

Hevesy. Wartościowość pierwiastków promieniotwórczych^{*)}. (Die Valenz der Radioelemente). Physikal. Zeitschrift T. 14 r. 1913. S. 49—62.

Jak dotąd nie znamy żadnego bliższego związku między chemiczną naturą pierwiastków, a ich własnościami promieniotwórczymi. Nawet i to znane twierdzenie, że promieniotwórcze są tylko najcięższe pierwiastki, należy przyjmować z wielką rezerwą, wobec ustalonej, jak się zdaje, promieniotwórczości potasu i rubidu. Hevesy postawił sobie za zadanie znalezienie związku między wartościowością produktów promieniotwórczych, a ich radioaktywnymi własnościami. Określenie wartościowości elektryczne, w myśl praw Faraday'a, występuje dziś w nauce coraz częściej. Otóż przy wyrzuceniu cząstki α , reszta atomu traci 2 naboje dodatnie, przy wyrzuceniu β —nabój ujemny. Chodzi tedy o to, czy wyrzucenie tych ładunków ujawni się także w zmianie wartościowości powstałego produktu.

Do badania wartościowości produktów promieniotwórczych nie można było stosować zwykłych metod, a więc nie można jej było znaleźć ani drogą chemicznej analizy, ani przez elektrolizę, bo produkta te występują zawsze w tak drobnych ilościach, że zważyć ich nie możemy. Hevesy wskazuje jednak drogę, jak przez uważanie dyfuzji promieniotwórczych produktów można określić wartościowość tych dyfundujących kationów. Według teorii dyfuzji Nernsta otrzymuje się równanie na współczynnik dyfuzji elektrolitu wyrażony przez prędkości obu jonów u i v , oraz wartościowość n

^{*)} Streszczenie referatu przedstawionego d. 27 lutego 1913 r. na posiedzeniu Koła Fizyków Towarzystwa Kopernika we Lwowie.

$$D_{18} = \frac{0,04485}{n} \frac{uv}{u+v}$$

Równanie to sprawdzone zostało przez samegoż Nernsta w przypadku jednowartościowego elektrolitu.

Abege i Bose przekształcili to równanie, stosując je do przypadku dyfuzji elektrolitu nie do czystego rozpuszczalnika, ale do roztworu, zawierającego jeden z jonów w nadmiarze. Badają więc np. dyfuzję chlorku barowego rozpuszczonego w kwasie solnym do kwasu solnego. W tym przypadku dyfuzji do roztworu zawierającego jeden z jonów w nadmiarze, odpada elektrostacyjna regulacja prędkości jonów, a szybkość dyfuzji całego elektrolitu dana jest ruchliwością dyfundującego jonu nie wspólnego (w rzeczonym przypadku np. ruchliwością baru). Jeśli koncentracja roztworu, w którym odbywa się dyfuzja, jest dostatecznie duża w stosunku do koncentracji dyfundującego elektrolitu (co w przypadku produktów promieniotwórczych zawsze łatwo spełnić), wtedy współczynnik dyfuzji elektrolitu, dyfundującego do roztworu o wspólnym anionie, dany będzie przez równanie $D_{18} = 0,02242 \frac{u}{n}$ gdzie u przedstawia ruchliwość kationu, a n jego wartościowość.

Określiwszy doświadczalnie współczynnik dyfuzji i prędkość kationu, można z powyższego równania wartościowość kationu wyrachować. Ponieważ dalej ruchliwości wszystkich znanych kationów (z wyjątkiem wodoru i litu) wahają się w niedużych granicach dokoła liczby 55·7, przyjmując przeto tę średnią wartość jako ruchliwość kationów promieniotwórczych, otrzymuje się z powyższego równania jako najprawdopodobniejszą wartość na współczynnik dyfuzji, 1·25 dla jonów jednowartościowych, 0·63 dla dwuwartościowych i t. d. Na tej podstawie, znalazzły doświadczalnie wartość współczynnika dyfuzji, można już wprost określić wartościowość, a ruchliwości jonów, ewentualnie oddzielnie znalezione, dają kontrolę poprawności obliczenia.

Spółczynnik dyfuzji produktów promieniotwórczych rozpuszczonych w kwasie solnym i dyfundujących do kwasu solnego znajdował Hevesy zwyczajną metodą Grahama—Stephana, analizując warstwy roztworu znanej grubości po upływie znanego czasu dyfuzji. Analiza poszczególnych warstw przeprowadzana była drogą pomiarów jonizacji, wywołanej przez produkt w danej warstwie zawarty. Doświadczenia powtarzane kilkakrotnie dawały rezultaty bardzo zgodne.

Ruchliwość jonów określał Hevesy przez pomiar szybkości przesuwania się kolumny jonów produktu promieniotwórczego pod wpływem znanej różnicy potencjałów; metodę tę stosowano dotąd tylko do przypadku jonów barwnych.

