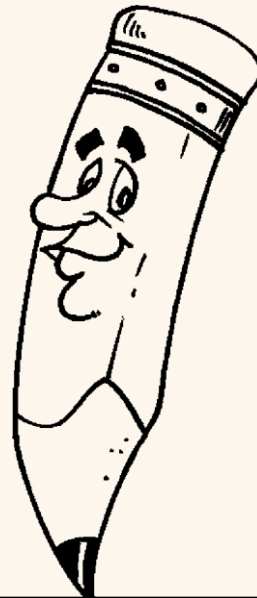


Marcin Kalinowski

Stojący ołówek



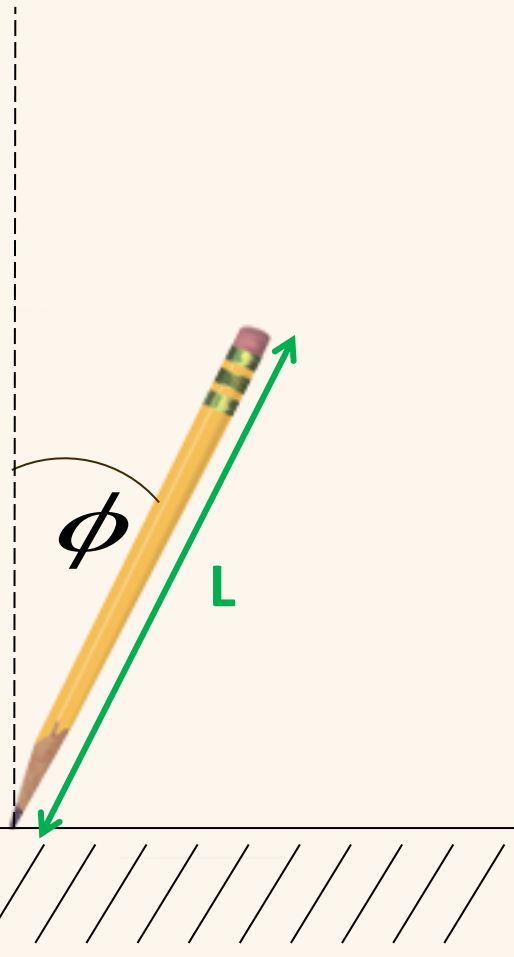
Bryła sztywna

Ciało sztywne

Nieoznaczoność

Równanie

m – masa ołówka
 I – moment bezwładności
względem P
 g – przyspieszenie
grawitacyjne



$$I\ddot{\phi} = mg \frac{L}{2} \sin(\phi)$$

Równanie ruchu

Jeśli postawimy idealnie na
czubku -> nie przewróci się

Zasada nieoznaczoności

Ciało sztywne

Nieoznaczoność

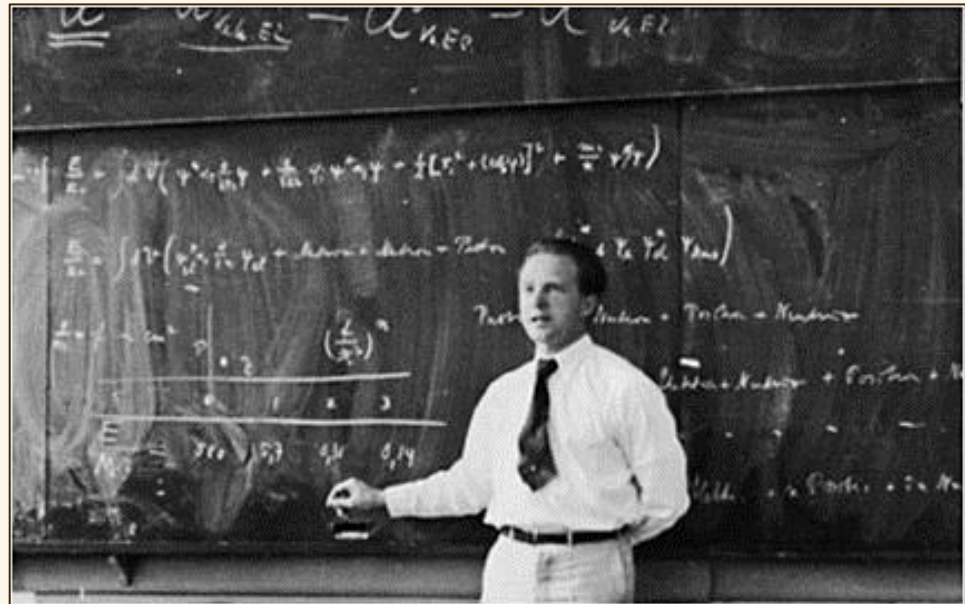
Równanie

Konsekwencja dualizmu korpuskularno falowego

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

Δx – nieoznaczoność położenia

Δp – nieoznaczoność pędu



Ołówek

Ciało sztywne

Nieoznaczoność

Równanie końcowe

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

Zasada nieoznaczoności Heisenberga



$$I \ddot{\phi} = mg \frac{L}{2} \sin(\phi)$$

Równanie ruchu



Górne szacowania



$$\Delta x = L \phi(0)$$

$$\Delta p = m \frac{L}{2} \dot{\phi}(0)$$

Nieoznaczoności
pędu i położenia



$$t \leq \sqrt{\frac{\pi L}{3g}} \ln \left[\frac{\pi}{2} \sqrt[4]{\frac{3gL}{\pi}} \sqrt{\frac{mL}{\hbar}} \right]$$

$$t \approx 3.7s$$

Dziękuję
