

# WERNER HEISENBERG

**Autoři:**

**Jitka Stokučová**

**Jiří Aubrecht**

**Jaroslav Kučera**

## Úvod

Werner Heisenberg byl velmi důležitou osobností dvacátého století. Jeho *relace neurčitosti* vyvrátily mnoho názorů a pohledů v oblasti mikrosvěta. V necelých pětadvaceti letech se stal uznávaným a vstoupil tak do dějin fyziky...

## Heisenbergovy relace neurčitosti

Werner Heisenberg poprvé publikoval *Relace neurčitosti* v roce 1927, za které dostal o šest let později Nobelovu cenu. Tyto relace se zabývají podstatou mikrosvěta, tj. málo velmi hmotnými částicemi. Heisenberg předpokládal, že s čím větší přesností určíme polohu částice, tím s menší přesností určíme její hybnost a naopak.

Předpokládejme, že chceme zkoumat elektron, jehož hmotnost je řádově  $10^{-31}$  kg. Když jej nevidíme, nevíme, zdali existuje. Když jej začneme zkoumat mikroskopem, odrazí se od něj foton, který dopadne do našeho oka. Jelikož je elektron částice mikrosvěta se zanedbatelnou hmotností, odražený foton změní hybnost elektronu. To znamená, že elektron se již nenachází ve stavu, v jakém se nacházel před pozorováním (existoval-li vůbec).

Obecně můžeme Heisenbergovy relace neurčitosti napsat ve vztahu:

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar$$

\* Tento vztah platí pro mikrosvět. V běžném životě můžeme těžko uvažovat změnu hybnosti např. nákladního auta naloženého šterčkem, od kterého se foton odrazí.

## Heisenberovy relace neurčitosti vyvrátily Bohrův model atomu

Bohrův model vodíku předpokládá, že elektron, nacházející se v základním stavu, obíhá kolem jádra ve vzdálenosti  $r = 0.529 \times 10^{-10} \text{ m}$ , rychlostí  $v = 2.2 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ . Jelikož je poloměr dán jednoznačně, delta  $\Delta r$  je v tomto případě rovno nule. Podle principu neurčitosti je součin  $\Delta p \Delta r \geq \hbar$ , kde  $\Delta p$  je neurčitost momentu hybnosti elektronu. Jelikož moment elektronu je  $mv$ , můžeme předpokládat, že neurčitost je menší než tato hodnota. To znamená:

$$\Delta p \leq mv = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 2.2 \times 10^6 \text{ ms}^{-1} = \underline{2.0 \times 10^{-24} \text{ kg ms}^{-1}}.$$

Z principu neurčitosti by minimální odhadovaná neurčitost pozice elektronu byla  $\hbar / \Delta p = 0.26 \times 10^{-10} \text{ m}$ . Neurčitost pozice je ale hodně blízko velikosti Bohrova poloměru, čili Bohrův model není korektní.

## **Literatura:**

**Heelan, Patrick A.** (1965). *Quantum Mechanics & Objectivity*. **The Hauge: Martinus Nijhoff**.

"**Heisenberg, Werner**". (1995). *Encyclopedia Britanica*, Online.

"**Heisenberg, Werner**." (1994). *Compton's Interactive Encyclopedia*, (CD-ROM). Compton's New Media.

**Serway, Raymond A.** (1996). *Physics for Scientists & Engineers*. (vol. 2). (pp. 1204-1227). San Francisco: Saunders College Publishing.

**Molly Angel's Werner Heisenberg's Uncertainty Principle**  
<http://www.honors.unr.edu/~fenimore/wt202/close/>