

Je LHC bezpečný?

Objevily se spekulace, že při srážkách vysokoenergetických částic v LHC by mohlo vzniknout „něco nekalého“, co by mohlo zničit Zemi či rovnou celý vesmír. Standardní odpověď je, že energie nejsilnějších částic kosmických paprsků je minimálně milionkrát větší, takže na přírodu nemáme. To je ale jen polovina pravdy, protože kosmické paprsky se sráží s atomovými jádry v klidu, zatímco na LHC máme vstříčné svazky. Je potřeba proto porovnat energie srážky vzhledem k těžišti.

Uvažujme vstříčné svazky částic o (klidové) hmotnosti m_p . Každá částice nechť má energii E_x (včetně klidové). Hledejme ekvivalentní energii E jedné částice takovou, že pokud se sráží s druhou částicí v klidu, bude mít srážka stejný účinek.

Pro takový projektil o celkové energii E platí

$$E^2 = p^2 c^2 + m_p^2 c^4 \quad (1)$$

kde p je hybnost částice. Nechť se sráží ideálně nepružně se stejnou částicí v klidu. Produkt srážky má celkovou energii $E + m_p c^2$. Platí

$$(E + m_p c^2)^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4 \quad (2)$$

kde m je klidová hmotnost produktu; mc^2 je pak jeho klidová energie, podle zadání má platit $mc^2 = 2E_x$. Hybnost p se zachovává (tj. je v obou rovnicích stejná). Obě rovnice odečteme a dostaneme

$$E = \frac{2E_x^2}{m_p c^2} - m_p c^2$$

Pokud chceme pracovat s kinetickou energií definovanou vztahem $E_k = E - m_p c^2$ (a analogicky pro $E_{x,k}$), máme

$$E_k = \frac{2(E_{x,k} + m_p c^2)^2}{m_p c^2} - 2m_p c^2$$

Vztah lze ověřit pomocí Newtonovy limity, $E_{x,k} = \frac{1}{2} m_p v_x^2$. Snadno dostaneme (po zanedbání vyšších řádů):

$$E_k = \frac{1}{2} m_p (2v_x)^2$$

tj. částice se musí pohybovat dvojnásobnou rychlostí než v případě vstříčných srážek.

LHC dosáhne energie protonů 7 TeV, po dosazení vyjde $E_k = 0.017$ J. Pro ionty olova je plánovaná energie 574 TeV, pak $E_k = 0.55$ J. To je méně než nejenergetičtější pozorované částice kosmického záření (jednotky, max. desítky J; bohužel však u těch největších nevíme, jaké jádro to je). Limita energie pro protony letící delší vzdálenost je cca 8 J (Greisen–Zatsepin–Kuzmin limit). **Energie srážek na LHC je tedy stále o bezpečné dva řády pod energií srážek kosmických paprsků.**