

Nagrody Nobla z dziedziny fizyki ciała stałego

Natalia Marczak

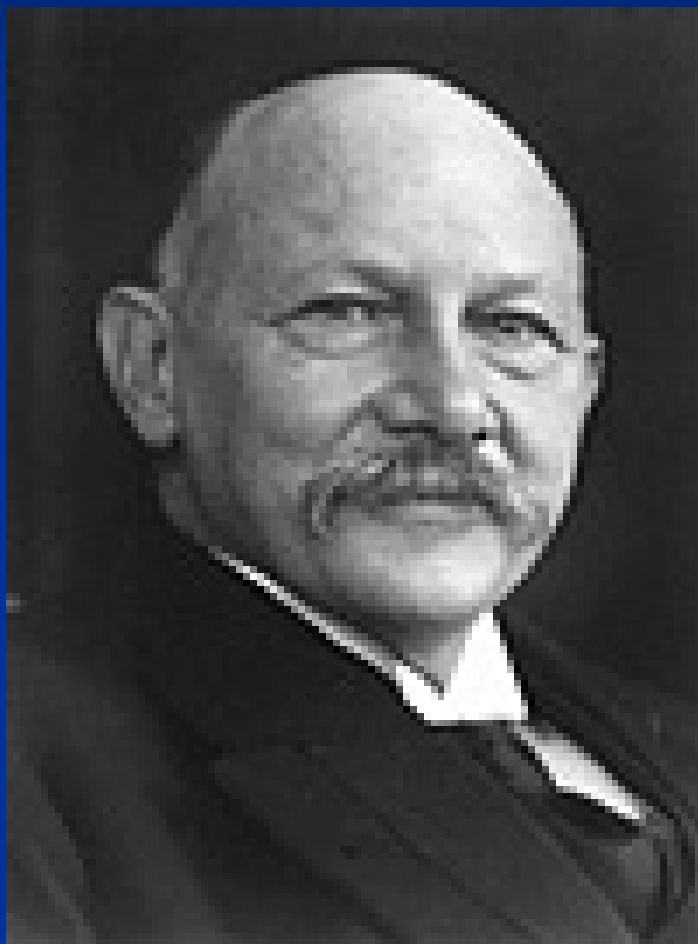
Fizyka Stosowana, semestr VII

Zaczęło się od...



Alfred Bernhard Nobel
(1833 – 1896)

Nadprzewodnictwo



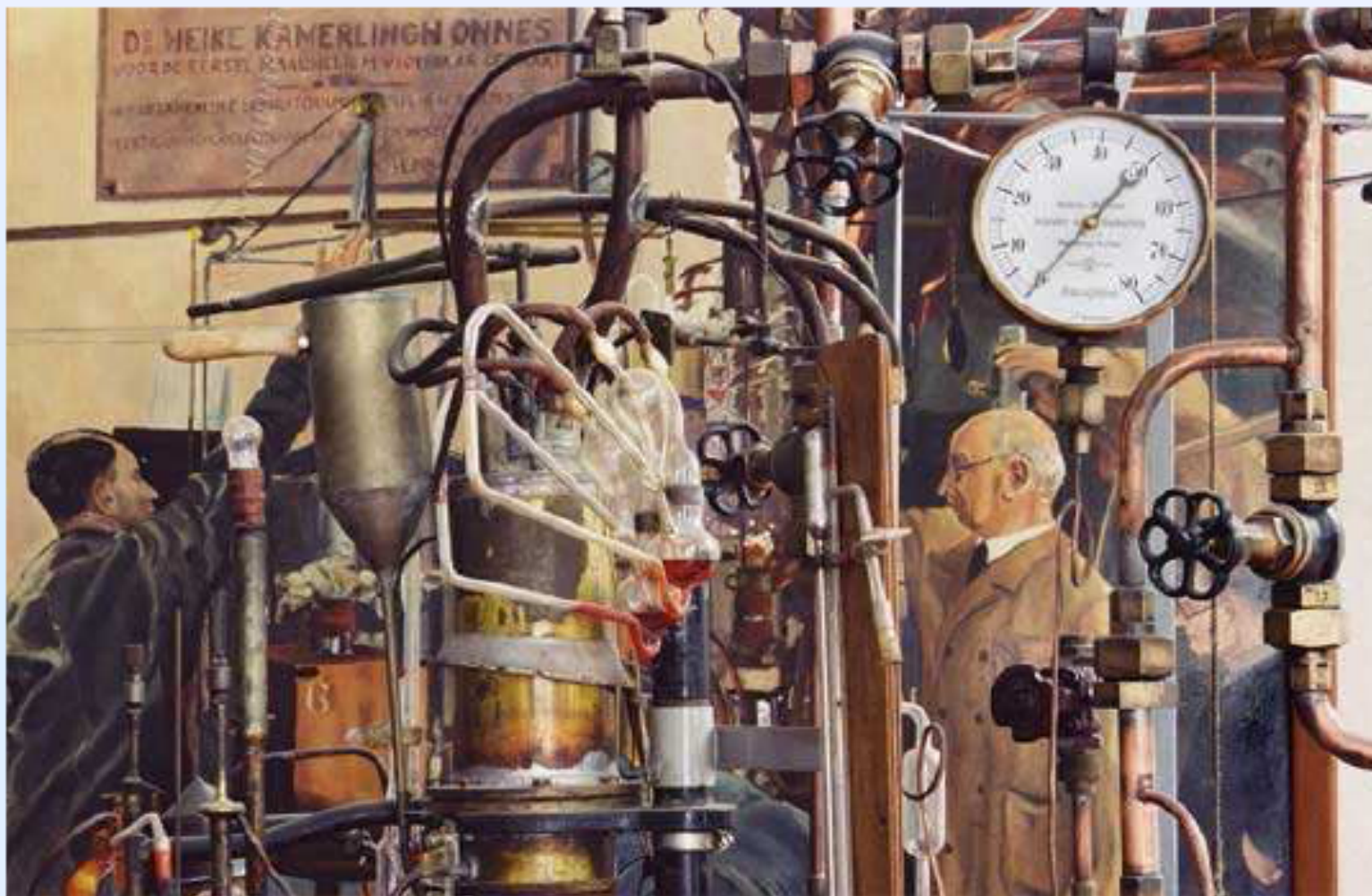
Kamerlingh-Onnes
Heike (1853-1926)

Skroplenie helu: 1908 r.

Nadprzewodnictwo: 1911 r.

Nobel: 1913 r.

Laboratorium uniwersytetu w Leidzie (1908 r.)



Heike Kamerlingh Onnes dokonał skroplenia helu dzięki osiągnięciu rekordowo niskiej temperatury **4 K** (-269°C).

Co ciekawego dzieje się w tak niskich temperaturach?

