

Brèves communications - Kurze Mitteilungen
 Brevi comunicazioni - Brief Reports

Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. - Für die kurzen Mitteilungen ist ausschliesslich der Autor verantwortlich. - Per le brevi comunicazioni è responsabile solo l'autore. - The editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

The Proton Compton Wavelength as the
 'Quantum' of Length

The purpose of this note is to call attention to the very interesting fact that many of the experimentally measured lengths pertaining to fundamental nuclear forces appear to be integral multiples of the Compton wavelength, λ_0 , of the proton, where $\lambda_0 = h/m_0c = 1.32 \times 10^{-13}$ cm¹. Thus, the effective range of the proton-proton singlet force is 2.65×10^{-13} cm ($= 2.01 \lambda_0$), and that of the neutron-proton singlet force is the same within experimental error; the singlet proton-proton scattering length is 17.2×10^{-13} cm ($= 13.0 \lambda_0$); the singlet neutron-proton scattering length is 23.7×10^{-13} cm ($= 18.0 \lambda_0$), and the corresponding triplet value is 5.38×10^{-13} cm ($= 4.06 \lambda_0$). Similarly, the coherent scattering length of neutrons by protons was found² to be 3.96×10^{-13} cm ($= 3.00 \lambda_0$), and the neutron scattering amplitude for carbon is 6.63×10^{-13} cm ($5.01 \lambda_0$).

It must be emphasized that all of these lengths, so important for their bearing on the theory of nuclear forces,

¹ This paper was presented at the New York Meeting of the American Physical Society, January 30, 1958.

² More recent values, however, are 3.78×10^{-13} cm [D. J. HUGHES, *Pile Neutron Research* (Addison-Wesley Publ. Co., Cambridge, Mass. 1953)], and 3.80×10^{-13} cm [A. T. STEWART and G. L. S. SQUIRES, *Phys. Rev.* **90**, 1125 L (1953)].

are experimental³, not theoretical quantities. Furthermore, it is of interest to note that the nuclear unit radius, R_0 , for nuclei of $A \geq 200$ has recently been found to be 1.32×10^{-13} cm ($= 1.00 \lambda_0$)⁴.

Also, the values obtained for R_0 of light nuclei by some ten different methods⁵ range, in all cases, between 1.0 and 1.5×10^{-13} cm⁶. Thus it appears that the radius of the proton may well be its Compton Wavelength. The Table shows the fundamental nuclear lengths as multiples of λ_0 (which may conveniently be called the 'compton').

On the other hand, however, the triplet neutron-proton effective range⁵ (p. 329) is 1.70×10^{-13} cm which is not an integral multiple of λ_0 ; and it is unlikely that the experimental value for this quantity is in error.

³ R. D. EVANS, *The Atomic Nucleus* (Mc-Graw Hill Book Co., New York 1955), Chapt. 10. - H. A. BETHE, *Elementary Nuclear Theory* (John Wiley and Sons, Inc., New York 1956), Chapt. 13 and p. 96.

⁴ O. MIYATAKE, *Progr. theor. Phys.*, Osaka 7, 285 (1952).

⁵ R. D. EVANS, *The Atomic Nucleus* (Mc-Graw Hill Book Co., New York 1955), Chapt. 2.

⁶ In addition, the radius of the first Bohr orbit of the hydrogen atom is 5.29×10^{-8} cm, which is equal to $4.00 \times 10^4 \lambda_0$, or $(200)^2 \lambda_0$. Though this is a large number, it is surprising that it should be so close to the square of an even integer (200). Furthermore, the higher level Bohr orbits, which have radii n^2 times this value, are therefore $(200 n)^2 \lambda_0$ in radius.

The Fundamental Nuclear Lengths as Multiples of the 'Compton' (The probable error in the experimental measurements is given where available).

