

125 rocznica skroplenia składników powietrza

*Andrzej Szytuła
Instytut Fizyki UJ*

W kwietniu br. minęła 125 rocznica skroplenia składników powietrza: tlenu i azotu przez profesorów Uniwersytetu Jagiellońskiego: Karola Olszewskiego (chemika) i Zygmunta Wróblewskiego (fizyka). Ich współpraca doprowadziła do osiągnięcia wyniku o światowym znaczeniu.

Wiek XIX można uznać za okres intensywnych badań nad skropleniem gazów. Zapoczątkował je A.L. Lavoisier, który w 1789 roku wysunął hipotezę, że każdy gaz można przeprowadzić w stan płynny. Badania M. Faradaya zapoczątkowane w 1823 roku doprowadziły do uzyskania w 1845 r. temperatury -110°C , co pozwoliło skroplić wszystkie znane gazy z wyjątkiem sześciu: tlenu, azotu, wodoru, tlenku węgla, tlenku azotu i metanu. Gazy te nazwano wtedy „trwałymi”.

Dalszy postęp w obniżaniu temperatury nastąpił przy jednoczesnym zwiększaniu ciśnienia. W roku 1877 R. Pictet w Genewie i L.P. Cailletet w Paryżu, stosując tę metodę, doprowadził do pojawienia się mgły skroplonego gazu. Było to pierwsze dynamiczne skroplenie tlenu.

W lutym 1883 r. w Zakładzie Fizyki mieszczącym się w Collegium Physicum (obecnie Kołłątaja) przy ul. Anny 193 (obecnie 6) Wróblewski z Olszewskim rozpoczęli prace nad skropleniem składników powietrza. Już 29 marca 1883 r. uzyskali skroplony tlen w postaci cieczy, w następnych dniach wielokrotnie powtórzyli ten eksperyment. Następnie skroplili azot i tlenek węgla. Informację o tym podali na posiedzeniu Akademii Umiejętności w Krakowie w dniu 4 kwietnia i Francuskiej Akademii Nauk w dniach 9 i 16 kwietnia 1883 r. W swoich eksperymentach zastosowali metodę zaproponowaną przez Cailleteta, polegającą na rozprężaniu ściśniętego gazu. Profesor Wróblewski wracając do kraju zakupił pompę pomysłu Cailleteta produkowaną seryjnie przez firmę Ducretata w Paryżu. Przeprowadzając skroplenie gazu w Krakowie, wprowadzili istotne zmiany w metodzie i aparaturze. Zasadniczym etapem skroplenia było gwałtowne zmniejszenie ciśnienia gazu silnie sprężonego i oziębionego oraz zastosowanie metody kaskadowej obniżenia temperatury,



Karol Olszewski



Zygmunt Wróblewski

dzięki czemu uzyskano granicę -136°C . W tej temperaturze następowała kondensacja tlenu na ściankach naczynia w postaci cieczy i ściekanie jej na dno.

Skroplenie składników powietrza zrobiło ogromne wrażenie w świecie naukowym, gdyż zapoczątkowało nowy etap badań, w którym starano się osiągnąć coraz niższe temperatury, dzięki czemu skroplono wszystkie „trwałe” gazy, a granica osiągalnych, w laboratorium, temperatur różniła się o jeden Kelvin od zera bezwzględnego.

Badanie własności fizycznych kryształów doprowadziło do odkrycia nowych zjawisk fizycznych takich jak zanik (zupełny) oporu elektrycznego (nadprzewodnictwo) czy nadpłynność helu.

Dalszy rozwój tej dziedziny badań doprowadził do otrzymania przez rozma-gnesowanie spinów jądrowych temperatur rzędu 10^{-6} K. Wkroczenie w obszar temperatur subkelwinowych pozwoliło odkryć nowe zaskakujące zjawiska, które podobnie jak nadprzewodnictwo i nadciekłość są przejawem działania praw mechaniki kwantowej, a więc praw rządzących światem drobin, atomów i cząstek elementarnych.

Prace polskich uczonych były nie tylko kolejnym krokiem w poznaniu praw natury, ale również ważnym krokiem w rozwoju cywilizacji. Wniosły one istotny wkład w powstanie kriogeniki – techniki skraplania gazów i otrzymywania niskich temperatur. Kriogenika odgrywa dziś wielką rolę nie tylko w wielu dziedzinach badań naukowych, ale ma również bardzo szerokie zastosowanie praktyczne, przyczyniając się m. in. do postępu w medycynie i do rozwoju różnych działów przemysłu i środków komunikacji.

