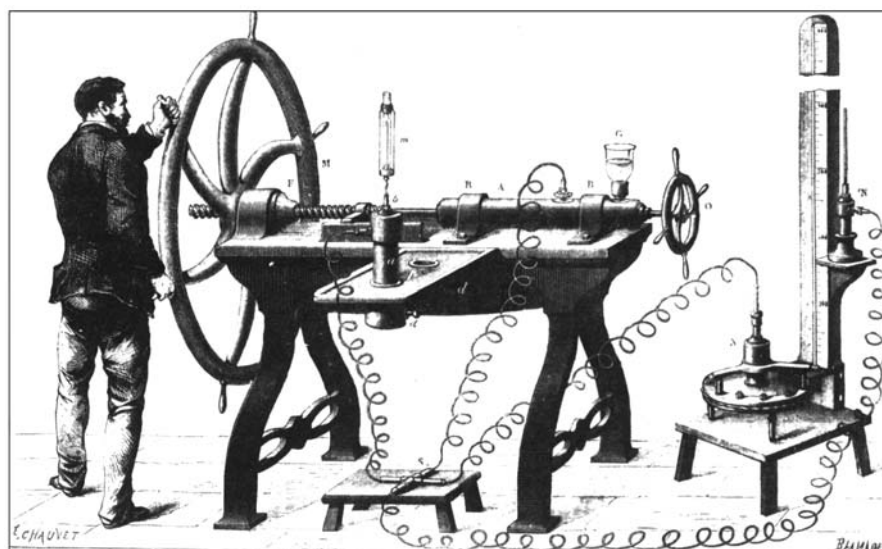


Stulecie skroplenia helu Heike Kamerlingh Onnes (1853–1926)

Zofia Gołąb-Meyer

Urodzony w 1853 roku w Groningen w Holandii Heike Kamerlingh Onnes to wybitny fizyk przełomu XIX i XX wieku. Był jednym z pierwszych, którzy dostrzegli, iż uprawianie fizyki doświadczalnej to już nie samotne (czy nawet z laborantem) eksperymentowanie przy stole laboratoryjnym, lecz poważne przedsięwzięcie polegające na współpracy fizyków z technikami oraz wytwórniami przyrządów naukowych. Proszę porównać ilustrację przedstawiającą aparaturę Cailleteta do skraplania gazów z roku 1878 (godne podziwu nogi stołu laboratoryjnego!) z budynkiem nowoczesnego laboratorium kriogenicznego w Lejdzie. Kamerling Onnes zorganizował XX-wieczne, nowoczesne laboratorium, dokonał jakościowego skoku w uprawianiu fizyki doświadczalnej. Podobnie czterdzieści lat później Amerykanie w wyścigu z Niemcami w badaniach nad rozszczepieniem jądrowym w produkcji bomb jądrowych pokonali Niemców między innymi dzięki skali i rozmachowi całego przedsięwzięcia.



Aparatura Cailleteta do skraplania gazów (rok 1878)

(ilustracja z książki Macieja Kucharskiego *Zygmunt Florenty Wróblewski, szkic o życiu i twórczości*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1997)



Budynek laboratorium kriogenicznego

Dzięki zbudowaniu nowoczesnego laboratorium niskich temperatur Kamerlingh Onnes wygrał zacięty wyścig o pierwszeństwo w skropleniu helu w 1908 roku. W wyścigu tym uczestniczyli wybitni uczeni tamtych czasów. Głównym rywalem był Szkot James Dewar (ilustracja obok).



Skroplenie powietrza przez Karola Olszewskiego i Zygmunta Wróblewskiego w Krakowie w 1883 roku było pierwszym zwycięstwem w ostrej rywalizacji w skraplaniu gazów (głównie z Francuzem Cailletetem). Rywalizacja w skropleniu wodoru zakończyła się sukcesem Jamesa Dewara w 1898 roku. Otrzymał on zaledwie 20 cm³ ciekłego wodoru, oczywiście skroplonego do słynnego naczynia Dewara. Do porażki Kamerlinga Onnesa przyczynił się fakt, iż władze miasta Lejda zabroniły Kamerlinghowi Onnesowi na jakiś czas (trzy zmarnowane lata!) używania „niebezpiecznego” laboratorium kriogenicznego.

