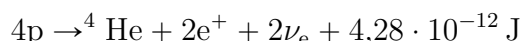


AO 2018, SŠ, finále

1 Slnečné neutrína

Neutrínová astronómia je jedným z mladých oborov astronómie, umožňuje vedcom nahliadnuť hlboko do slnečného vnútra. Tu elektrónové neutrína (ν_e) - slabo interagujúce ľahké častice - vznikajú v rámci p-p cyklu:



Na Zemi boli postavené veľké detektory na ich skúmanie. Modelujme náš detektor ako valec s rozmermi $R = 20 \text{ m}$ a $h = 40 \text{ m}$. Je celkom naplnený vodou a po obvode má tisícky fotonásobičov, ktoré číhajú na slabé záblesky pochádzajúce z reakcie neutrín s látkou. Účinný prierez pre túto interakciu (t.j. plocha pod akou vidí prichádzajúce neutríno cieľové častice - uvažujte molekuly vody) je pritom len asi $\sigma = 10^{-47} \text{ m}^2$.

- (a) Ak je slnečná konštanta $S = 1366 \text{ W m}^{-2}$, skúste odhadnúť, koľko neutrín by mohol detektor zachytiť počas jedného roka.

*Poznámka: ak neviete spraviť celú úlohu, urobte aspoň tie pasáže, čo viete a vyjadrite, aké veličiny sú na výpočet potrebné. Skoro všetky body dostanete za postup, konečné číslo je druho-
radé!*

V skutočnosti je toto číslo o niekoľko rádov nižšie než vyplýva z a), keďže len malá časť neutrín dosiahne energiu potrebnú na túto špecifickú reakciu s látkou v detektore. Aj po vykonaní všetkých potrebných teoretických opráv však vedci zistili, že stále detekujú iba $y = 40\%$ v porovnaní s teóriami postavenými na štandardnom modeli Slnka. Vyzeralo to už, že sa slneční astronómovia mýlili v svojich modeloch štruktúry vnútra našej hviezdy.

Podľa hypotézy neutrínových oscilácií však existujú tri druhy neutrín, ktoré sa môžu na seba vzájomne dosť čudným spôsobom premieňať: elektrónové (ν_e) a miónové, tauónové (spoločne značené ν_x). Premena časti ν_e na iné druhy ν_x by mohla vysvetliť nezrovnalosti v pozorovaných počtoch neutrín.

- (c) Za predpokladu, že detektor má účinnosť pre ν_x iba $1/7$ z tej pre ν_e , vypočítajte, aký relatívny pomer q častíc ν_e sa cestou zo Slnka na Zem muselo premeniť z ν_e na ν_x , $0 < q < 1$.

Dodatočné informácie:

Uvažujte, že všetka energia zo Slnka pochádza z p-p cyklu a tiež, že všetky neutrína pochádzajú zo Slnka. Hmotnosť molekuly vody je $m_{H_2O} = 3,00 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$, hustota vody je štandardných 1000 kg m^{-3} .

2 Dvojhviezda

Určte vzdialenosť dvojhviezdy, ak poznáme jej obežnú dobu $T = 27$ rokov, hmotnosti jednotlivých zložiek $3 M_{\odot}$, $5 M_{\odot}$ a veľkosť hlavnej polosi $a = 0,45''$.

3 Sírirus

Sírirus je dvojhviezda. Slabšia zložka, Sírirus B má zdanlivú vizuálnu magnitúdu $m_V = 8,44$ mag.

- (a) Ak je vzdialenosť Sírira $2,64$ pc, vypočítajte absolútnu vizuálnu magnitúdu Sírira B. Medzihviezdnu absorpciu zanedbajte.
- (b) Spektrálne rozloženie energie ukazuje, že Sírirus B má efektívnu teplotu $25\,200$ K. Bolometrická korekcia pre túto teplotu je $BC = -2,73$ mag. Ak pre Slnko je $BC = -0,08$ mag, vypočítajte absolútnu bolometrickú magnitúdu M_{bol} Sírira B.
- (c) Vypočítajte svietivosť a polomer Sírira B.
- (d) Ak je hmotnosť Sírira B $1,018 M_{\odot}$, vypočítajte aj strednú hustotu tohto bieleho trpaslíka.