

- Jakou maximální rychlostí se pohybují protony v nejmenší a největší kruhové části LHC?  
Kolik oběhů absolvují za 1 s?**

Informace z videa: Nejmenší urychlovač má obvod 157 m a protony v něm dosáhnou rychlosti 91,6 % c.

$$c = 299\,792\,458 \frac{m}{s}$$

$$v_{max} = 91,6\% c = 0,916 \cdot 299\,792\,458 \frac{m}{s} = 274\,609\,916,26 \frac{m}{s}$$

$$f = \frac{v}{d_0} = \frac{274\,609\,916,26 \frac{m}{s}}{157 m} = 1\,749\,107,75 \text{ Hz}$$

Informace z videa: Největší urychlovač má obvod 27 km a v něm obíhající protony mají energii 7 TeV.

Rychlost protonu se blíží rychlosti světla, proto použijeme relativistický vztah:

$$E_k = \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) m_0 c^2 \rightarrow v = c \sqrt{1 - \left( \frac{m_0 c^2}{m_0 c^2 + E_k} \right)^2}$$

$$v = 3 \cdot 10^8 \sqrt{1 - \left( \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 + 7 \cdot 10^{12} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} \right)^2}$$

$$v_{max} = 2,999\,999\,97 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$

$$f = \frac{v}{d_0} = \frac{2,999\,999\,97 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{27\,000 m} = 11\,111 \text{ Hz}$$

5. Jakou práci vykoná zemská tíže při přesunu vody o objemu  $(1000 \times 100 \times 10) \text{ m}^3$  o 1000 m níže v blízkosti povrchu Země?

Za jakou dobu vyprodukuje toto množství energie elektrárna Temelín (výkon 2000 MW)?

$$V = 1000 \cdot 100 \cdot 10 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ m}^3$$

$$h = 1000 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{vody}} = 998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$m_{\text{vody}} = \rho V = 998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10^6 \text{ m}^3 = 998 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

$$E_p = mgh = 998 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1000 \text{ m} = 9,79 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

$$t = \frac{P}{P_0} = \frac{9,79 \cdot 10^{12} \text{ J}}{2 \cdot 10^9 \frac{\text{J}}{\text{s}}} = 4,9 \cdot 10^3 \text{ s}$$