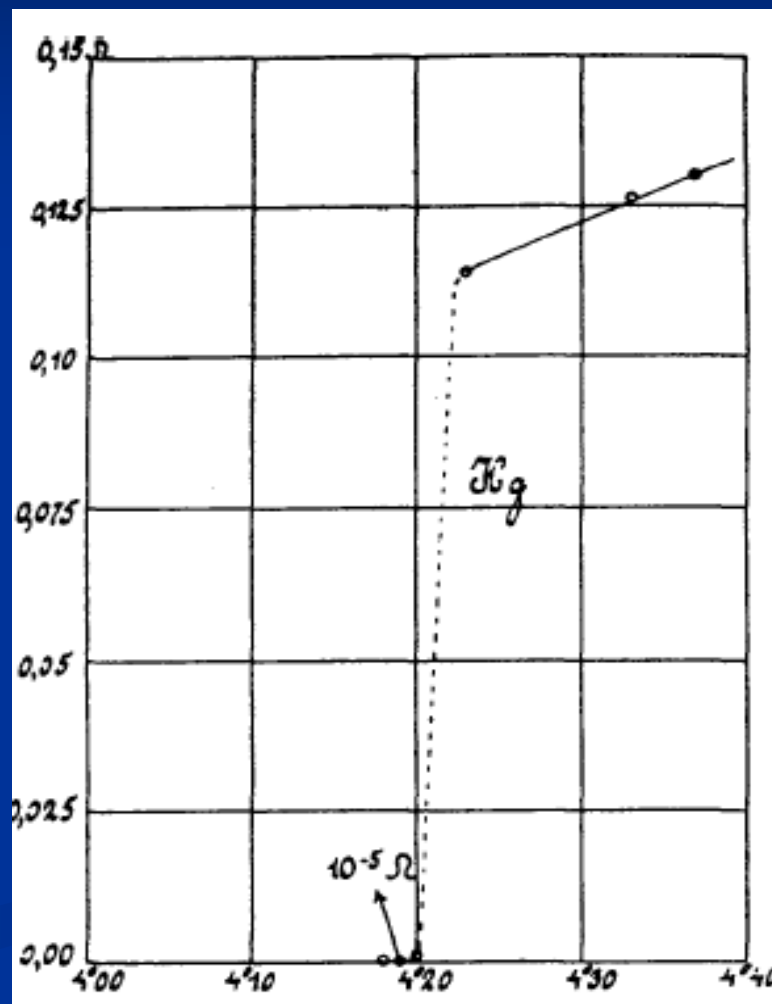
- ✓ drgania atomów niemal zanikają
- ✓ zachowanie elektronów przewodnictwa jest zdeterminowane przez reguły mechaniki kwantowej

Jeden z istotnych problemów, nad którym się zastanawiano, dotyczył wtedy wartości oporu elektrycznego gdy $T \rightarrow 0$.

Przypuszczenia:

$R = 0$ lub $R = \infty$

Ku wielkiemu zaskoczeniu
okazało się, że :



W rtęci schłodzonej do temperatury - 269° C opór elektryczny całkowicie znika.

Tę metaliczną rtęć w odróżnieniu od zwykłych przewodników (np. miedzi, aluminium) nazwano nadprzewodnikiem, a samo zadziwiające zjawisko - nadprzewodnictwem.

Teoria nadprzewodnictwa, teoria BCS



John Bardeen

Leon N. Cooper

J. Robert Schrieffer

Nobel: 1972 r.

Podstawa teorii:

pary Coopera są bozonami, dzięki czemu podlegają kondensacji Bosego-Einsteina.

Skondensowane pary potrafią bezoporowo poruszać się we wnętrzu nadprzewodnika.

W wyniku efektywnego przyciągania elektrony łączą się w pary, które przy odpowiednio niskiej temperaturze poruszają się w sposób spójny, tak jak jeden obiekt złożony z 10^{23} składników.

Jest to tzw. kondensat par Coopera

Złącze Josephsona

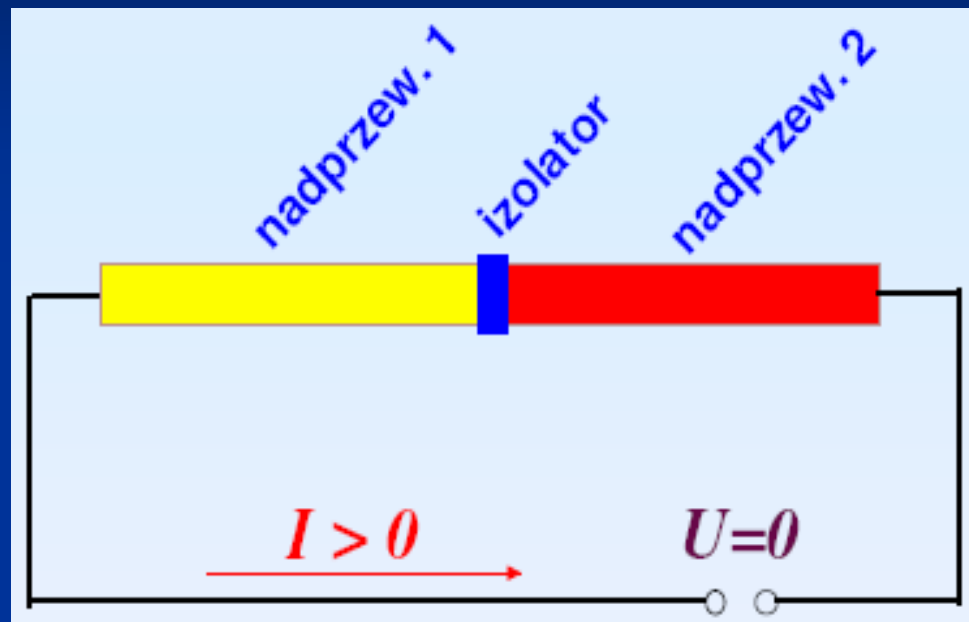


Brian David Josephson
(1940)

Nobel: 1973 r.

Będąc jeszcze studentem,
przewidział, że...

