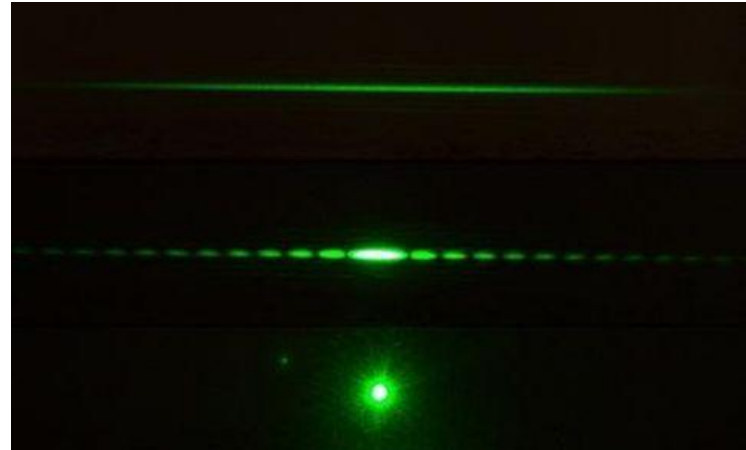


**DUALIZM
KORPUSKULARNO-
FALOWY**

PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE

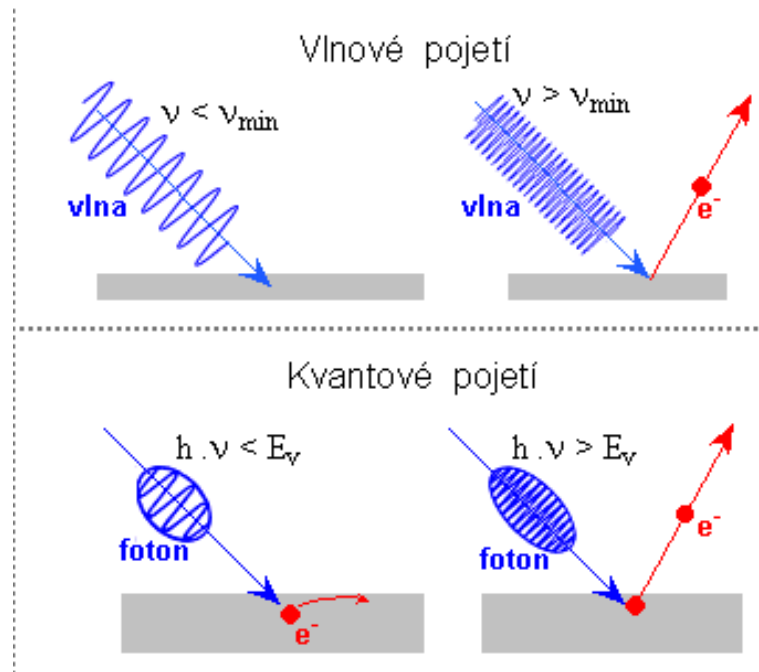
- ◉ Zjawiska dyfrakcji, interferencji i polaryzacji pokazują, że promieniowanie elektromagnetyczne jest falą



PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE

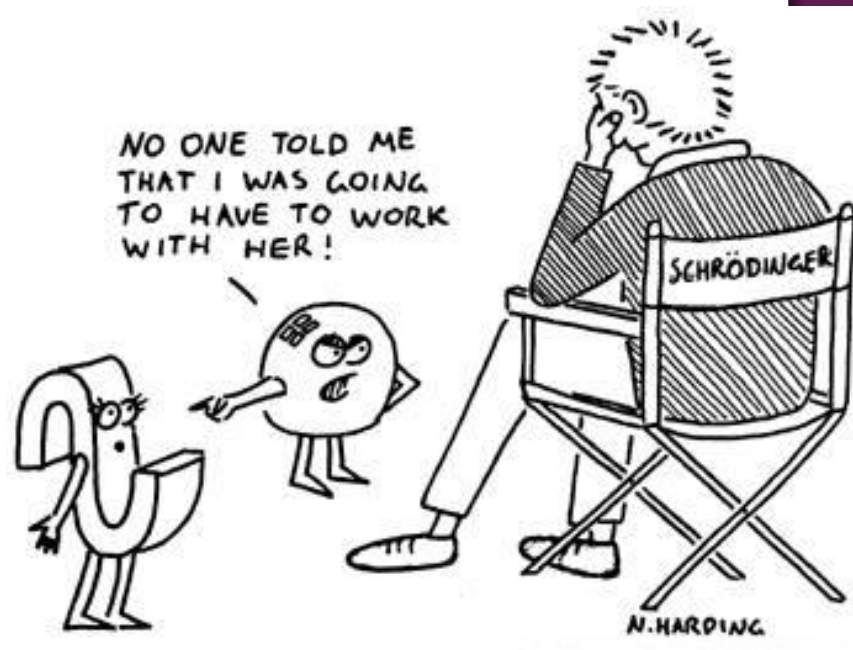
- ◉ Zjawisko fotoelektryczne pokazuje, że promieniowanie elektromagnetyczne zachowuje się jak cząstka
- ◉ Promieniowanie elektromagnetyczne niesie pęd

$$p = \frac{h}{\lambda}$$



DUALIZM PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

- Własność tę nazwano dualizmem korpuskularno-falowym promieniowania elektromagnetycznego



HIPOTEZA DE BROGLIE'A

- ◉ poruszająca się cząstka niesie ze sobą falę materii o długości

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$



Louis de Broglie w 1924 r.
(Nobel 1929 r.)

POTWIERDZENIE HIPOTEZY

◎ 1927

Potwierdzenie hipotezy: (Nobel 1937 r.) Clinton Davisson i Lester Germer (oraz George Thomson) zaobserwowali dyfrakcję elektronów na kryształach.



λ_X $\lambda_e = \lambda_X = \frac{h}{m_e v}$

..gdy użyto promieni X... ..gdy użyto elektronów...

The diagram illustrates the equivalence of X-ray and electron diffraction patterns. On the left, a diffraction pattern is shown with the label "gdy użyto promieni X...". On the right, a similar diffraction pattern is shown with the label "gdy użyto elektronów...". A red equals sign is placed between the two patterns, indicating that they are identical. Above the patterns, the wavelength λ_X is written on the left, and the de Broglie wavelength equation $\lambda_e = \lambda_X = \frac{h}{m_e v}$ is written on the right.

