autoren^{1, 2, 4} wurden jedoch Aktivierungsenergien von 0,55–0,67 eV beobachtet (Abb. 3).

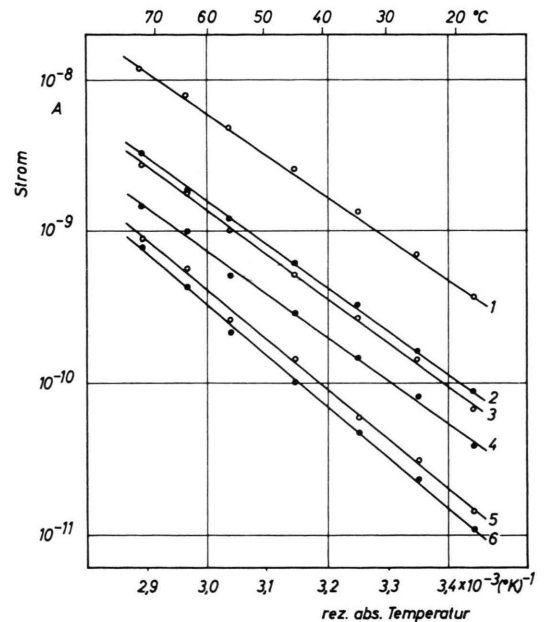


Abb. 3. Temperaturabhängigkeit des Stroms in einer Benzolprobe (mit Molekularsieben getrocknet) bei 101 V, gemessen mit drei verschiedenen Elektrodenpaaren. Die äußere Elektrode bestand jeweils aus Ni.

Kurve Nr.	Material und Polarität der inneren Elektrode	ΔE in eV
1	Cu +	0,55
2	Sn +	0,57
3	Ni +	0,58
4	Ni –	0,57
5	Cu –	0,65
6	Sn –	0,67

Die geschilderte Abhängigkeit des Stromtransports von Material und Polarität der Elektroden macht es verständlich, weshalb die publizierten Werte der spezifi-

schen Leitfähigkeit von Benzol nicht miteinander übereinstimmen. Da selbst Elektroden aus gleichem Material beim Umpolen der Spannung ein unterschiedliches elektrisches Verhalten zeigten, ist es sehr wahrscheinlich, daß sich die Vorgänge, die die Größe des elektrischen Stromes in flüssigem Benzol bestimmen, an der

Phasengrenze Elektrode—Benzol abspielen und sehr empfindlich auf Unterschiede im Zustand der Elektrodenoberfläche reagieren. Es ist also nicht möglich, aus solchen Messungen die spezifische elektrische Leitfähigkeit von flüssigem Benzol zu ermitteln.

The Electrical Conductivity of the Molten System $(\text{Li}, \text{K})_2(\text{SO}_4, \text{WO}_4)$

ARNOLD KVIST and ULF TROLLE

Department of Physics, Chalmers University of Technology, Göteborg

(Z. Naturforschg. **22 a**, 1633—1634 [1967]; received 4 September 1967)

The electrical conductivities of molten Li_2SO_4 , Li_2WO_4 , K_2SO_4 , K_2WO_4 and their equimolar mixtures have been measured up to 1100 °C. The equivalent conductivities and the ARRHENIUS activation energies indicate that the transport mechanism is mainly determined by the cations.

One of the authors has recently found¹ that the molar electrical conductivity (Λ) of LiKSO_4 is considerably lower than Λ of pure Li_2SO_4 and K_2SO_4 , while the conductivity of equimolar Li_2SO_4 — Li_2WO_4 , where $\Lambda(\text{Li}_2\text{WO}_4) \approx \Lambda(\text{K}_2\text{SO}_4)$, is almost ideal. The anions thus seem to have little importance for the conduction mechanism in such melts. We therefore found it interesting to compare the conductivities of Li_2SO_4 , Li_2WO_4 , K_2SO_4 and K_2WO_4 with their equimolar mixtures.

The experimental technique is described elsewhere in detail². The salts, Li_2SO_4 (Hopkin & Williams AnalaR), K_2SO_4 (Merck p. a.), Li_2WO_4 (Hopkin & Williams) and K_2WO_4 (Hopkin & Williams), were used without further purification.

The specific conductivities (κ) of K_2WO_4 , K_2SO_4 — K_2WO_4 , Li_2WO_4 — K_2WO_4 and Li_2SO_4 — K_2WO_4 are given in Table 1. The conductivity of K_2WO_4 agrees within 1% with results obtained by MORRIS and ROBINSON³.

κ and Λ of Li_2SO_4 , Li_2SO_4 — K_2SO_4 , Li_2SO_4 — Li_2WO_4 and Li_2WO_4 have recently been published (l. c. 1, 3, 4–6).

The molar conductivities were calculated by assuming volumetric additivity of the salts. The densities were obtained from MORRIS and ROBINSON³, JAEGER and KAHN⁷ and KVIST². The volumetric additivity was checked by comparing the mean value of the molar volumes of Li_2SO_4 and K_2WO_4 (V_1) with that of

t (°C)	κ ($\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$)	t (°C)	κ ($\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$)
K_2WO_4		LiKWO_4	
1036.2	1.351	918.0	1.123
1035.8	1.351	912.5	1.108
1026.2	1.333	902.2	1.083
1004.2	1.300	888.0	1.045
1003.0	1.296	858.0	0.971
1000.8	1.292	845.2	0.938
991.0	1.272	814.2	0.861
974.2	1.242	796.0	0.816
954.8	1.207	781.8	0.781
933.0	1.155	752.2	0.705
		733.8	0.658
		716.8	0.615
		691.8	0.553
$\text{K}_2(\text{SO}_4\text{WO}_4)_{1/2}$		$\text{LiK}(\text{SO}_4\text{WO}_4)_{1/2}$	
992.0	1.481	973.5	1.509
979.8	1.449	956.8	1.464
963.2	1.417	934.0	1.405
945.5	1.381	913.5	1.353
928.8	1.339	879.2	1.259
		861.2	1.211
		848.0	1.176
		827.0	1.117
		810.0	1.061

Table 1. The specific electrical conductivity of the investigated salts.

Salt	a	$-b$	s	Range °C
K_2WO_4	0.22379	89.0	0.4	933—1036
LiKWO_4	0.21816	88.6	0.2	691—918
$\text{K}_2(\text{SO}_4\text{WO}_4)_{1/2}$	0.24420	98.3	0.3	928—992
$\text{LiK}(\text{SO}_4\text{WO}_4)_{1/2}$	0.23015	105.8	0.2	810—974

Table 2. The molar electrical conductivity described by the relation $\Lambda = a t + b$, where t is the temperature in °C. s is the standard deviation.

Li_2WO_4 and K_2SO_4 (V_2). A difference of about 4% was found, but this difference is neglectable in this case. The molar volume of $\text{LiK}(\text{SO}_4\text{WO}_4)_{1/2}$ was taken as the mean value of V_1 and V_2 .

Linear equations for Λ are given in Table 2.

¹ A. KVIST, Thesis, Göteborg 1967.

² A. KVIST, Z. Naturforschg. **22 a**, 208 [1967].

³ K. B. MORRIS and P. L. ROBINSON, J. Chem. Eng. Data **9**, 444 [1964].

⁴ A. KVIST and A. LUNDÉN, Z. Naturforschg. **21 a**, 1509 [1966].

⁵ A. KVIST, Z. Naturforschg. **21 a**, 1221 [1966].

⁶ A. KVIST, Z. Naturforschg. **21 a**, 487 [1966].

⁷ F. JAEGER and J. KAHN, Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. Proc. **19**, 381 [1916].