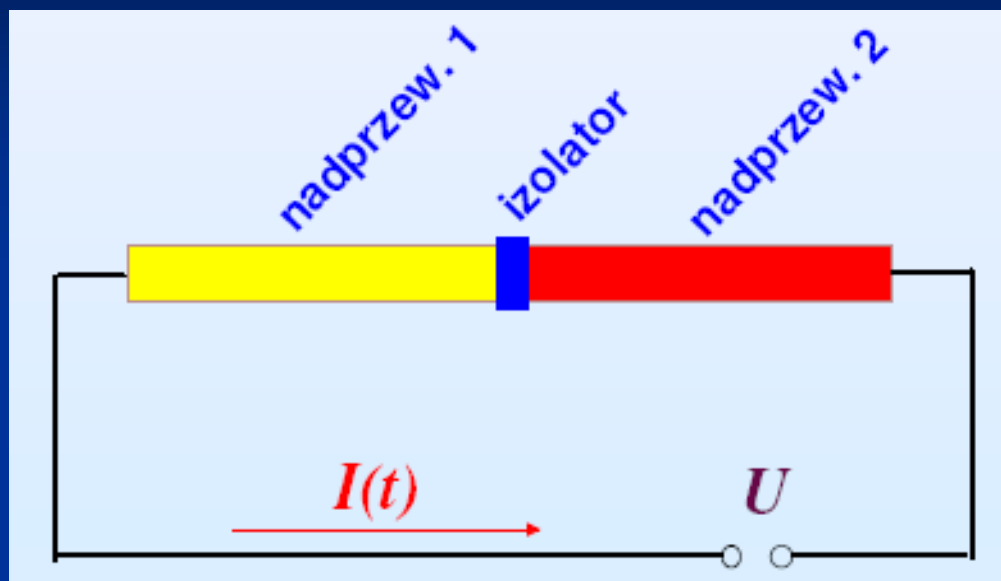
... po zetknięciu 2
nadprzewodników nawet
bez zewnętrznego napięcia
popłynie prąd!



Jeżeli natomiast przyłożymy stałe napięcie U ...

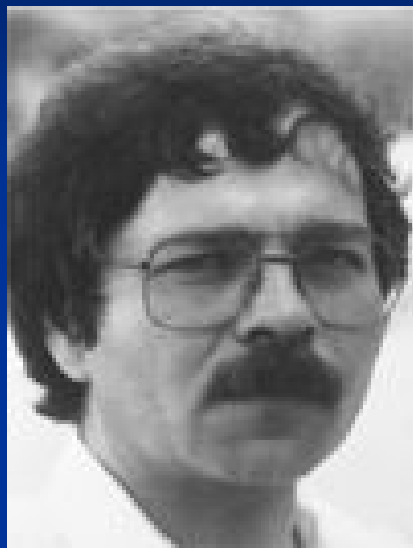
...to zostanie wyindukowany prąd:

$$I(t) = I_0 \sin(2eUt/\hbar)$$



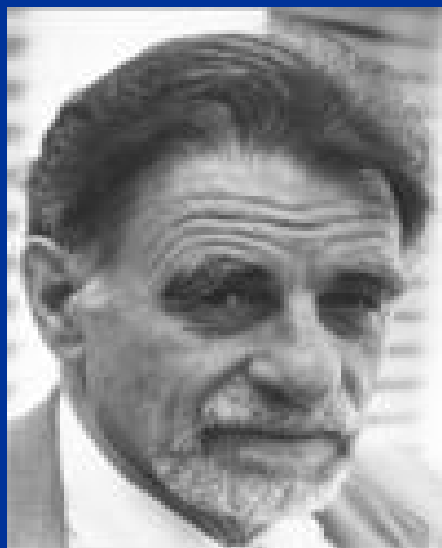
Zarówno stały prąd (dla $U=0$) jak też zmienny (dla $U \neq 0$) są wywołane dyfundowaniem elektronowych par Coopera.

Nadprzewodnictwo w materiałach ceramicznych



Georg Bednorz (1950)

Alexander Müller (1927)

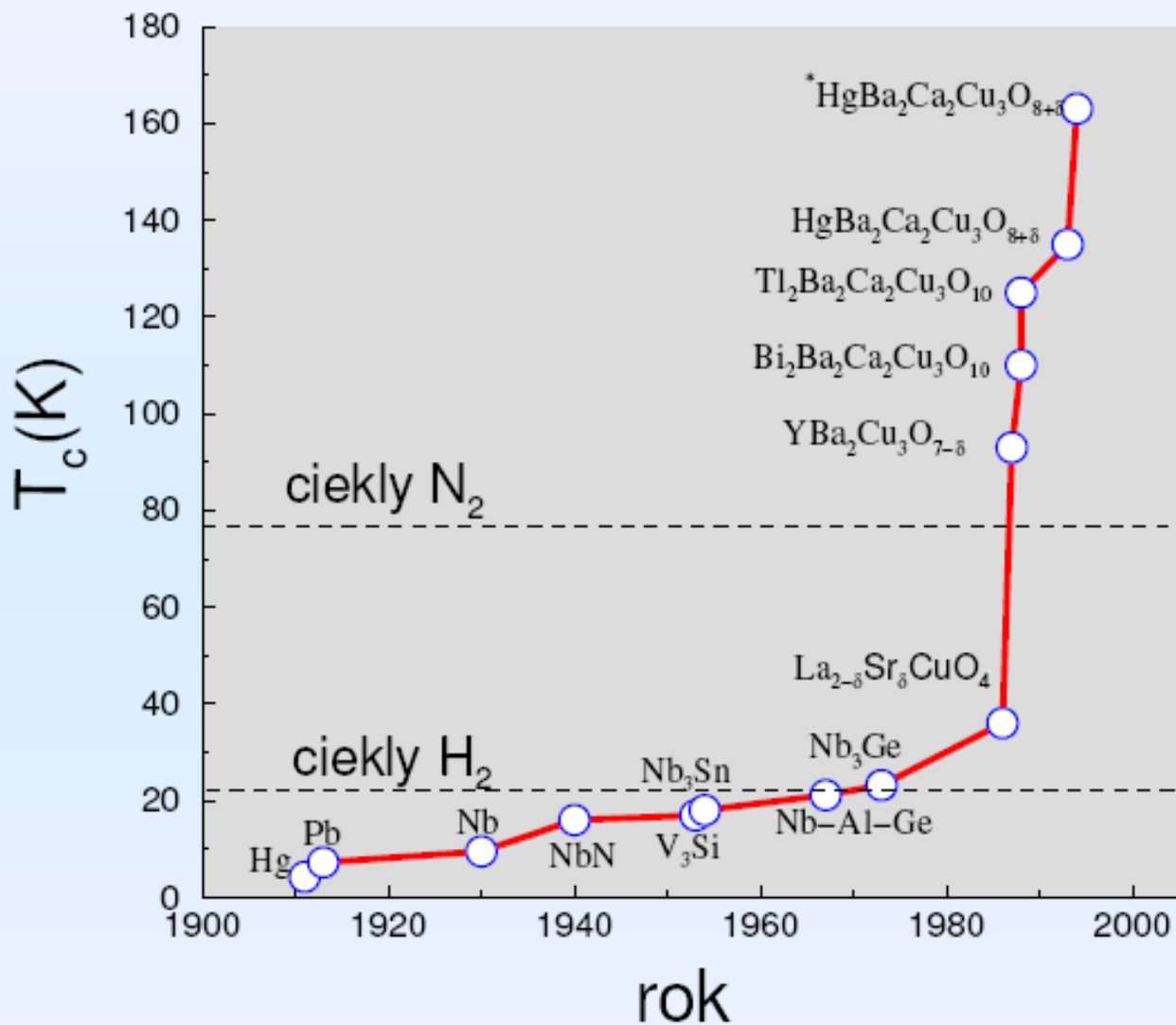


Nobel: 1987 r.