DALSZE DOWODY - PRZECHODZENIE ELEKTRONÓW PRZEZ DWIE SZCZELINY

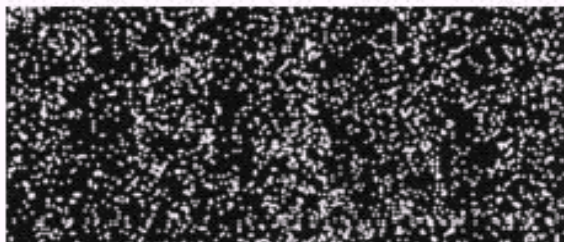
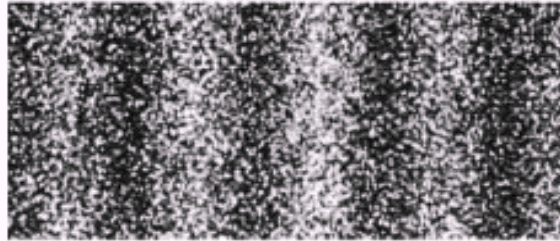
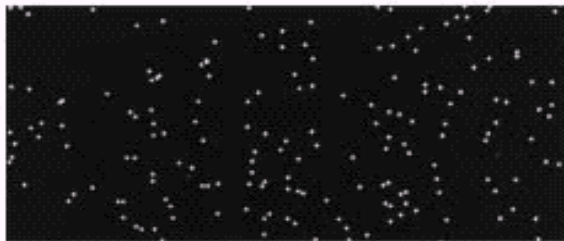
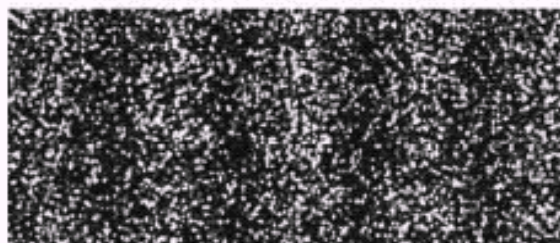
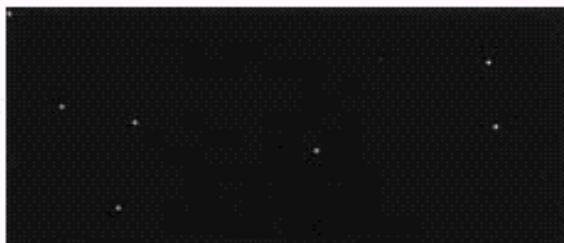
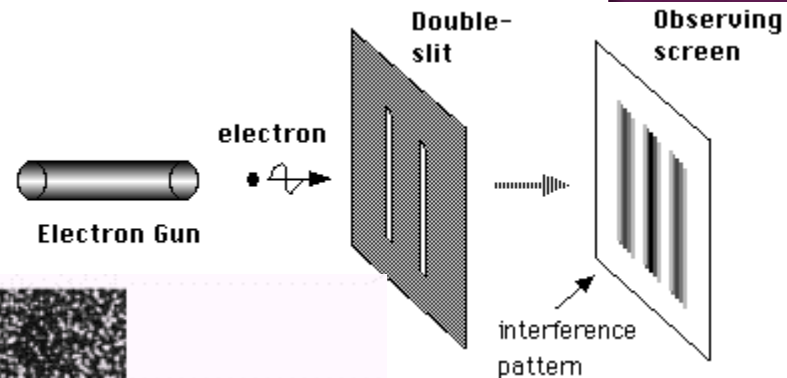
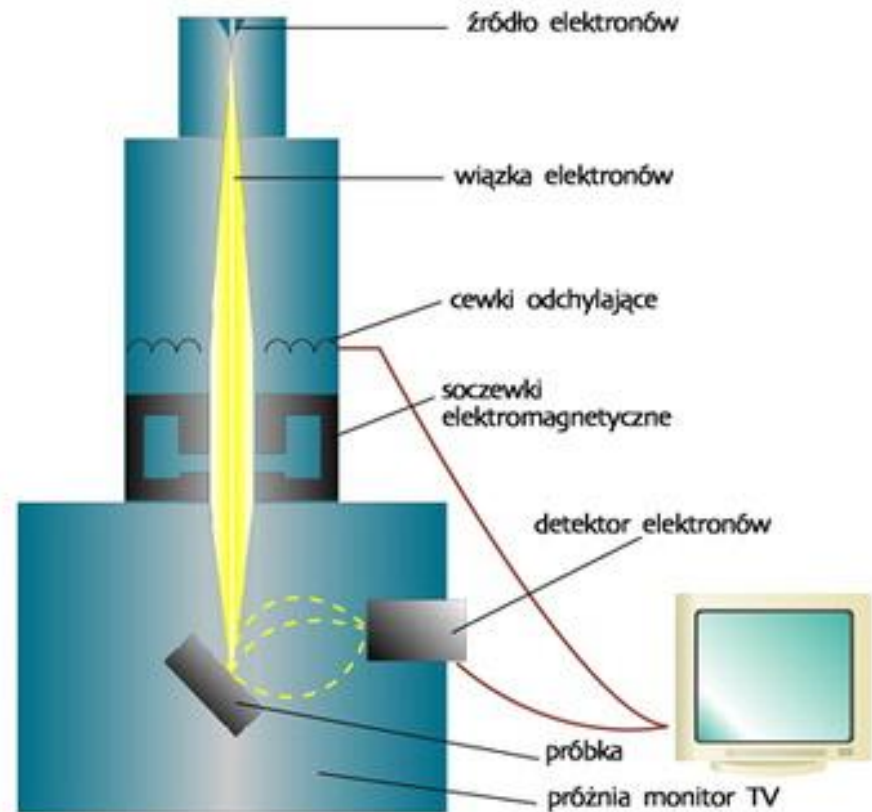


FIGURE 39-8 The buildup of an **interference pattern** by a beam of **electrons** in a two-slit interference experiment like that of Fig. 39-6. Matter waves, like **light waves**, are *probability waves*. From top to bottom the approximate numbers of **electrons** involved are 7, 100, 3000, 20,000, and 70,000.

