

Periodic Table Curiosity:

Peter Debye's extension of the periodic table: history of 'the element' having atomic number zero.

On the occasion of the Tercentennial of Harvard university in the summer of 1936, a honorary doctorate was bestowed on Debye.

At Harvard Debye met the Indian astrophysicist Meghnad Saha who made after some months, at the time of Debye's Nobel Prize, mention of the discussion between the two men: 'In the course of a conversation he told that he was engaged in making a bit of a white dwarf. Probably the reader knows that astronomers have discovered a system of bodies in the heavens which are known as white dwarfs, in which the density of matter may be 60,000 times, nay, even a million times that of platinum which is the heaviest metal known on earth'.¹ More specifically, Saha recollected that Debye intended to produce neutrons by nuclear processes, and catch them at absolute zero of temperature. The neutrons should then cling to each other and form a sort of a compact mass a million times heavier than ordinary matter. What is behind this story?

In 1932 James Chadwick discovered the neutron by exposing beryllium (Be) to bombardment with alpha particles (nuclei of helium). The released neutrons appeared to have a mass approximately equal to that of the proton, but without electrical charge. Debye was in the beginning of the thirties well informed about the newest developments in nuclear physics. His laboratory in Leipzig had the disposal of a particle accelerator of about 100,000 direct voltage which was used –not by himself– for nuclear processes. The first of December, 1934, he had lectured on the subject in Munich, followed by a publication.² He referred in this work to the nuclear research of Enrico Fermi in Rome, who made use of the dislodged neutrons to produce artificial atomic transmutations. In this way he transformed aluminium into silicon or magnesium, and these nuclear processes appeared to be more efficient when using neutrons retarded by substances containing hydrogen: the neutrons are losing a substantial part of their kinetic energy when impinging on hydrogen nuclei. These results from Fermi's work did Debye, probably, believe that the neutrons could lose all their kinetic energy when subjected to a temperature very near absolute zero. He intended to use the new experimental method of adiabatic demagnetization to solve the fundamental physical problem of the nature of the neutron, as he had tried earlier, in 1915, to reveal the nature of the Bohr atom by using the then new method of X-ray diffraction.

In October 1937 Debye said:³ 'Maybe, you have before observed that the modern periodic system does not start with hydrogen.⁴ Hydrogen is still positioned at the beginning of the periodic system, because it has in its nucleus the elementary unit charge. But there is, as we know, also a number zero. So, one might ask: can the zero position in the periodic table not be occupied, too? Is there not a chemical element whose nucleus does not bear a charge? This element has been discovered lately; it is the so-called neutron.'

The position of the neutron as element zero, as Debye proposed it in 1935, is shown in the table on the next page.

¹ D.M. Bose and M.N. Saha: *Professor Paul (sic!) Debye*, Science & Culture, 2 (1936).

² P. Debye: *Kernphysik*, Verlag von S. Hirzel in Leipzig (1935).

³ Debye's lecture on October 10, 1937, was published in *Stahl und Eisen*, 58 Vol. 1 (1938).

⁴ Debye had already presented his new periodic table of elements 'according to the present state of knowledge' starting with the neutron.