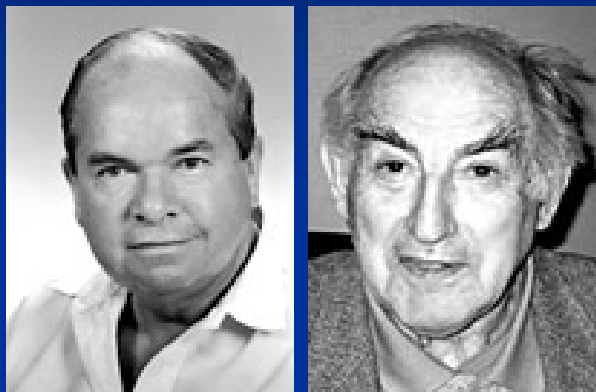


- * normalnie, bez strontu ($x=0$), jest to izolator
- * w zakresie domieszkowania $0,05 < x < 0,15$ pojawia się stan nadprzewodzący
- * maksymalna temperatura krytyczna $T_C = 36 \text{ K}$

Nadprzewodniki klasyczne i wysokotemperaturowe



Nadprzewodnictwo i nadciekłość



Alexei A. Abrikosov (1928)

Vitaly L. Ginzburg (1916)

Anthony J. Leggett (1938)



Nobel: 2003 r.

Ugięcie promieni Roentgena przez kryształy



Max von Laue
(1879 – 1960)

Nobel: 1914 r.

- Laue doszedł do wniosku, że jeżeli

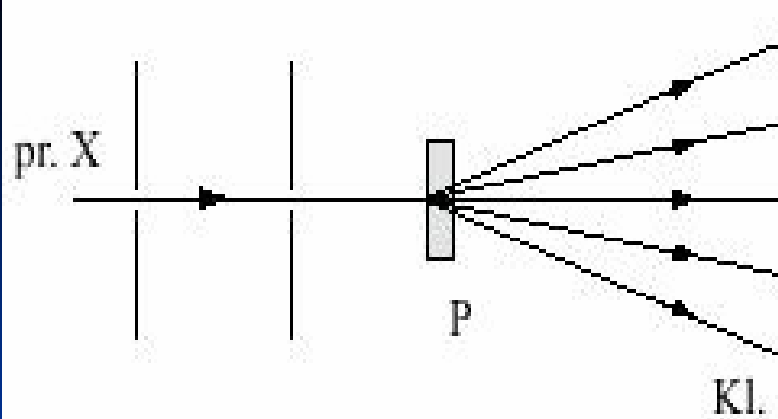
$$\lambda_{\text{Rentg}} < \lambda_{\text{światło}}$$

to można fale te wykryć za pomocą odpowiedniej siatki dyfrakcyjnej.

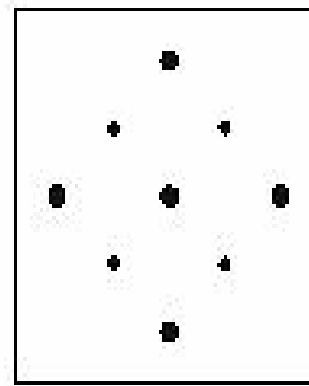
Naturalna siatka dyfrakcyjna dla prom X –

kryształy (odległości między sąsiednimi, regularnie ułożonymi atomami są rzędu 10^{-10} m)

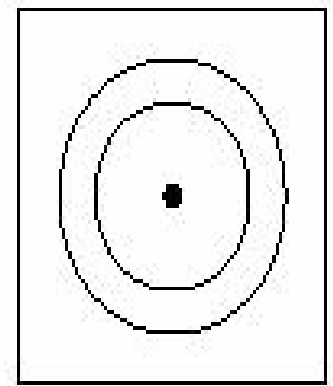
Dyfrakcja promieni rentgenowskich pozwalała zbadać budowę atomów, oraz zmierzyć długość fali tych promieni.



a)



b)



c)

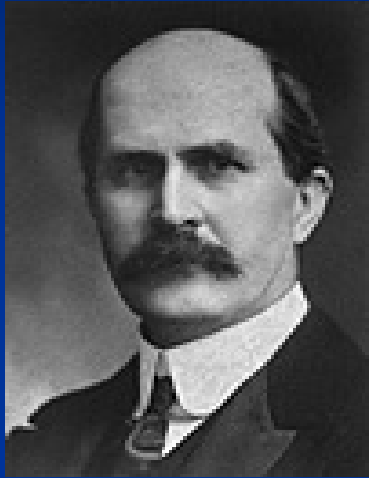
Kryształ **NaCl**

dyfrakcja na pojedynczym kryształcie → obraz dyfrakcyjny składa się z zespołu plamek

dyfrakcja na próbce polikrystalicznej (duża liczba chaotycznie ustawionych kryształków) → koncentryczne pierścienie

Dowód regularnego ułożenia atomów w kryształach.

Badanie struktury kryształów przy użyciu promieni Roentgena

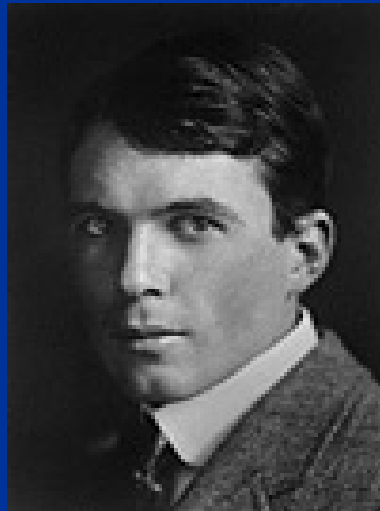


William Henry Bragg

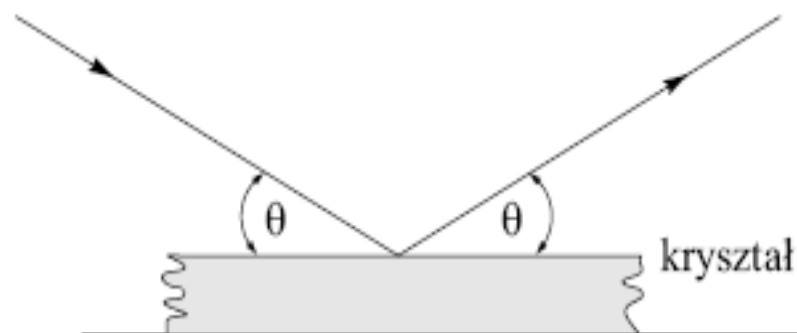
(1862 - 1942)

