Zeitschrift: Helvetica Physica Acta
Band: 29 (1956)
Heft: I

Artikel: Schwere Mesonen und Hyperonen in Kernemulsionen
Autor: Winzeler, H. / Teucher, M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-112696

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schwere Mesonen und Hyperonen in Kernemulsionen

von **H. Winzeler** und **M. Teucher**
Physikalisches Institut der Universität Bern.
E. Lohrmann
Hochspannungslaboratorium Hechingen, Deutschland.

(25. I. 56.)

In der vorliegenden Arbeit wird über einige τ-Mesonen[1]) und Hyperonen berichtet. Die Beobachtungen wurden in 2 Paketen trägerfreier Emulsionen (stacks) ausgeführt. Stack 1 bestand aus 40 Emulsionen 10×15 cm und 600 μ dick, Stack 2 aus 108 Emulsionen 20×30 cm, ebenfalls 600 μ dick. Stack 1 wurde während der Sardinienexpedition 1953 exponiert, Stack 2 wurde 1955 in Texas 8 Stunden lang in 29 km Höhe geflogen. Die Ereignisse wurden sämtlich im Laufe systematischer Durchmusterung gefunden, die jeweils die gesamte Fläche einer Platte lückenlos erfasste (Area-scanning). Das so durchmusterte Volumen betrug 100 cm^3.

Die Ergebnisse über Kerneinfänge negativer K-Mesonen sowie von Hyperonen sollen an anderer Stelle mitgeteilt werden.

1. τ-Mesonen.

In Tabelle I sind die Einzelheiten von 16 τ-Mesonen wiedergegeben. Für die Berechnung der Q-Werte wurden in beiden Stacks Kalibrierungen der Energie-Reichweite-Beziehung mit μ-Mesonen vorgenommen. Die Restreichweite der μ-Mesonen aus dem π-μ-Zerfall ergab sich für das Stack 1 zu 584 ± 6 μ, für das Stack 2 zu 597 ± 3 μ. Die Umrechnung der Reichweiten in Energie geschah unter Verwendung der Tabellen von FAY et al[2]). Man bekommt einen mittleren Q-Wert von

$$Q = 73{,}8 \pm 1{,}2 \text{ MeV}$$

und hiermit unter Zugrundelegung einer π-Masse von 272,7 m_e (139,4 MeV)

$$M = 962{,}5 \pm 2{,}5\, m_e .$$

Dabei ist dem Energieverlust eines geradlinig fliegenden Teilchens in der dünnen Papierschicht zwischen 2 Emulsionen mit 1% des Energieverlustes pro Emulsionsschicht Rechnung getragen[3]).

Tabelle I. Primäres.

Ereignis	Restreichweite (mm)	Energie (MeV)	Mutterstern	Ladg.	Flugzeit 10^{-10} s	$\Theta^0_{n\tau}$	δ^0_τ
Be_1	22,39	62,8	31+2		2,04	17,5	31,0
Be_2	7,61	34,0	11+4 n		0,95	88,5	34,5
Be_3	8,80	36,9	7+0 n		1,05	66,5	0
Be_4	> 0,78	> 9,3			>0,19	42	36
Be_5	>16,03	>52,0			>1,61	90	0
Be_6	>19,08	>57,4		+	>1,82	81	29,5
Be_7	0,93	10,3	23+3 n		0,21	70,5	66
Be_8	3,66	22,4	14+1 n		0,56	75	16
Be_9	13,29	46,7	5+0 n		1,41	64,5	3,5
Be_{10}	7,45	33,61	10+9 n		0,93	67	42
Be_{11}	4,50	25,23	22+10 p		0,65	88	23
Be_{12}	>90,35	>138,8		+	>5,4	75	4
Be_{13}	> 5,53	>28,36		+	>0,76	56	60
Be_{14}	1,50	13,51	15+21 p		0,30	30	13
Be_{15}	19,37	57,85	12+6 p		1,84	88	31
Be_{16}	> 4,54	>25,36			>0,65	45	49

Tabelle I. Sekundäre.

