

Čo sa nepodarilo vo výskume koróny

M. Rybanský, Slovenská ústredná hviezdáreň, Hurbanovo

Abstrakt.

V príspevku sa spomínajú problémy spojené s výskumom slnečnej koróny, ktoré sa zatiaľ nepodarilo vyriešiť. Ide jednak o problémy fyzikálne, ktoré súvisia s podstatou a dynamikou slnečnej koróny a jednak o problémy technické, ktoré súvisia s pozorovacou technikou.

Do prvej skupiny patria také problémy, ako je ohrev koróny, pohyb hmoty v koronálnych lúčoch a tranzientoch, pomery intenzity žiarenia v emisných čiarach s rôznym stupňom ionizácie a pod.

Do druhej skupiny patria hlavne problémy spojené s pozorovaním slnečnej koróny s dostatočným priestorovým, spektrálnym a časovým rozlíšením mimo zatmenia a pred slnečným diskom. Patria sem tiež problémy adekvátneho spracovania pozorovacieho materiálu. Ide o využitie moderných výpočtových metód a vypracovanie výpočtových programov.

Témy príspevku môžu byť využité pri príprave diplomových prác a dizertačných prác, prípadne aj výskumných plánov.

Problémy teórie koróny

Žiaľ, musíme povedať, že na základné otázky o fyzike koróny nemáme uspokojivé odpovede. Občas sa síce objavujú hypotézy, ktoré sa snažia vysvetliť jednotlivé vlastnosti koróny, ale ani jedna z nich nedokáže vysvetliť dynamiku koróny komplexne.

Podstatné vlastnosti slnečnej koróny sú vysoká teplota hmoty (príjmenšom v určitých oblastiach) pri nízkej hustote, veľká nehomogenita týchto dvoch základných veličín (filamentárna štruktúra podľa rádiointerferencie má rozmer rádovo jednotiek kilometrov, Woo, 2006), existencia priamych kvázi-stabilných lúčov, v ktorých pravdepodobne prúdi hmota vysokými rýchlosťami (rádovo stoviek až tisícov km/s) do veľkých vzdialeností (pozorované sú až približne do 100 slnečných polomerov) a existencia erupčných procesov, ktoré jej obraz môžu veľmi rýchlo a veľmi podstatne zmeniť. Informácie o fyzikálnych podmienkach získavame prostredníctvom spektrálnych čiar mnohých iónov, ktoré v tomto prostredí vznikajú a zanikajú.

Správna teória koróny musí všetky tieto procesy fyzikálne objasniť a nejak sa to nedarí. Príčin môže byť veľmi mnoho. Keby sme ich všetky poznali, určite by sme našli aj riešenie. Takže ďalšie myšlienky treba považovať za typy.

Fyzika nepozná analytické riešenie prúdenia (tryskania) vo veľmi nehomogénnom ionizovanom prostredí. Magnetohydrodynamické priblíženie môže byť úplne zavádzajúce. Predpoklad o vonkajšej elektrickej neutralite hmoty s Debayovým polomerom nemusí platiť. Podľa tohto predpokladu nemôže existovať rozsiahlejší súbor hmoty s určitým nábojom, lebo proces vyrovnania nábojov je veľmi rýchly. Dá sa však namietť, že ak sú procesy, ktoré spôsobujú oddelenie

náboja tiež rýchle, alebo ešte rýchlejšie, potom ide proces dynamickej rovnováhy.

Procesy excitácie a ionizácie sa riešia za predpokladu, že aspoň na nejakú dobu ide o stacionárny stav. T.j. procesy excitácie a vyžarovania sú v rovnováhe. Je však možné, že s ohľadom na nízke rozlíšenie našich pozorovaní ide iba o zdanlivé vyrovnanie. Procesy neprebiehajú v tom istom objeme. Tento moment nedostatočného rozlíšenia môže byť podstatný. Navrhované fyzikálne vysvetlenie sa opiera o merania priemerných veličín, ide teda o akúsi „fyziku priemerných hodnôt“, ktorá vlastne žiadnou fyzikou nie je, skutočné procesy sú pod medzou rozlíšenia. Napríklad, ak pozorujeme spikule na okraji s dostatočným rozlíšením, nameriame v nich rýchlosti pohybu okolo 20 – 30 km/s, ak ich však pozorujeme na disku, z Dopplerovho posuvu dostaneme rýchlosť okolo 0,5 km/s.

Experimentálne problémy

V začiatkoch mojej výskumnej činnosti som čítal veľmi pekne a s nadšením napísanú knihu od autorov Linka a Švestku (1953) kde bol opísaný súčasný stav koronálneho výskumu. Bola tam opísaná história skonštruovania koronografu a úzkopásmového filtra a zároveň tam bol opísaný Lyotov polarimeter s filtrom, pomocou ktorého tento vynikajúci experimentátor mohol pozorovať monochromatickú zelenú korónu v Paríži, kde intenzita aureoly dosahovala hodnoty okolo 1000 miliontin intenzity stredného slnečného disku, hoci hraničná hodnota pre (fotografické) pozorovanie vo vysokých polohách je okolo 80 miliontin. Zároveň Lyot sľuboval, že po určitých úpravách bude takto možné pozorovať zelenú čiaru koróny aj pred slnečným diskom. Žiaľ, v roku 1952 Lyot počas expedície za zatmením umrel a nikto dodnes sa o podobný kúsok

nepokúsil. Na podobnom princípe pracuje K – koronometer na Havajských ostrovoch (Mark IV), čo je v súčasnosti jediný prístroj, ktorý môže merať spojité žiarenie koróny tesne nad okrajom. Prístroje na SOHO pozorujú korónu až od 1,5 slnečného polomeru.

Emisnú korónu pred diskom sa podarilo pozorovať až pomocou kozmických aparátov v krátkovlnnej oblasti spektra. Prístroj EIT zaznamenáva intenzity žiarenia Fe IX, XI a XV. V súvislosti s tým môžem poznamenať, že sa nám nepodarilo určiť súvislosť medzi časovými priebehmi žiarenia v červenej a zelenej čiare koróny (Fe X

a XIV). Podobná súvislosť by sa dala preskúmať pomocou týchto kozmických pozorovaní.

Pokúšali sme sa tiež merať spojité žiarenie koróny pomocou merania hĺbky absorbných čiar v rozptýlenom svetle oblohy. Fotometrická presnosť fotografického záznamu nestačila na túto úlohu. Myslím však, že súčasné elektronické snímače by sa s touto úlohou mohli vysporiadať.

Nesplnená zostala tiež úloha redukovať zatmeňové merania K + F koróny na prístrojový rozptyl, čo by mohlo podstatne spresniť naše znalosti o rozdelení hustoty v koróne.



Obr. 1 Ilustračná snímka. Počítačovo spracovaný obrázok koróny pri úplnom zatmení 29. 3. 2006. (Snímku cez INTERNET láskavo poskytli Hana a Miloslav Druckmüllerovci).

LITERATÚRA

Woo R.:2006, „ULTRA-FINE-SCALE FILAMENTARY STRUCTURES IN THE OUTER CORONA AND THE SOLAR MAGNETIC FIELD“ ApJ, **639**,L95-L98.

Link F. a Švestka Z.: 1953, „SLUNCE A JEHO VLIVY NA ZEMI“, CSAV, Praha