William Lawrence Bragg

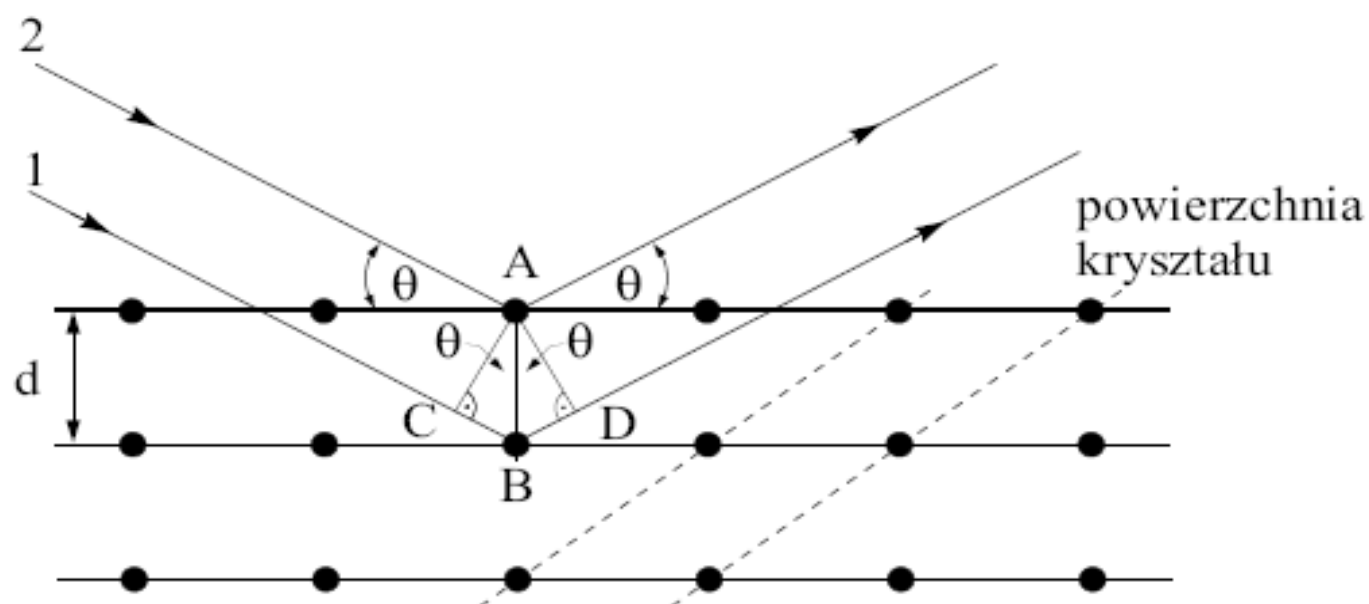
(1890 – 1971)



Nobel: 1915 r.



Rysunek 1.9: Selekttywne odbicie promieni X od kryształu



Rysunek 1.10: Odbicie wiązki promieni X od poszczególnych płaszczyzn kryształu

$$2d \sin \Theta = n\lambda$$

- n – rząd widma
- d – odległość między płaszczyznami
- znając d możemy obliczyć λ

Badania na polu struktury kryształów przy użyciu promieni Roentgena



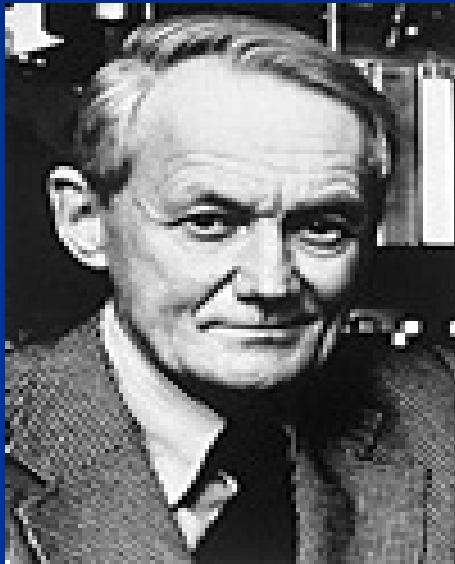
Karl Manne Georg
Siegbahn (1886 - 1978)

Nobel: 1924 r.

Odkrył m.in.

- serię miękkiego promieniowania rentgenowskiego
- opracował metodę pomiaru długości fali promieniowania rentgenowskiego

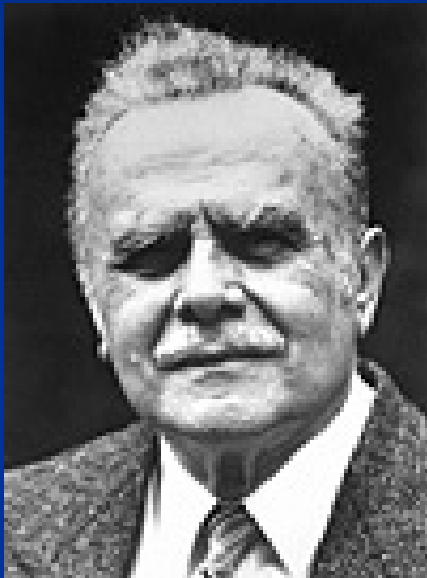
Wysokorozdzielcza spektroskopia elektronowa



Kai M Siegbahn (1918)

Nobel: 1981 r.

Spektroskopia neutronowa



Bertram N. Brockhouse
(1918 – 2003)

Nobel: 1994 r.

Spektroskopia - jest to nauka o powstawaniu i interpretacji widm powstających w wyniku oddziaływań wszelkich rodzajów promieniowania na materię.

Techniki spektroskopowe dzieli się ze względu na naturę promieniowania stosowanego w danej technice...

Techniki oparte na promieniowaniu elektromagnetycznym

Spektroskopia:

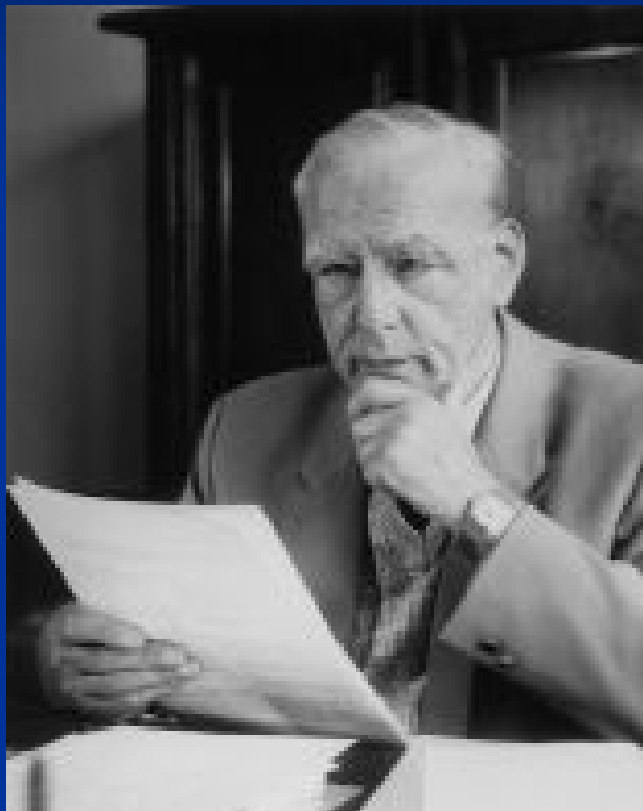
- Ramana
- świetlna: UV, IR
- rentgenowska
- dielektryczna