Restreichweite (mm)	Energie (MeV)	Ladg.	Winkel	N	δ_n^0	Q (MeV)	$\Theta^0_{\pi^-\tau}$
			110,5				
			119		48,5	73,4 ± 2,6	
7,23 ± 0,31	19,16	+	130,5	7			
			106,5				
			111,5		53	69,2 ± 2,6	
3,44 ± 0,14	12,6	+	142	2			
Wechselwirkung		−	99				
im Fluge			106		29	75,8 ± 5,0	75
1,30 ± 0,04	7,2	+	155	0			
			84				
			105		25,5	$117{,}4\ ^{+62}_{-36}$	
0,103 ± 0,004	1,7	+	171	0			
			62				
9,21 ± 0,33	22,0	−	141,5	6	64	75,3 ± 1,9	111,5
2,32 ± 0,13	10,0	+	156,5	2			
13,25 ± 0,4	27,0	−	117	2			
9,38 ± 0,34	22,2	+	121	7	43	72,1 ± 0,9	62,5
9,88 ± 0,43	22,9	+	122	11			
			74,5				
15,0 ± 0,55	29,0	−	123,5	14	29	73,4 ± 1,4	19
0,776 ± 0,026	5,4	+	162	0			
22,4 ± 0,7	38,3	−	85	6			
			131,5		25	76,5 ± 1,7	168
4,80 ± 0,21	15,2	+	143,5	4			
			64,5				
zu steil		−	147	9	17	76,7 ± 3,1	87
4,81 ± 0,19	15,2	+	148,5	3			
		−	108				
			115,5		22	72,2 ± 2,6	24
5,07	15,63	+	137,5	2			
			72				
			134		21	74,5 ± 2,6	
2,30	9,99	+	154	2			
25,03	38,8	+	72	4			
9,26	22,1	+	138	3	71	72,0 ± 0,9	27,5
2,75	11,16	−	150	0			
31,5	44,2	+	53	6			
5,56	16,5	−	146	3	13	72,3 ± 0,9	104
2,98	11,6	+	161	2			
25,97	39,6	−	81,5	15			
			136		17	72,4 ± 1,5	108
0,926	5,96	+	142,5	0			
			68				
		+	134,5		56	74,4 ± 5,0	88
1,40	7,53	−	158	1			
			74				
17,53	31,7	+	118	14	44	72,5 ± 1,5	137
0,225	2,67	−	168	0			

N ist die Anzahl der durchquerten Platten.

Die Dicke der Emulsion ist mit 600 $\mu \pm 10\%$ angesetzt worden. Die Sterngrössen der Muttersterne der τ-Mesonen wurden untersucht. Die Mittelwerte $\bar{n}_h$ der grauen plus schwarzen Spuren einerseits sowie die der dünnen Spuren $\bar{n}_s$ andererseits, betragen

$$\bar{n}_h = 15$$
$$\bar{n}_s = 5{,}6$$

Diese Werte sind mit der von der „G-stack-collaboration"[4]) und von FRIEDLANDER et al.[5]) für positive K-Mesonen gegebenen Verteilung in Übereinstimmung. Danach ist die mittlere Energie der Muttersterne von der Grössenordnung 60 BeV. Diese Abschätzung wurde gewonnen durch Extrapolation von Daten von JOHNSON[6]), sowie aus Messungen von F. HÄNNI[7]).

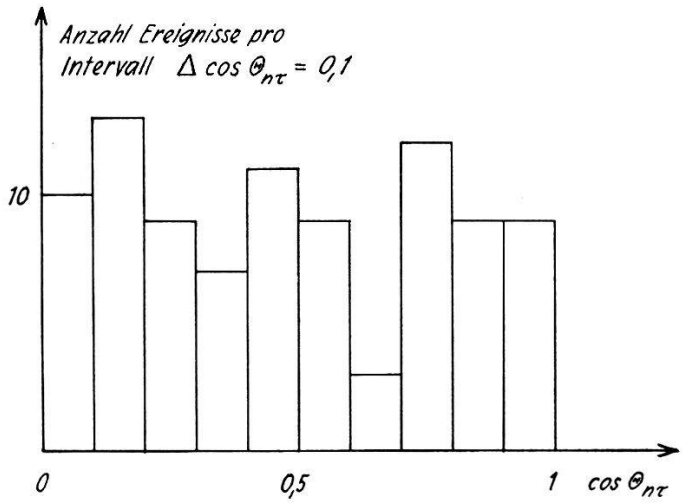

Fig. 1.

In Fig. 1 ist die Verteilung der Winkel $\Theta_{n\tau}$ zwischen der Emissionsrichtung des τ-Mesons am Entstehungsort (Mutterstern oder Eintrittspunkt in den Stack) und der Normalen zur Zerfallsebene wiedergegeben. Aus dieser Verteilung kann man unter gewissen Umständen[8]) Aufschlüsse über Spin und Polarisation des τ-Mesons ziehen. Die Verteilung erweckt den Eindruck von Isotropie, auch ergibt ein χ^2-Test, dass die Abweichung von der Isotropie im Rahmen der — hier mit 92 τ-Zerfällen aufgestellten — Statistik liegt. Die 16 Daten unseres Labors wurden dabei durch diejenigen von folgenden Laboratorien uns freundlicherweise zur Verfügung gestellten Werte ergänzt: Berkeley (HECKMAN) 5, Berkeley (RICHMAN) 24, Bombay 6, Bristol 8, Göttingen 3, Rehovot 1, Lund 1, Padua 16, Rom 7, Sorbonne 1 und Turin 4. Nach den übrigen aus der Winkelverteilung der Sekundären erhaltbaren Schlüssen[1]) ist dieses Ergebnis in Übereinstimmung mit der Annahme, dass das τ-Meson den Spin 0 hat.