Rezultaty otrzymane zebrane są w tablicy poniżej podanej:

Pierwiastek promieniotwórczy	Okres przemiany do połowy	D Współczynnik dyfuzji znaleziony w $\text{cm}^2 \text{dnie}^1$	Ruchliwość kationu u w 10^5 $\text{cm}/\text{sek.}$	Wartość obliczona $n=0,0224 \frac{u}{D}$	Wartość obliczona z okrągłona	Rodzaj przemiany w stanach	Zmiana wartościowej przy przem.
Uran I Ur I	$5 \cdot 10^9$ lat	—	—	—	6	α	-2
Uran X Ur X	21·5 dnia	0.4	—	—	4	β	+2
Uran II Ur II	$2 \cdot 10^6$ lat	—	—	—	6	α	-2
Ionium Io	10^4 lat	0,327	—	—	4	α	-2
Rad Ra	1700 lat	0,667	57·3	1·91	2	α	-2
Emanacja Ra Em.	3·86 dnia	—	—	—	0	α	?
Rad A	3·15 min.	?	?	?	?	α	?
Rad B	26·8 min.	—	—	—	1	β	+1
Rad C_1	19·5 min.	0,625	54·5	1·95	2	β	?
Rad C'	b. krótki	?	?	?	?	α	?
Rad D	16·5 lat	0,651	61·9	2·11	2	β	0
Rad E	5 dni	0,646	61·9	2·13	2	β	0
Rad F	136 dni	0,760	68·8	2·02	2	α	-2(?)
Tor	$3 \cdot 10^9$ lat	0·329	—	—	4	α	-2
Mesotor 1	5·5 lat	—	—	—	—	bez prom.	+1(?)
Mesotor 2	6·2 godz.	—	—	—	(3)?	β	+1(?)
Radiotor	2 lata	0,333	—	—	4	α	-2
Tor X	3·65 dnia	0,659	58·0	1·96	2	α	-2
Emanacja toru	54 sek.	—	—	—	0	α	?
Tor A	0,14 sek.	?	?	?	?	α	?
Tor B	10·6 godz.	1·21	55·4	1·11	1	β	+1
Tor C_1	60 min.	0,625	54·0	1·93	2	α	?
Radioaktyln	19·5 dnia	—	—	—	4	α	-2
Aktyln X	10·2 dnia	0,664	56·1	1·88	2	α	-2
Emanacja aktylnu	3·9 sek.	—	—	—	0	α	?
Aktyln A	0,002 sek.	?	?	?	?	α	?
Aktyln B	36 min.	—	—	—	1	β	+1
Aktyln C	2.5 min.	—	—	—	2	α	?

Wnioski, które z tych rezultatów wysnuć można, dadzą się wypowiedzieć w ten sposób, że wysłanie cząstki α , a więc atomu helu, unoszącego podwójny dodatni ładunek jonowy, powoduje zmniejszenie wartościowości o dwie jednostki, wysłanie zaś cząstki β — zwiększenie o jedną. W tej formie wypowiedziane twierdzenie znajduje poparcie w rezultatach zestawionych w powyższej tablicy we wszystkich trzech familjach, ale tylko po człon emanacji, której odpowiadałaby wartościowość zero. Produkta pochodne emanacji do tej reguły, o ile dziś można osądzić, nie stosują się.

Hevesy próbuje dalej, na podstawie znanych dawniej własności produktów promieniotwórczych i określonych przez niego teraz ruchliwości tych jonów, znaleźć dla nich miejsce w systemie perjodycznym. Jeśli, powiada dalej, będziemy uważali wartościowość produktów pochodnych emanacji nie tą, którąśmy dla jonów ich znaleźli, ale wynikającą z ich miejsca (hipotetycznego) w systemie perjodycznym, to można będzie powiedzieć, że wpływ przemiany promieniotwórczej na wartościowość dla produktów pochodnych emanacji jest wprost przeciwny, niż dla produktów przed emanacją. W tym założeniu należałoby przeto uważać, że wysłanie cząstki α wywołuje zwiększenie (dla pochodnych emanacji) wartościowości o 2 jednostki, gdy tymczasem wysłanie promienia β zmniejsza wartościowość o 1. Te dalsze wnioski są oczywiście jeszcze bardzo hipotetyczne. Zdaje się nie ulegać jednak wątpliwości, że związek między rodzajem przemiany promieniotwórczej, a zmianą wartościowości istnieje i aż do emanacji idzie w tym kierunku, jak doświadczenia Hevesy'ego okazują; dalej, że wysłanie cząstek α i β wywołuje zmiany przeciwne. Wysłanie cząstki α wywołują się zdaje także zmianą podobną, jaka zachodzi przy redukcji jonów metalicznych „owych“ na „awe“ i powoduje wzrost elektrododatniego charakteru nowego produktu. W myśl teorii wartościowości Starka oznaczałoby to oddalenie elektronów wartościowych od dodatniej sfery atomu, a przez to zwiększenie składowej siły elektrycznych na zewnątrz działającej.

W każdym razie zarówno co do poparcia elektrycznej teorii wartościowości, jak co do rozszerzenia naszych, tak jeszcze skąpych wiadomości o chemii produktów promieniotwórczych, stanowią badania powyższe Hevesy'ego, wykonane w laboratorium Rutherforda w Manchesterze, doniosły krok naprzód.

Lwów.

T. Godlewski.