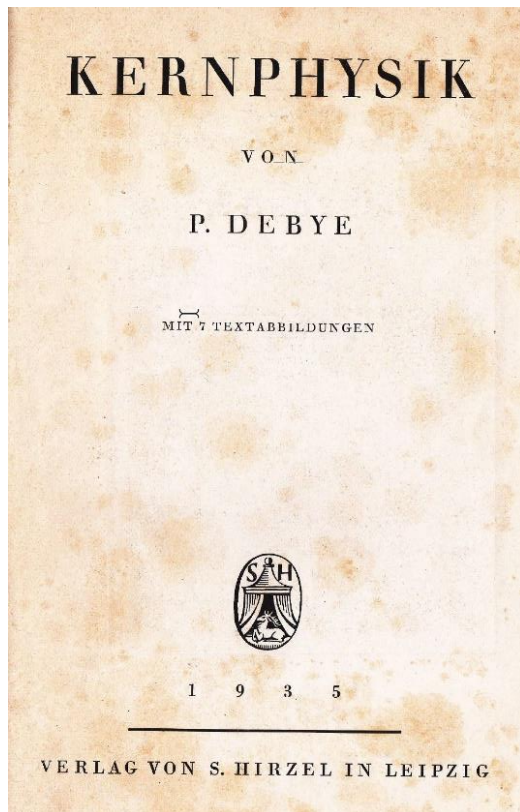


Tabelle I

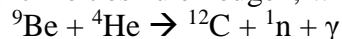
Z	Symbol	A	Rel. Häufigkeit	Genaueres Atomgewicht	
0	n	1	100	1,0080	
1	H	1	99,98	1,00778	1,008
		2	0,02	2,01363	
		3	10 ⁻⁷	—	
2	He	3	—	—	4,002
		4	100	4,00216	
3	Li	6	8,3	6,0145	6,940
		7	91,7	7,0146	
		8	0,05	—	
4	Be	8	0,05	—	9,02
		9	99,95	9,0155	
5	B	10	20	10,0135	10,82
		11	80	11,0110	
		12	98,92	12,0036	
6	C	12	1,08	13,0039	12,00
		13	99,62	14,008	
7	N	14	0,38	15,003	14,008
		15	99,76	16	
8	O	16	0,04	17,0029	16,00
		17	0,20	18,0065	
		18	100	19,0000	
9	F	19	90,00	19,9967	20,183
		20	0,27	21,9947	
10	Ne	21	9,73	22,997	24,32
		22	100	26,97	
		23	77,4	—	
11	Na	24	11,5	—	28,06
		25	11,1	—	
12	Mg	26	100	27,9818	32,06
		27	89,6	—	
		28	6,2	—	
13	Al	29	4,2	31,02	35,457
		30	100	36,9777	
14	Si	31	96	—	32,06
		32	1	—	
		33	3	—	
15	P	34	3	—	32,06
		35	76	84,9796	
		36	24	36,9777	
16	S	32	96	—	32,06
		33	1	—	
17	Cl	34	3	—	35,457
		35	76	84,9796	
		37	24	36,9777	

Debye wrote in reference 3 – in German:

Lassen Sie mich einen letzten Punkt berühren. Sie haben vorhin vielleicht beobachtet, dass das moderne periodische System nicht mit Wasserstoff anfängt. Der Wasserstoff steht an erster Stelle im periodischen System, weil er in seinem Kern die elementare Einheitsladung hat. Aber es gibt doch auch eine Zahl 0.

So wird man sich fragen: Kann ich die nullte Stelle im periodischen System nicht auch besetzen? Gibt es nicht ein chemisches Element, dessen Kern überhaupt keine Ladung trägt. Dieses Element hat man in den letzten Jahren entdeckt; es ist das sogenannte Neutron. Es kommt im allgemeinen nicht frei vor, aber es ist, wie wir jetzt wissen, in allen Atomkernen enthalten.

Eine Möglichkeit es zu erzeugen, wird durch folgende Gleichung veranschaulicht:



Wenn man Radium oder Radium-Emanation mit Berylliumpulver zusammenbringt, so erfolgt zwischen den ausgesandten α -Teilchen und den Berylliumkernen eine Reaktion. Es sind im ganzen sechs Einheitsladungen vorhanden, die einem neuen Kern zukommen, der demnach an sechster Stelle im periodischen System steht und daher ein Kohlenstoffkern ist. Das Atomgewicht von C ist aber 12, und so bleibt eine Masseneinheit übrig. Das ist das in der Gleichung mit ${}^1\text{n}$ bezeichnete Neutron. Rechts ist noch γ hinzugefügt, um anzudeuten, dass auch γ -Strahlung entsteht. Das Neutron kann man nun wieder auf die Materie loslassen. Es ist deshalb so besonders geeignet, weil es keine Ladung hat. Sie erinnern sich, dass ich sagte: Wenn ich an einen Kern herankommen will, muss ich die elektrische Abstossung der Kerne überwinden. Dazu gehören sehr hohe Potentiale. Diese Schwierigkeit ist jetzt beseitigt; denn ich habe nun ein Teilchen, das keine Ladung hat. Da brauche ich keine Abstossung zu überwinden, und ich kann an die höchstgeladenen Kerne ohne Schwierigkeit heran. Nur kann man das Neutron nicht ohne weiteres beobachten.