W pokonywaniu oporu rajców Kamerlingha Onnesa wspomagali solidarnie rywale Olszewski i Dewar. W owych czasach obawiano się eksperymentów naukowców. W Krakowie profesor Witkowski musiał walczyć z radnymi miasta o zezwolenie na lokalizację „niebezpiecznego” instytutu fizyki (obecnie Collegium Witkowskiego) przy Plantach.

Pokonany Kamerlingh Onnes zbudował w swoim laboratorium skraplarkę wodoru. Dopiero w 1906 udało mu się uzyskać skroplony wodór, za to w ilościach przemysłowych parunastu litrów na godzinę. Do skroplenia helu (metodą kaskadową z wykorzystaniem efektu Joula-Thomsona) potrzebne były duże ilości gazów, w tym wodoru, które mają wyższą niż hel temperaturę skraplania.

10 lipca 1908 uzyskano 60 ml ciekłego helu. Na owe czasy była to olbrzymia ilość. Zwracamy uwagę czytelnikom, że hel, w przeciwieństwie do azotu, tlenu czy wodoru, nie jest pierwiastkiem występującym powszechnie na Ziemi. Najpierw zidentyfikowano go na Słońcu. Zgromadzenie zapasów czystego helu wymagało dużych zabiegów organizacyjnych.

Do swojego przedsięwzięcia Kamerling Onnes potrzebował „armii” techników, szkolonych w szkole zawodowej producentów instrumentów naukowych. Szkoła ta była usytuowana przy laboratorium kriogenicznym. Holandia miała długą tradycję w manufakturze przyrządów naukowych. To właśnie do Holandii wyemigrował z Gdańska Daniel Fahrenheit, gdzie utrzymywał się z produkcji termometrów i barometrów.

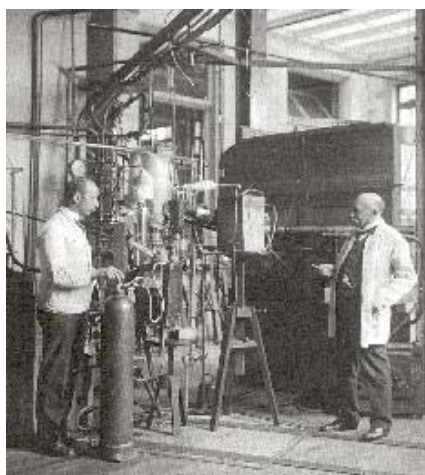
W zespole Kamerlingha Onnesa pracowali naukowcy, studenci, asystenci, technicy, laboranci i inżynierowie. Przez kolejne 15 lat laboratorium w Lejdzie miało monopol na produkcję ciekłego helu. Do laboratorium pielgrzymowali fizycy z całego świata. Wielu z nich miało później wybitne osiągnięcia.

Dzięki temu laboratorium Kamerlingh Onnes odkrył w 1911 roku zjawisko nadprzewodnictwa, za co dostał w 1913 roku nagrodę Nobla.

Kamerlingh Onnes był kolekcjonerem wszelakiego rodzaju wyróżnień (doktoratów honorowych, członkostw akademii), odznaczeń i medali. Encyklopedie podają, że był m.in. odznaczony medalem *Polonia Restituta*. Musiało to odznaczenie być przyznane niedługo po odnowieniu medalu przez II Rzeczpospolitą w 1921 roku.

[1] Dirk van Delft, *Little cup of helium, big science*, „Physics Today”, March 2008, s. 36.