Techniki oparte na promieniowaniu cząstkami

Spektroskopia:

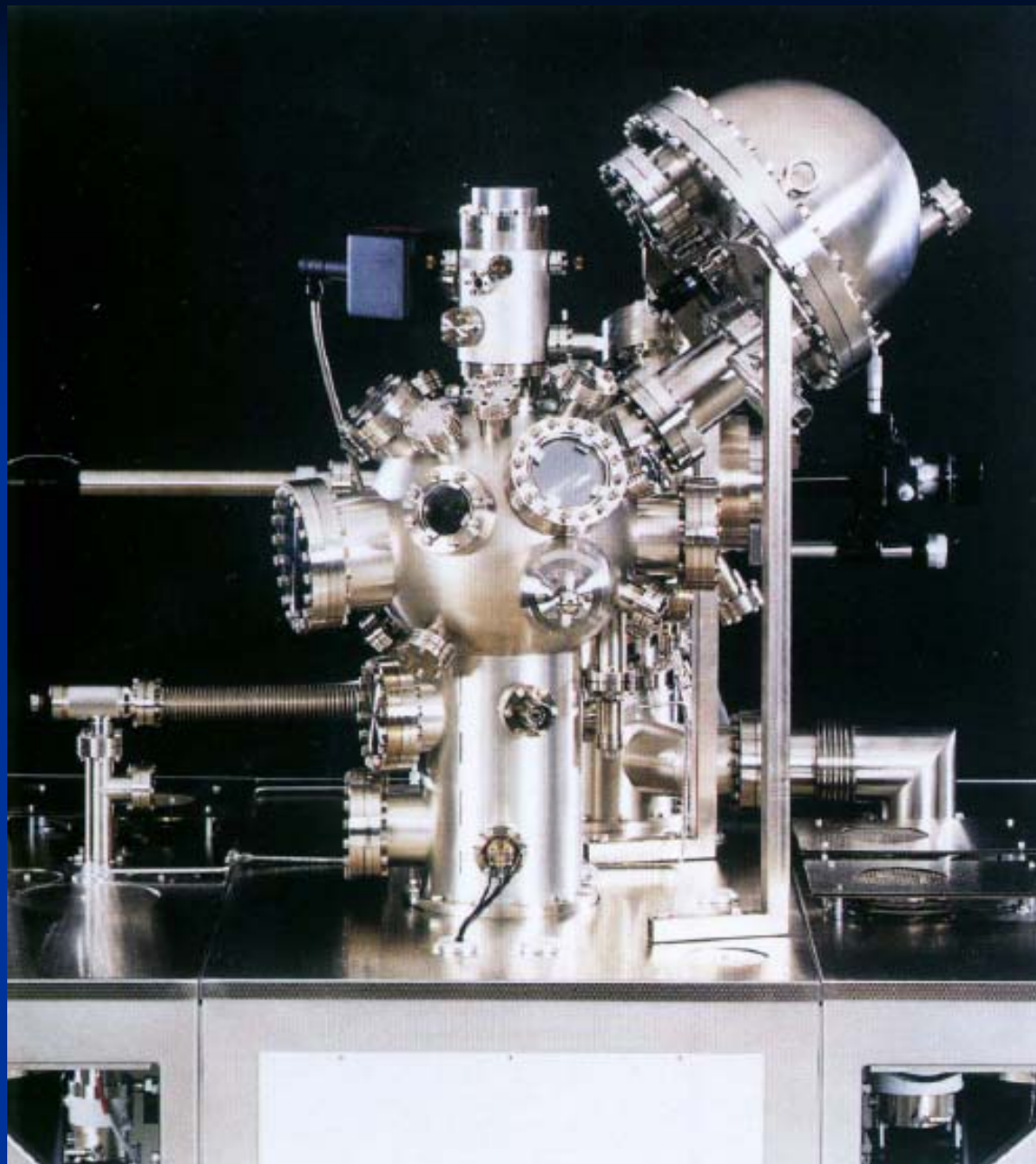
- elektronowa
- neutronowa
- mas
- sił

Mikroskop elektronowy



Ernst Ruska (1906 - 1988)