ZASTOSOWANIA

- Mikroskop elektronowy (transmisyjny lub skaningowy) - próbka oświetlana jest wiązką elektronów, rolę soczewek pełni pole elektromagnetyczne



MIKROSKOP ELEKTRONOWY

- Mikroskop transmisyjny (elektrony przechodzą przez próbkę)
- Mikroskop skaningowy (elektrony odbijają się od próbki - obraz trójwymiarowy).

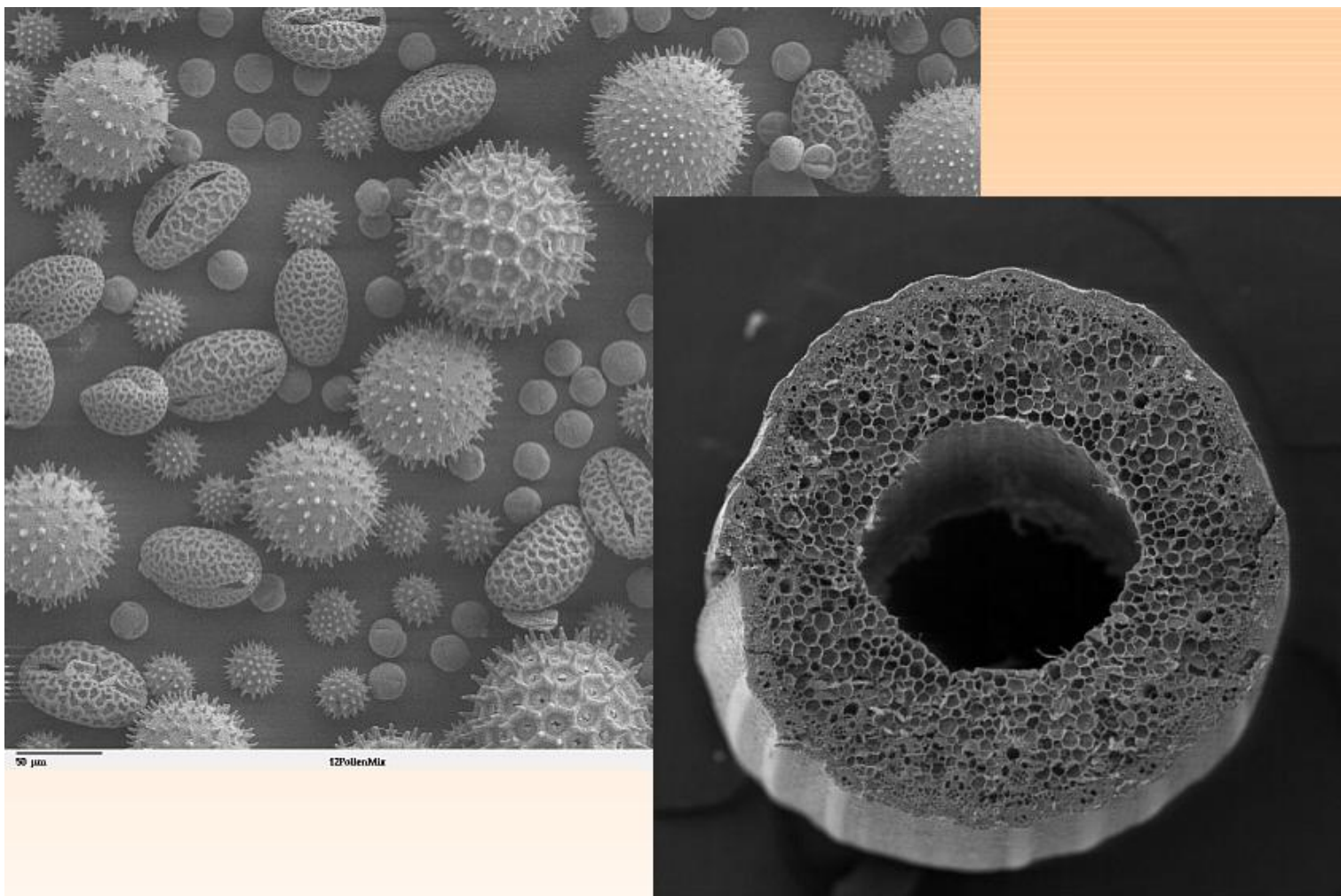


MIKROSKOP ELEKTRONOWY

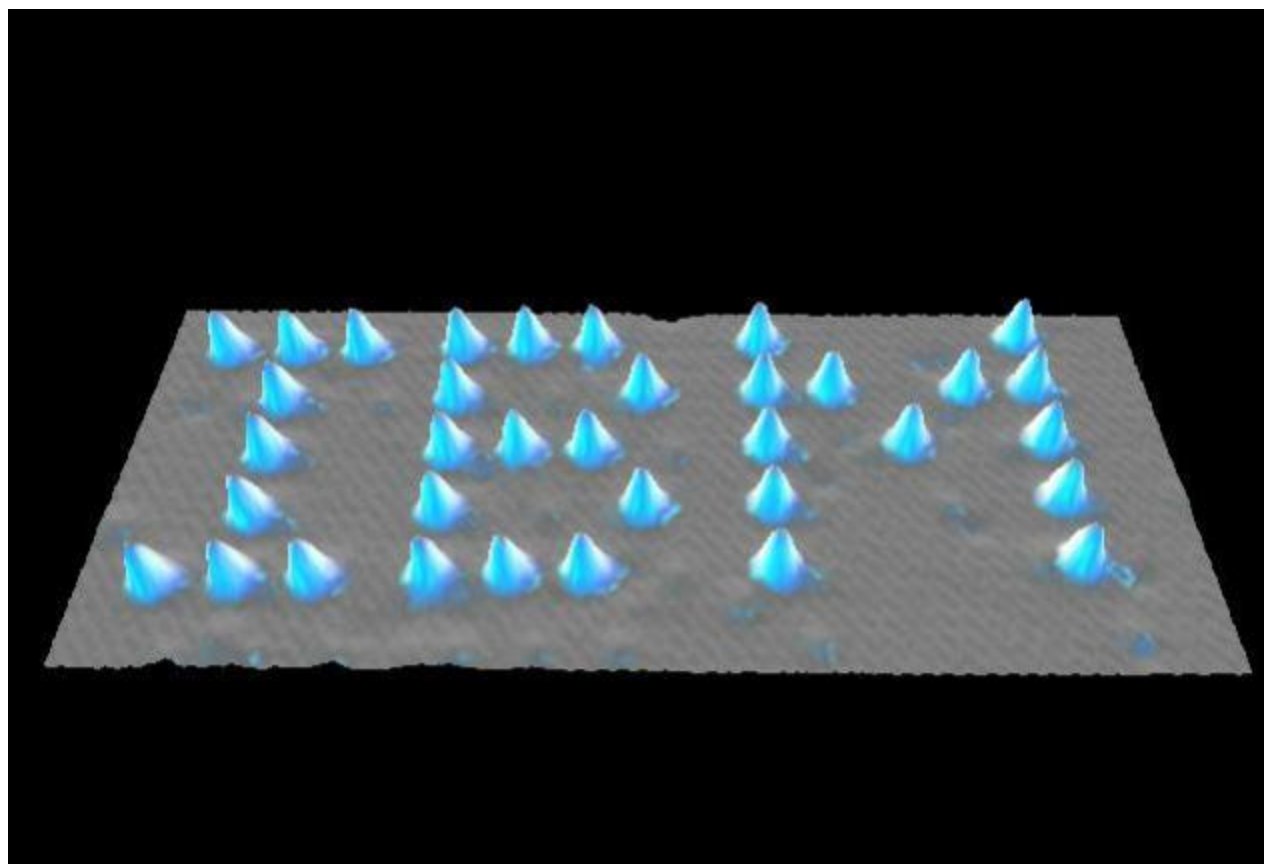
- Pierwszy mikroskop elektronowy skonstruował w 1931 roku Ernst Ruska razem z Maksem Knollem w Berlinie