[2] Dirk van Delft, *Heike Kamerlingh Onnes. Een biografie De man van het absolute nulpunt*, http://www.dbnl.org/tekst/delf006heik01_01/



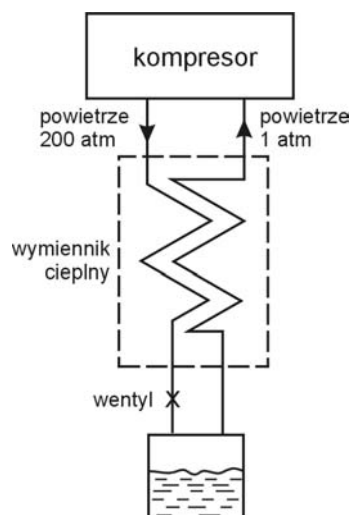
Kamerlingh Onnes (z prawej) w swoim laboratorium

Heike Kamerlingh Onnes zastosował w 1908 roku do skroplenia helu metodę kaskadową. Kolejnymi stopniami kaskady był ciekły CH_3Cl o temperaturze 200 K, C_2H_4 (125 K), ciekły tlen (90,2 K) i azot (77,5 K). Ostatnim stopniem kaskady był skroplony wodór, który Kamerlingh Onnes otrzymał wykorzystując efekt termodynamiczny zwany zjawiskiem Joule'a-Thompsona. Wodór rozprężający się w temperaturach poniżej -80°C oziębia się. W ten sposób Dewar oziębił wodór do temperatury $-253,75^\circ\text{C}$, czyli 20,4 K. Aby uzyskać jeszcze niższe temperatury, należało ostatni fragment kaskady udoskonalić tak, aby móc uzyskać duże ilości wodoru. Po udoskonaleniu aparatury Kamerlingh Onnes uzyskał 13 litrów wodoru na godzinę. Dzięki temu przepływający hel oziębiał się do temperatury 4,2 K i skraplał się.

Ciekły tlen i azot są obecnie ważnymi produktami przemysłowymi i otrzymuje się je za pomocą dużych skraplarek, używając powietrza jako surowca, a przez dołączenie wyposażenia rektyfikacyjnego oczyszcza się i rozdziela na tlen i azot. Najpopularniejsza skraplarka została opracowana przez Carla Paula Gottfrieda Lindego.

Istotnym jej elementem jest to, że skroplenie jest prowadzone bez wstępnego ochładzania. Powietrze pod ciśnieniem 200 atm jest przepuszczane przez wymienniki ciepła, a następnie przez wentyl, gdzie następuje jego rozprężenie do ciśnienia 1 atm. Na skutek efektu Joule'a-Thompsona następuje jego ochłodzenie i skroplenie. Tak wygląda prosty schemat skraplarki; działające urządzenia są bardziej skomplikowane, np. proces schłodzenia jest dwustopniowy.

Andrzej Szytuła

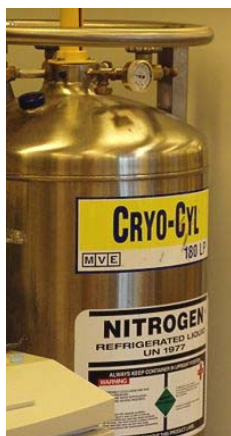


Kriogenika

Słowo kriogenika pochodzi od słów greckich „kruos” co oznacza „zimno” i „genos” – „pochodzenie” lub „tworzenie”, a pojęcie to zostało zaproponowane przez Kamerlingha Onnesa. Obecnie pojęcie kriogenika stosuje się na określenie metod uzyskiwania i wykorzystywania temperatur niższych od 120 K, a dokładnie 111,1 K, tj. temperatury wrzenia metanu pod ciśnieniem normalnym. Temperatura wrzenia ciekłego metanu jest umowną granicą wyodrębniającą kriogenicę z chłodnictwa i zaproponowaną przez XIII Międzynarodowy Kongres Chłodnictwa w 1971 roku. Przedmiotem kriogeniki są zjawiska zachodzące w temperaturach bardzo niskich w porównaniu z temperaturą otoczenia.

http://www.itcmp.pwr.wroc.pl/~kriogen/Wyklady/pods_krio/Wyklad1

Naczynie Dewara



Naczynie Dewara (zwane też: dewar [dju:ər], termos) – wynaleziony przez szkockiego fizyka Jamesa Dewara pojemnik izotermiczny przeznaczony pierwotnie do przechowywania skroplonych gazów, np. ciekłego azotu.

W przypadku popularnych termosów pokrycie ścianek odbijającą promieniowanie warstwą srebra zmniejsza wymianę ciepła przez promieniowanie cieplne. Większość termosów wykonana jest na wzór naczynia Dewara.