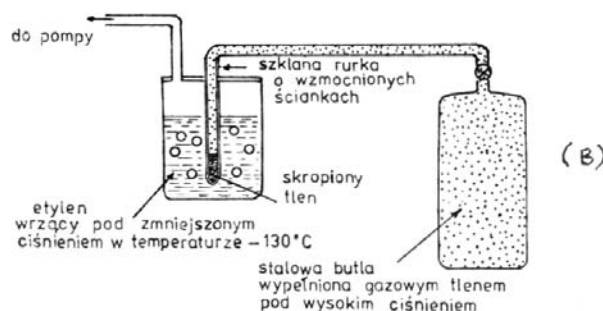
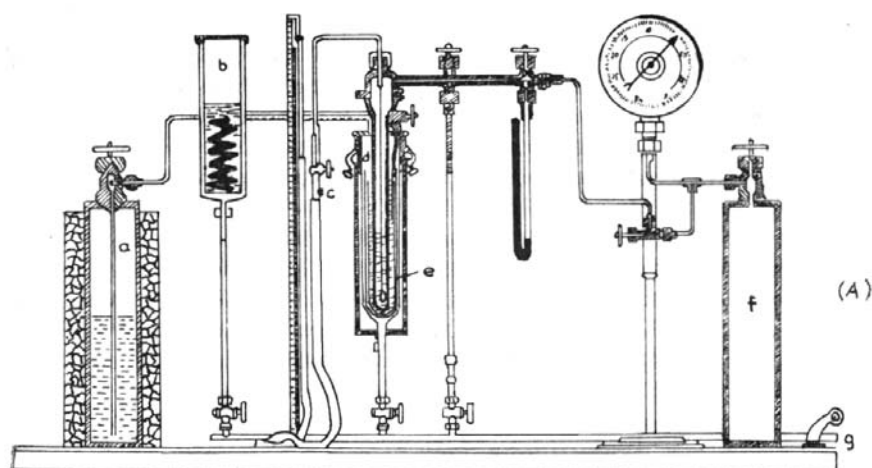
H. Kamerlingh Onnes skroplił ostatni z gazów – hel i rozwinął w Lejdzie badania przewodnictwa metali w niskich temperaturach, co doprowadziło go do odkrycia w 1911 roku zjawiska nadprzewodnictwa, za co otrzymał w 1913 roku Nagrodę Nobla.

W referacie wygłoszonym w trakcie wręczania tej nagrody odwołał się do swoich poprzedników, wymieniając na pierwszym miejscu Wróblewskiego i Olszewskiego – pionierów kriogeniki. Oto fragment jego wypowiedzi: „Just as I was thinking about how to do this, the basic classic work of Wróblewski and Olszewski appeared on the static liquefaction of oxygen” (Właśnie wówczas, kiedy zastanawiałem się, jak to należy zrobić, pojawiła się podstawowa, klasyczna praca Wróblewskiego i Olszewskiego na temat statycznego skroplenia tlenu.)

Czytelników pragnących poznać więcej faktów odsyłam do artykułu prof. A. Hrynkiewicza i autora w *Postęпах Fizyki* 36 (1985) 41 oraz książek:

- Karol Olszewski, *praca zbiorowa, Zeszyty Naukowe UJ, Acta Chemica, zeszyt 33, 1990*
- Maciej Kucharski: *Zygmunt Florenty Wróblewski, szkic o życiu i twórczości*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, 1997.

Karol Olszewski i Zygmunt Wróblewski, skraplając składniki powietrza, wykorzystali metodę kaskadową, której schemat pokazany jest na rysunku.



Rys. A. – schemat aparatury Wróblewskiego i Olszewskiego. a – butla z ciekłym etylenem, b – zbiornik z mieszaniną Thiloriera, c – termometr wodorowy, d – szklany zbiornik z ciekłym etylenem, e – grubościenna ampula szklana, w której skrapla się gaz, f – stalowa butla z gazowym tlenem ($p \sim 60$ atm); B – zasada działania aparatury Wróblewskiego i Olszewskiego

Pierwszy stopień kaskady stanowił ciekły etylen o temperaturze 252 K, który został skroplony poprzez oziębienie w mieszaninie lodu z solą kuchenną. Aby skroplić etylen przy tej temperaturze wystarczyło sprężyć go do ciśnienia 26–30 atm. Następnie ciekły etylen przepływał przez węzownicę zanurzoną w mieszaninie Thiloriera (stały kwas węglowy z eterem), gdzie oziębiał się do temperatury ~ 193 K. Potem wpływał do komory, gdzie jego pary odpompowano do ciśnienia $\sim 2,5$ cm Hg ($\sim 0,033$ atm), dzięki czemu w komorze osiągnano temperaturę $T \approx 128$ K. Po wprowadzeniu do oziębionej rurki sprężonego tlenu Wróblewski i Olszewski zauważyli, że tlen kondensuje się na ściankach rurki i ścieka na jej dno.