

# Kvantová, atómová a subatómová fyzika

RIEŠENIE DOMÁCEJ ÚLOHY 11

---

1. Celkový počet protónov, ktoré sú urýchľované naraz, je jednoducho počet oblakov vynásobený počtom protónov v jednom oblaku

$$2808 \cdot 10^{11} = 2,808 \cdot 10^{14}$$

Keď jeden beh vydrží 8 hodín, v priebehu pol roka urýchľovač prebehne

$$\frac{182,5 \cdot 24 \text{ h}}{8 \text{ h}} = 547,5$$

krát. Dokopy sa teda spotrebuje častíc

$$N = 2,808 \cdot 10^{14} \cdot 547,5 = 1,54 \cdot 10^{17}$$

a to nám dáva hmotnosť

$$m = \frac{N}{N_A} M = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ g.}$$

2. Pre kruhový pohyb v magnetickom poli platí, že magnetická sila musí byť rovná dostredivej

$$\frac{mv^2}{r} = Bvq$$

Protóny sa však pohybujú relativisticky, a tak musíme do vzťahu pridať ešte  $\gamma$  faktor k hmotnosti. Po vyjadrení indukcie dostávame

$$B = \frac{\gamma mv}{rq} = \frac{mv}{re} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Pokojovú hmotnosť a náboj protónu poznáme, polomer urýchľovača určíme z jeho dĺžky  $r = \frac{d}{2\pi}$  a rýchlosť protónov musíme určiť z ich energie

$$E = \gamma mc^2$$

$$\gamma = \frac{E}{mc^2} = 6930$$

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = 0,9999999896c$$

Po dosadení týchto hodnôt dostávame potrebné magnetické pole  $B = 5,11 \text{ T}$ .

3. Ako sme si už spočítali, v LHC je v jeden moment  $2,8 \cdot 10^{14}$  protónov. Ich celková energia je teda

$$N \cdot E = 1,8 \cdot 10^{27} \text{ eV} = 291,6 \text{ MJ}$$