Da beim Suchen nach τ-Zerfällen leicht ein systematischer Fehler in $\Theta_{n\tau}$ dadurch entstehen könnte, dass Ereignisse mit bestimmten Zerfallsebenenstellungen sowie Neigungen der τ-Spuren weniger leicht übersehen werden als andere, wurden die Neigungswinkel der τ-Mesonenbahn δ_τ und die Neigungswinkel der Ebenennormalen δ_n ebenfalls in Tabelle I eingetragen. Eine systematische Bevorzugung bestimmter Winkelkombinationen ist nicht erkennbar.

Ebenfalls in Tabelle I eingetragen wurde der Winkel $\Theta_{\pi^-\tau}$ den die Flugrichtung des τ-Mesons und diejenige des ungleichen π-Mesons bilden[8]). Im Falle des Vorliegens einer Polarisation sollte die Verteilung der $\Theta_{\pi^-\tau}$ die schärfere Differenzierung als die Verteilung der $\Theta_{n\tau}$ aufweisen. Da jedoch das ungleiche π-Meson nicht immer identifizierbar ist, haben wir auf die Verwendung dieser Verteilung verzichtet.

Tabelle II.

Primäres					Sekundäres			
Ereignis	Restreichweite (mm)	Masse (m_e)	Ladg.	δ^0_τ	Restreichweite (mm)	Energie (MeV)	Ladg.	$\Theta^0_{\pi^+\tau}$
Be_1	>18,6	$600 \begin{smallmatrix}+250\\-120\end{smallmatrix} (\bar{G}-R)$	+	22	5,40	16,2	+	29
Be_2	>13,2	$1150 \pm 200\ (\bar{G}-R)$	+	23	7,44	19,5	+	17
Be_3	> 9,2	$740 \pm 200\ (\bar{G}-R)$	+	35	12,82	26,5	+	59
Be_4	15,2	$1360 \begin{smallmatrix}+350\\-250\end{smallmatrix} (\bar{\alpha}-R)$	+	18	$(\bar{G}-R)$	44	+	18

Tabelle II zeigt die Daten von 4 τ'-Mesonen mit dem Zerfallsschema

$$\tau' \rightarrow \pi^+ + 2\,\pi^0.$$

Die Massenbestimmung erfolgte mit der „Constant-Sagitta-Methode" $(\bar{\alpha} - R)$ bzw. Mithilfe der Methode der „Mean Gap-length" $(\bar{G} - R)$. Sämtliche Sekundärteilchen wurden als positive π-Mesonen identifiziert. Auch hier wurde der Winkel $\Theta_{\pi^+\tau}$ zwischen τ und ungleichem π gemessen. Die Auswertung dieser Verteilung wird erst bei Vorliegen einer grösseren Statistik sinnvoll sein.

Tabelle III.

Primärteilchen							Sekundärteilchen					
Teilchen	beobachtete Länge	kin. Energie bei Emiss.	Zerfall	Masse (m_e)	Flugzeit (sec)	Mutterstern	durchquerte Schichten	$p\beta$ (MeV)	kin. Energie (MeV)	Masse	Reichweite	Q (MeV)
Σ-Be$_1$	14200 μ	69 MeV	in Ruhe	2290 ± 170 ($\bar{G}$, R) 2310 ± 350 ($\bar{\alpha}$, R)	$2 \cdot 10^{-10}$	$9+5\,p$	1	—	$18{,}96 \pm 0{,}23$	Prot.	$1630 \pm 35\ \mu$	$116{,}5 \pm 1{,}2$ ($\Sigma^+ \to p+\pi_0$)
Σ-Be$_2$	5900 μ	43 MeV	in Ruhe	$2490\ {}^{+800}_{-530}$ ($\bar{\alpha}$, R)	$1 \cdot 10^{-10}$	$19+5\,n$	—	170 ± 25	—	≈ 300 ($\bar{G}$, $\bar{\alpha}$)	—	130 ± 24 ($\Sigma^\pm \to n+\pi^\pm$)
Σ-Be$_3$	2406 μ	26 MeV	in Ruhe	$2390\ {}^{+600}_{-450}$ ($\bar{\alpha}$, R)	$5 \cdot 10^{-11}$	$19+9\,p$	1	—	$19{,}35 \pm 0{,}23$	Prot.	$1727 \pm 35\ \mu$	$118{,}9 \pm 1{,}2$ ($\Sigma^+ \to p+\pi_0$)

Verwendete Daten: $m_p = 1836\ m_e$ $\quad m_\pi = 272{,}7\ m_e$ $\quad m_{\pi^0} = 263{,}9\ m_e$
$m_n = 1839\ m_e$