Measured Quantity	Length in cm $\times 10^{13}$	Length in 'comptons'	References
Nuclear unit radius for light elements	1.3 (average)	1.0	⁵
Nuclear unit radius for heavy nuclei ($A \geq 200$)	1.32	1.00	⁴
Proton-proton singlet force, effective range	2.65 ± 0.08	2.01 ± 0.06	⁵ p. 341
Neutron-proton singlet force, effective range	2.7 ± 0.5	2.0 ± 0.4	⁵ p. 329
Neutron-proton coherent scattering length	3.96 ± 0.2	3.00 ± 0.2	⁵ p. 327
	(3.78 ± 0.03)	(2.88 ± 0.02)	
Triplet neutron-proton scattering length	5.38 ± 0.02	4.06 ± 0.02	⁵ p. 329
Neutron scattering amplitude for carbon	6.63 ± 0.03	5.01 ± 0.02	⁵ p. 328
Singlet neutron-neutron scattering length	15.9	12.0	⁷
Singlet proton-proton scattering length	17.2	13.0	⁸ p. 96
Singlet neutron-proton scattering length	23.7 ± 0.05	18.0 ± 0.04	⁵ p. 329

⁷ R. H. PHILLIPS and K. M. CROWE, *Phys. Rev.* **96**, 484 (1954). - R. D. EVANS, *The Atomic Nucleus* (Mc-Graw Hill Book Co., New York 1955), p. 329.

⁸ H. A. BETHE, *Elementary Nuclear Theory* (John Wiley and Sons, Inc., New York 1956), Chapt. 13 and p. 96.

Furthermore, the radius of a nuclear species is given by $R = R_0 A^{1/2} = \lambda_0 A^{1/2}$ (where A is the mass number), and unless A happens to be a perfect cube, it is apparent that the radius of the nucleus will not be a multiple of the 'compton'.

It is the belief of the author that the foregoing facts lend credence to the idea, first proposed by HEISENBERG⁹, of the existence of a fundamental length.

L. S. LEVITT

Stevens Institute of Technology, Hoboken (N. J.), April 21, 1958.

Résumé

La plupart des longueurs expérimentales concernant les forces fondamentales dans le nucleus sont des multiples intégraux de la longueur d'onde Compton, λ_0 , du proton, où $\lambda_0 = h/m_0c = 1.32 \times 10^{-13}$ cm (qui peut ainsi s'appeler un «compton»). Ces longueurs comprennent la portée effective des interactions des nucléons, et les amplitudes de dispersion.

On a également trouvé par différentes méthodes que le radius d'unité, R_0 , du nucleus se situe entre $1,0$ et $1,5 \times 10^{-13}$ cm. Il semble donc que le vrai radius du proton peut bien être sa longueur d'onde Compton.

⁹ A fundamental length of the order of 10^{-13} cm was first postulated by W. HEISENBERG, Ann. Phys. 32, 20 (1938); Z. Phys. 120, 513, 673 (1943). Of course, De Broglie wavelengths calculated for massive objects and high energy particles are very much smaller than this value, but their significance as physical lengths is certainly questionable.

Uranvererzungen in Gesteinen des Bernhardskristallins (Kt. Wallis, Schweiz)

1. *Einleitung.* Durch systematische Messungen¹ in Kraftwerkstollen sind mittels Szintillationszählern an verschiedenen Orten der Schweizer Alpen Gesteine mit stark erhöhter Radioaktivität gefunden worden, worüber die Tagespresse zum Teil bereits berichtete. Die vorliegende, vorläufige Mitteilung stellt eine erste Orientierung über die in Stollen der Grande Dixence S.A. gemachten Funde von bisher im Wallis unbekannten Uranvererzungen dar. Diese liegen, wie aus der Abbildung 1 hervorgeht, in einem Bereich der penninischen Alpen, der auch Fundstellen anderer Erzminerale aufweist. Solche, in Abbildung 1 vermerkte Vorkommen vorwiegend sulfidischer Erze sind wenig erschürft und nur zeitweilig abgebaut worden.

2. *Uranerzfunde in Stollen der Grande Dixence S.A.* Im Verlaufe der systematischen Messungen² wurden im Spätherbst 1957 Funde von Gesteinen mit stark erhöhter Radioaktivität in Stollen zwischen den Zentralen Fionnay und Nendaz (Rhonetal) sowie im Fensterstollen Sarreyer gemacht (siehe Stelle A und B der Abbildung 1). Beide Lokalitäten liegen im Gebiet des Penninikums, und zwar der Bernhardsdecke.

¹ Siehe TH. HÜGI und F. DE QUERVAIN im Mitteilungsblatt Nr. 3 des Delegierten für Fragen der Atomenergie, November 1957 (Bern), wo über die durch die Schweizerische Studienkommission für Atomenergie finanzierten Arbeiten des «Arbeitsausschusses für die Untersuchung schweizerischer Mineralien und Gesteine auf Atombrennstoffe und seltene Elemente» berichtet wird.