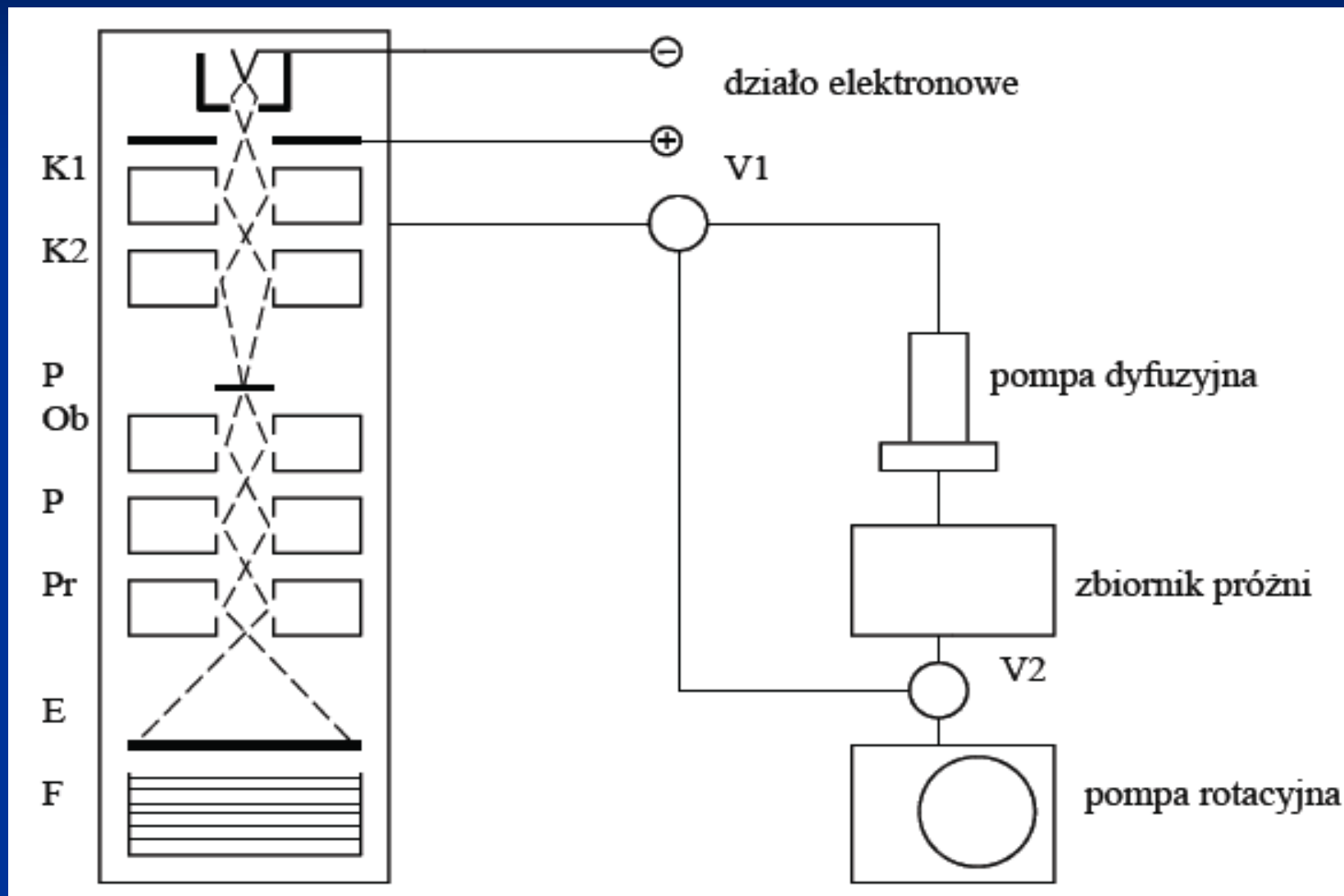
Nobel: 1986 r.

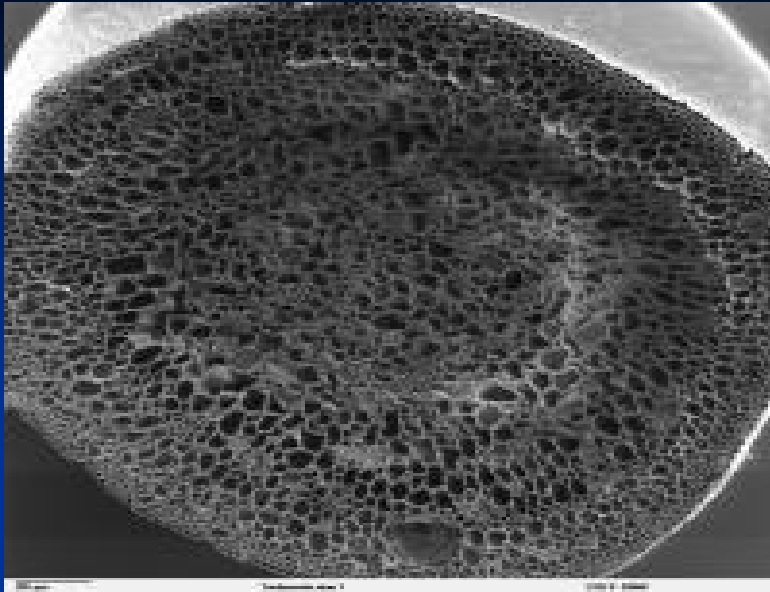


Mikroskop elektronowy – przyrząd, w którym powiększony obraz przedmiotu otrzymuje się za pomocą wiązki elektronowej, odchylonej i skupionej przez soczewki elektronowe.

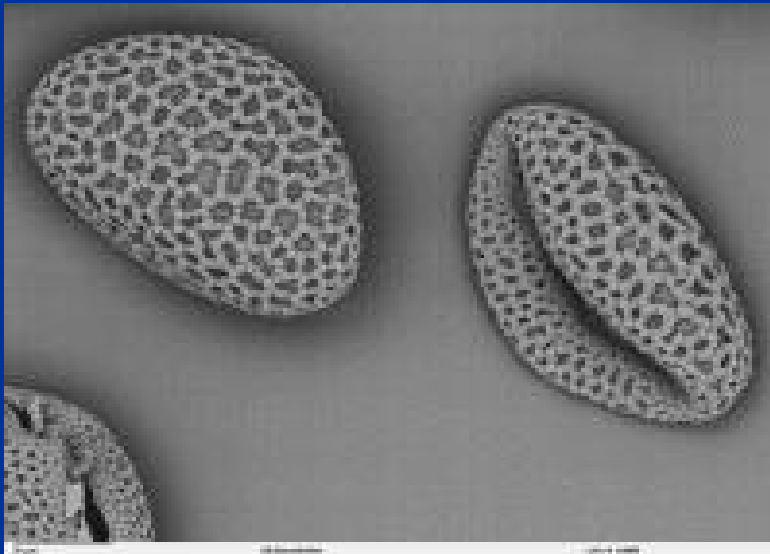
Skonstruowany w 1931 r.

