

# Lineární urychlovač

**Lineární urychlovač** byl vytvořený na základě myšlenky norského inženýra *Rolfa Wideroeho*, který v roce 1927 sestavil první lineární urychlovač založený na postupném urychlování nabitých částic elektrickým polem. <sup>[1]</sup>



## Dělení lineárních urychlovačů

1. Elektrostatické – podle zdroje napětí:
  - a) Cockcroftův-Waltonův urychlovač
  - b) Van de Graafův urychlovač
2. Vysokofrekvenční – podle typu vlny:
  - a) urychlovač s postupnou (nosnou) vlnou
  - b) urychlovač se stojatou vlnou

## Elektrostatické lineární urychlovače

Skládají se ze *zdroje vysokého napětí*, z *duté vakuové urychlovací trubice* a z *terčíku*, na který dopadají urychlené částice.

Zdroj iontů uvolňuje částice do systému. Nabitě částice přecházejí řadou cylindrických anebo válcovitých elektrod s postupně rostoucí délkou (aby se vykompenzovala rostoucí rychlost částic). Mezi elektrodami je postupně rostoucí vysoké napětí **U**. Nabitá částice s nábojem **q** je opakovaně urychlována elektrickým polem na energii **E**. <sup>[2][3]</sup>

$$E = q \cdot \sum U_n$$

Mezery mezi elektrodami usměrňují letící částice do úzkého svazku, který dopadá na terčík a ten se stává zdrojem záření X.

### Cockcroftův-Waltonův urychlovač

Důležitou složkou je násobič napětí, který zvýší získanou energii až na zhruba 4 MeV.

### Van de Graafův urychlovač

Přenáší náboje izolačním pásem na vysokonapěťovou elektrodu spojenou s urychlovací trubicí. Energie částic se zvýší na 10 MeV.

## Vysokofrekvenční lineární urychlovače

Jedná se o urychlování částic bez potřeby vysokého napětí. Zdroj emituje částice do prostoru válcových elektrod, které jsou připojené na střídavé elektrické napětí. K jednomu pólu vysokofrekvenčního zdroje jsou připojené sudé válce a k druhému liché válce.

Až se kladně nabitá částice dostane do prostoru první elektrody se záporným potenciálem, získá určitou energii a rychlost. Frekvence střídavého napětí musí odpovídat polaritě válce, která když se změní (kladný potenciál), posune částici do prostoru mezi válci a následně druhá elektroda, se záporným potenciálem, danou částici urychlí (dodá jí energii a rychlost).

Délka elektrod se musí zvyšovat v závislosti od rychlosti urychlované částice. K samotnému urychlování částic dochází v prostoru mezi válcovými elektrodami. Částice se uvnitř válce pohybují na základě setrvačnosti. Takto urychlené částice mohou získat energii ~100 MeV. Urychlené částice dopadají na terčík, kterým se vytváří brzdné záření s vysokou energií fotonů (3–20 MeV).

### Lineární urychlovač s postupnou (nosnou) vlnou

Urychlovací trubici tvoří vlnovod, ve kterém se nacházejí kruhové clony ve středě s otvorem. *Elektrony* se uvolněním ze zdroje střetnou s nosnou (elektromagnetickou) vlnou, jejíž fázová rychlost je menší než rychlost světla, a dostanou se tak trvale pod vliv urychlujícího pole.

### Lineární urychlovač se stojatou vlnou

Částice urychlená vysokofrekvenčním lineárním urychlovačem se na konci urychlovací dráhy odráží zpět, čím vznikne stojatá vlna s velkým silovým polem (urychluje elektrony do 10 MeV s frekvencí 100–100 000 Hz).

## Odkazy

## Související články

- Cyklotron
- Lineární urychlovač v lékařství

## Použitá literatura

1. Archiv závěrečné práce Michaela Richtrová PedF B-SPE FY3, MA3 /pedf\_b/. [online].
2. MAJER VLADIMÍR. *Základy jaderné chemie*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1961, 607 s.
3. HRAZDIRA IVO a MORNSTEIN VOJTĚCH. *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. 1. vyd. Brno: Neptun, 2001, 381 s.