ZDJĘCIA Z MIKROSKOPU ELEKTRONOWEGO

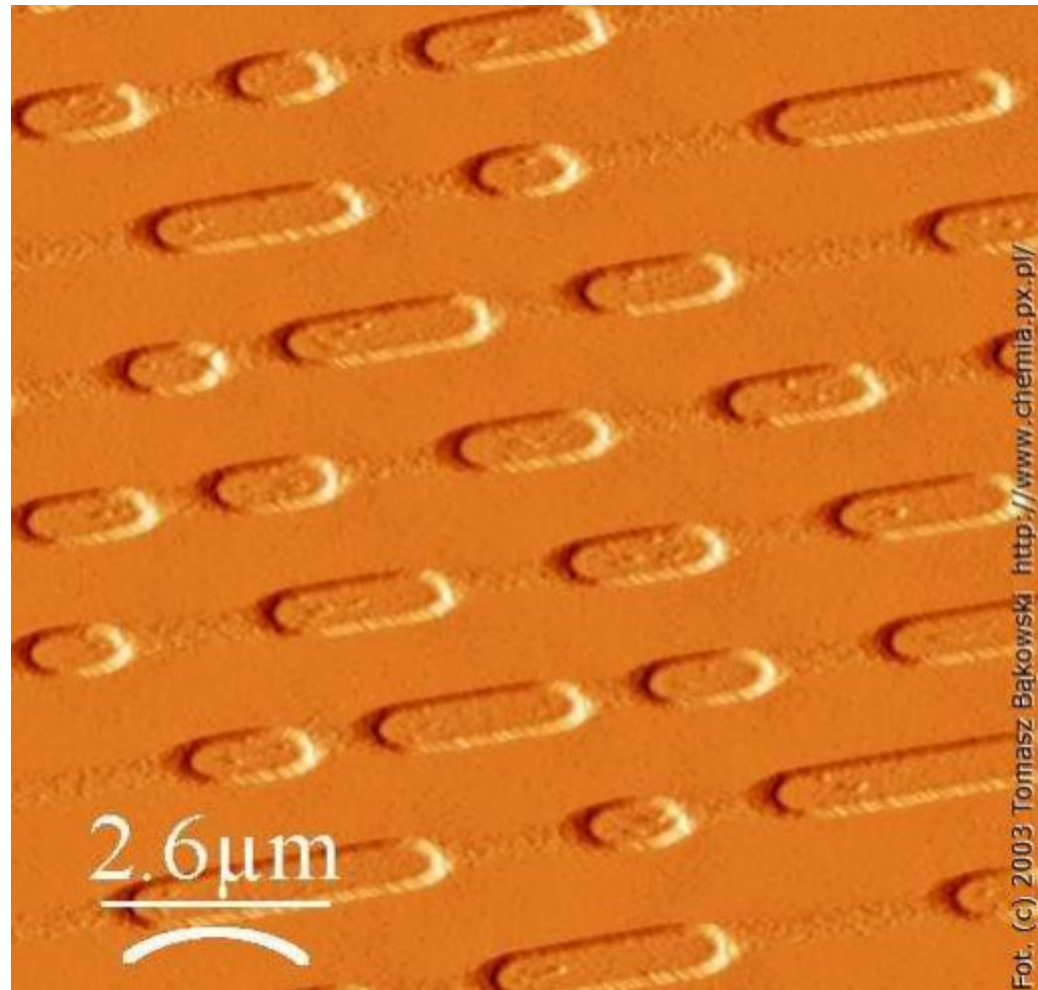


ATOMY KSENONU NA POWIERZCHNI NIKLU



POWIERZCHNIA PŁYTY CD

Za pomocą
mikroskopu
elektronowego
zobaczyć możemy
obiekty o
rozmiarze do 200
nm



ZASADA NIEOZNACZONOŚCI HEISENBERGA

- ⦿ Nie można z dowolną dokładnością wyznaczyć położenia i pędu cząstki

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{4\pi}$$