² Die Aufnahmen in Stollen der Grande Dixence S.A. besorgte Herr G. WELTI, dipl. ing. geol. ETH, unterstützt durch Herrn J. NORBERT, géologue diplômé, und Hilfskräfte. Unter letzteren sei Herr C. ANTILLE erwähnt, der die Messungen in den fraglichen Stollenabschnitten durchführte.

a) *Die Vererzung im Stollen bei Iséables.* Bei den Messungen in dem mächtigen Komplex der Serie der Dent de Nendaz³ wurden an verschiedenen Stellen der Stollenwand Strahlungsaktivitäten von 2 bis ungefähr 3 mr/h (γ - und β -Strahlung) gemessen. Diese Serie bildet nach CALAME³ zusammen mit dem schieferigen und konglomeratischen Verrucano und der Arkose von Tion das Permo-Karbon. Letzterer Komplex wird in dem Gebiet von Nendaz gegen SE begrenzt durch die unteren Cassaniaschiefer, gegen NW folgt als jüngere Bildung die «Trias bordier», mit permotriadischem Gestein. Die Gesteine der Serie der Dent de Nendaz zeigen allgemein detritischen Charakter (= metamorph umgeprägte Konglomerate, Sandsteine und Phyllite).

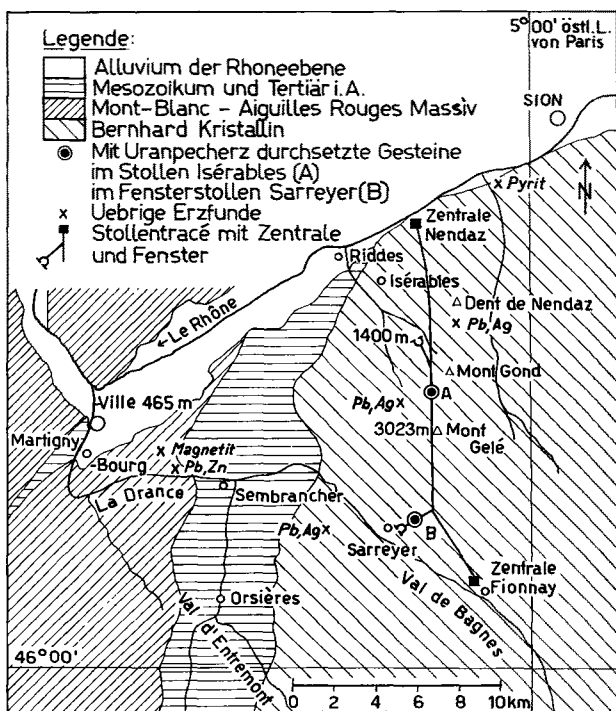


Abb. 1. Geologische Übersichtsskizze der Uranerzfunde in Stollen der Grande Dixence S.A.

Die Untersuchung der Felspartien mit stark erhöhter Aktivität hat bisher folgendes ergeben⁴: Der Stollen (A in Abb. 1) quert den Nordausläufer des Mont Gelé und ist an der interessierenden Stelle rund 1120 m überlagert. In mehr oder weniger schieferigen Chlorit-Serizitgneisen bis-schiefer (Streichen $N 20 \pm 5^\circ E$, Fallen $45-50^\circ SE$) treten in einem Gesteinskomplex von einigen 10 m verschiedene, meist zur Schieferung konkordant, lokal diskordant verlaufende, auffallend dunkle Lagen wechselnder Mächtigkeit auf. Darin erkennt man schon von Auge ein schwarzes Erz, meist begleitet von dunklem Chlorit und sehr charakteristisch rosagefärbten hellen Mineralien. Stellenweise sind direkt rötliche Quarzadern oder -lagen erkennbar, die mit den vererzten Lagen abwechseln (Rosa-Schwarzbänderung). Das Erz erscheint auch nesterartig im gefärbten Quarz oder im Gestein angereichert. In diesem stark aktiven Erz waren Uran neben Spuren von Thorium quantitativ chemisch leicht nachzuweisen.

³ J. J. CALAME, Thèse n° 1171, Genève 1954.

⁴ Ausdehnung und Charakter der U-Vererzung werden zurzeit durch Sondierarbeiten verfolgt.