2. Hyperonen.

Das Σ-Hyperon hat die Zerfallsschemata

$$\Sigma^+ \rightarrow \pi^0 + P$$
$$\Sigma^\pm \rightarrow \pi^\pm + n$$

In Tabelle III sind die Daten von 3 Σ-Hyperonen wiedergegeben. Zwei davon zerfallen nach dem 1. Schema, das 3. nach dem zweiten Schema. Soweit die Streumessungen ergaben, erfolgten alle Zerfälle in Ruhe. Der für Σ-Be_1 ermittelte Q-Wert ist mit dem genauesten Literaturwert[9][10]) von 116 ± 1 MeV für dieses Schema in Übereinstimmung. Dasselbe trifft zu für den Q-Wert von Σ-Be_2. ($Q =$ 110 MeV). Die Abweichung bei Σ-Be_3 lässt sich nicht durch die Annahme erklären, dass das Hyperon kurz vor Ende seiner Bahn im Fluge zerfallen ist, denn das Proton ist leicht nach „hinten" geflogen. Dies könnte lediglich zu einer Unterschätzung des Q-Wertes führen. Die Möglichkeit, dass es sich um einen Σ^--Stern handelt, kann daher nicht ausgeschlossen werden, doch ist hierzu zu bemerken, dass weder ein Rückstosskern noch ein Auger-Elektron erkennbar ist.

Die Fehler der Q-Werte enthalten wiederum die Fehler der Energie-Reichweite-Kalibrierung, die der Korrektur auf Verzerrungen, die Korrektur auf die Papierzwischenschicht sowie die mit 10% in Rechnung gesetzte Schwankung in der Emulsionsdicke.

Zusammenfassung.

Es werden die Daten von 16 τ-Mesonen, 4 τ'-Mesonen und 3 in Ruhe zerfallenden Hyperonen angegeben, die in Kernemulsionen beobachtet wurden, die der kosmischen Strahlung ausgesetzt waren. Der Q-Wert der τ-Mesonen ergibt sich zu 73,8 MeV. Die gegenüber früheren Arbeiten verbesserte Statistik der Verteilung der Winkel zwischen der Flugrichtung des τ-Mesons und der Normalen zur Zerfallsebene zeigt keine Abweichung von der Isotropie. Zwei der Hyperonen zerfallen nach dem Schema $\Sigma \rightarrow \pi^0 + P$ mit Q-Werten von 116,5 und 118,9 MeV, das dritte, mit dem Zerfallsschema $\Sigma \rightarrow \pi^+ + n$ hat einen Q-Wert von 130 MeV.

Wir danken Herrn Prof. F. G. Houtermans und Herrn Prof. Ch. Peyrou für ihre stete wissenschaftliche Unterstützung. Des weiteren danken wir besonders Frau B. Albrecht für gewissenhafte Auswertung der Platten. Am Aufsuchen der Ereignisse waren die folgenden Damen beteiligt: B. Albrecht, B. Mesmer, A. Mühlebach, T. Riesen, S. Schilt und I. Walser. Einer von uns (E. L.) möchte

Herrn Prof. Dr. E. SCHOPPER für die Gewährung des nötigen Urlaubs und der Deutschen Forschungsgemeinschaft für finanzielle Unterstützung danken. Die Teilnahme an der Sardinien- und Texasexpedition sowie die Durchführung der Untersuchungen wurde uns durch den Schweizer Nationalfonds ermöglicht.

Literaturverzeichnis.

[1]) E. AMALDI, Report of the Pisa Conference 1955, p. 1.
[2]) H. FAY, K. GOTTSTEIN and K. HAIN, Suppl. Nuovo Cim. **11**, 234 (1954).
[3]) K. GOTTSTEIN, Nuovo Cim. **1**, 284 (1955).
[4]) „G-Stack Collaboration", Report of the Pisa Conference 1955, p. 307.
[5]) M. W. FRIEDLANDER, D. KEEFE, M. G. K. MENON, R. H. W. JOHNSTON, C. O'CEALLEIGH and A. KERNAN, Phil. Mag. **46**, 144 (1955).
[6]) W. R. JOHNSON, Phys. Rev. **99**, 1049 (1955).
[7]) F. HÄNNI, Private Mitteilung.
[8]) M. TEUCHER, W. THIRRING and H. WINZELER, Nuovo Cim. **1**, 733 (1955).
[9]) M. BALDO G. BELLIBONI, M. CECCARELLI, M. GRILLI, B. SECHI, B. VITALE e G. T. ZORN, Nuovo Cim. **1**, 1180 (1955).
[10]) C. CASTAGNOLI, G. CORTINI and A. MANFREDINI, Nuovo Cim. **12**, 464 (1954).