Budowa mikroskopu elektronowego



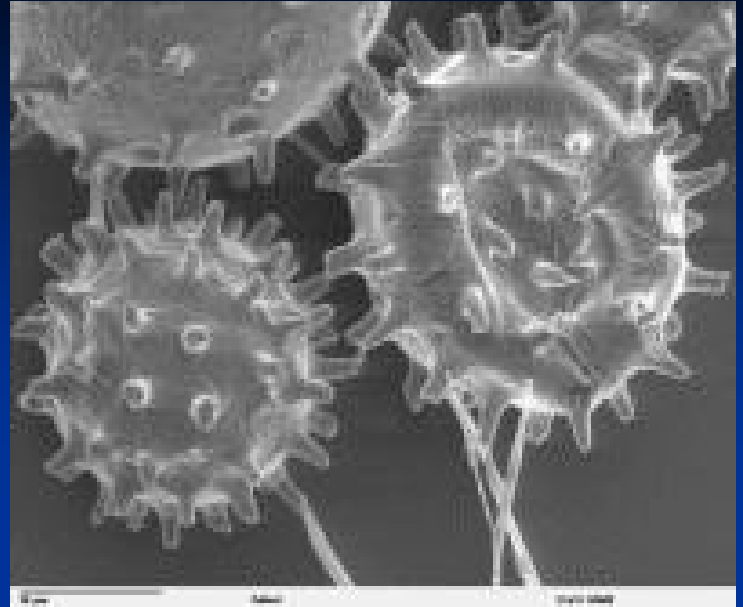


trzykrotka biała
(*Tradescantia virginiana*)
- przekrój przez łodygę

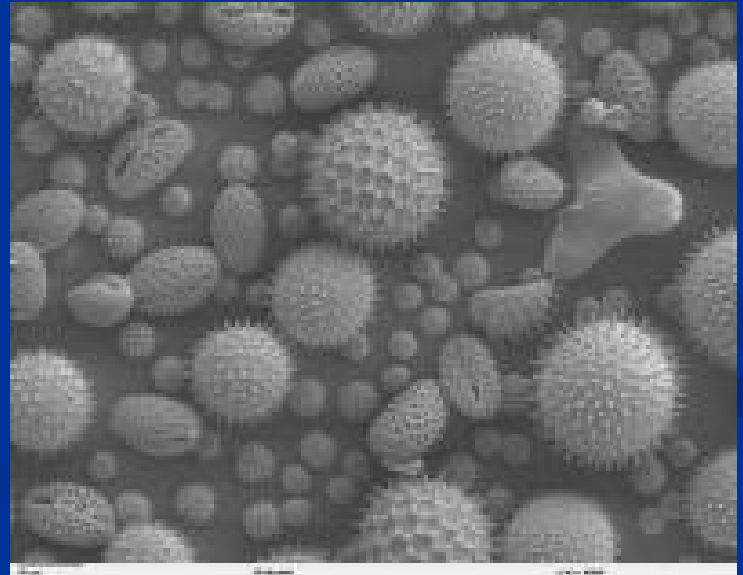


pyłek lilii złocistej
(*Lilium auratum*)

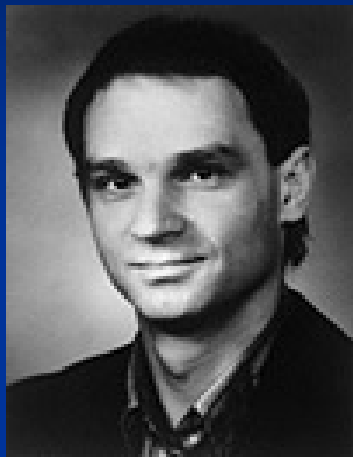
pyłek *Hibiscus schizopetalus*



pyłki różnych roślin

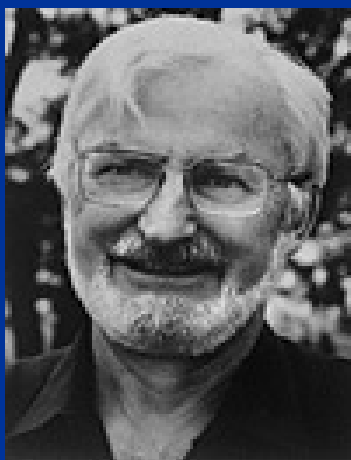


Skaningowy mikroskop tunelowy



Gerg Binning (1947)

Heinrich Rohrer (1933)

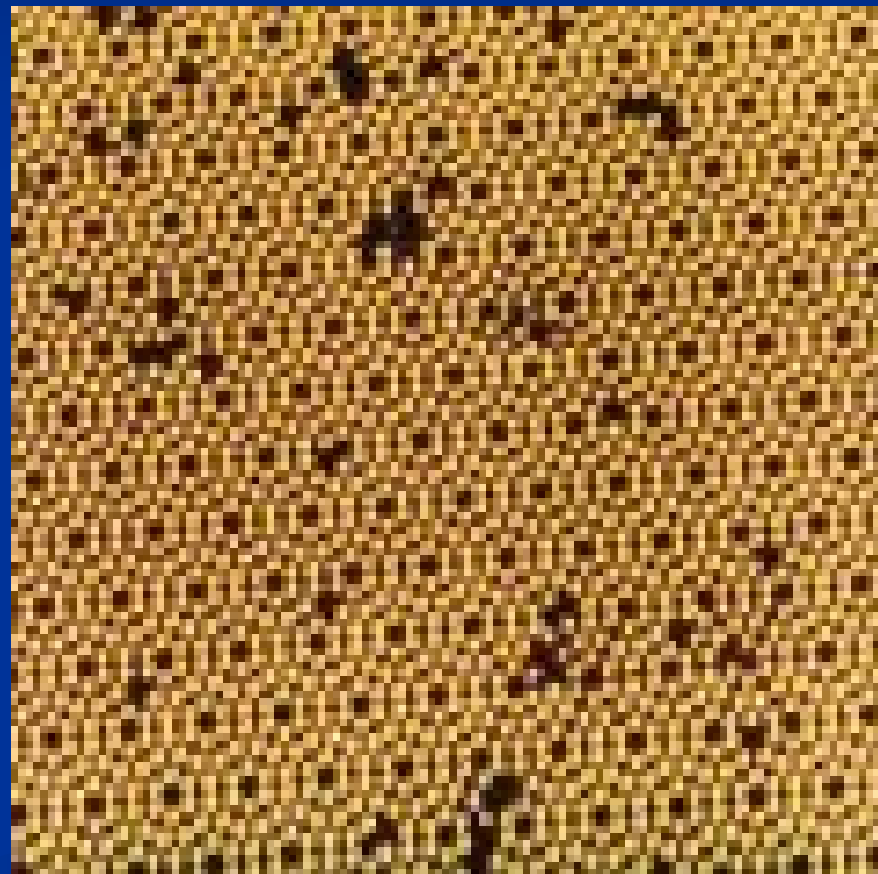


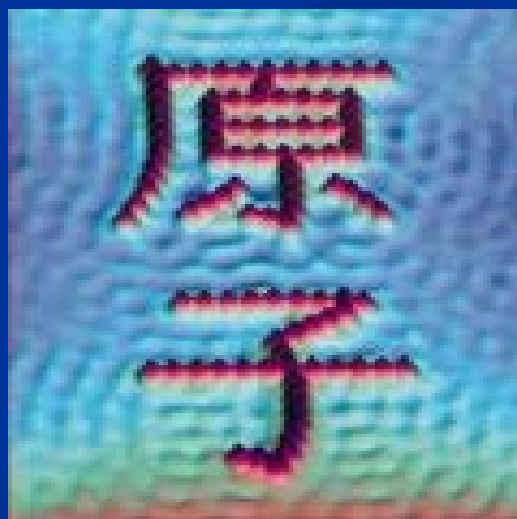
Nobel: 1986 r.

Skaningowy mikroskop tunelowy - mikroskop ze skanującą sondą; umożliwia uzyskanie obrazu powierzchni materiałów przewodzących ze zdolnością rozdzielczą rzędu pojedynczego atomu.

Pozwala badać powierzchnię ciał stałych w skali atomowej przez wykorzystanie zjawiska tunelowego.

Rekonstrukcja powierzchni
krzemu o orientacji (111)





Bibliografia

- www.wiedzaizycie.pl
- www.wikipedia.pl
- www.nobelprize.org
- i inne