

Úloha VI.2 ... bombardovaný organizátor 3 body; průměr 2,12; řešilo 42 studentů

Odhadněte, kolik antineutrin vytvořených v českých jaderných elektrárnách projde tělem průměrného organizátora FYKOSu za jednu poradu k soustředění. Porada trvá 4 hodiny a probíhá v desátém patře v budově Matfyzu v areálu Trója. Jarda se na poradě cítil pod tlakem.

Na jedno rozštěpené jádro uranu 235 v průměru připadá přibližně 6 elektronových antineutrin. Tuto informaci není úplně jednoduché dohledat, naši hodnotu bereme z rozpadové řady uvedené zde.¹ Pokud se ovšem zeptáte třeba umělé inteligence, dá vám svůj odhad okolo 3. Při opravování tedy budeme brát ohled spíše na postup a řádový odhad výsledku než na shodu s naší výslednou hodnotou.

V Temelínu se každý den² spotřebuje asi $m = 3$ kg uranu 235, což odpovídá

$$N_T = 6 \frac{m}{M_U} \frac{1}{T} \doteq 5 \cdot 10^{20} \text{ s}^{-1}$$

antineutrin za sekundu, přičemž M_U je atomová hmotnost ^{235}U a $T = 86\,400$ s je doba jednoho dne.

Stejně to spočítáme pro jadernou elektrárnu Dukovany, kde je roční spotřeba uranu asi $m_r = 35$ t, přičemž uran 235 tvoří 4,25 % z tohoto množství.³ Počet antineutrin za sekundu tak je

$$N_D = 6 \frac{0,0425 \cdot m_r}{M_U} \frac{1}{365 \cdot T} \doteq 7 \cdot 10^{20} \text{ s}^{-1}.$$

Na mapě⁴ si najdeme pozice Temelínu i Matfyzu na adrese V Holešovičkách a zjistíme, že tato místa jsou vzdálená 104 km. Dukovany jsou pak od Matfyzu vzdálené 167 km. Výšku budovy vzhledem ke všem dalším nepřesnostem samozřejmě můžeme zanedbat.

Protože antineutrina téměř vůbec neinteragují s okolní hmotou a protože elektrárnu považujeme za izotropní zdroj těchto částic, můžeme tok částic od každé elektrárny odhadnout na Matfyzu jako

$$j_i = \frac{N_i}{4\pi r_i^2},$$

kde i značí index elektrárny. Plochu organizátora odhadneme na $S = 0,5 \text{ m}^2$ (maximálně, podle natočení může být i nižší). Tok antineutrin z obou elektráren nemá sice stejný směr, to ale zanedbáme, protože jsme už určitě udělali velkou chybu v odhadu plochy organizátora. Čas porady je $t = 14\,400$ s. Počet antineutrin tak je

$$N = St(j_T + j_D) = St \left(\frac{N_T}{4\pi r_T^2} + \frac{N_D}{4\pi r_D^2} \right) \doteq 4 \cdot 10^{13}.$$

¹<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/NucEne/fisfrag.html>

²<https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/jaderna-elektrarny/jaderna-elektrarny-cez/jaderna-elektrarna-temelin>

³https://cs.wikipedia.org/wiki/Jaderná_elektrárna_Dukovany

⁴<https://mapy.cz/>

Za poradu tak skrze organizátora projde řádově deset biliard antineutrin vyprodukovaných v českých jaderných elektrárnách.

Jaroslav Herman
jardah@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.