

V začetku prejšnjega stoletja so številni astronomi opravili pomembne raziskave v svetu zvezd. Med množico omenjamo dejavnost dveh velikanov astrofizikalnih razmišljanj in raziskovanj. Prvi je bil Nemec, drugi Anglež. Postavila sta temelje našemu današnjemu znanju o zgradbi in drugih lastnostih zvezd.

Dva pomembna astrofizika

Nemec **Karl Schwarzschild** je bil najstarejši od šestih otrok, ki so se rodili v židovski družini. V gimnaziji v Frankfurtu si je izdelal svoj teleskop in že s 16-timi leti objavil dva članka iz nebesne mehanike o tirih dvojnih zvezd. Študiral je najprej na univerzi v Strasbourgu, kjer se je naučil precej praktične astronomije, pozneje pa na Münchenski univerzi, kjer je dosegel doktorat leta 1898. Tu je bil njegov učitelj astronom Hugo Seeliger (1849–1924), ki se je preko opazovanj zvezd v Rimski cesti ogromno ukvarjal s proučevanjem zgradbe našega zvezdnega sestava – Galaksije. Seeligerjev vpliv na študenta je bil tako močan, da je celo opredelil poznejšo smer Schwarzschildovega znanstvenega raziskovanja.



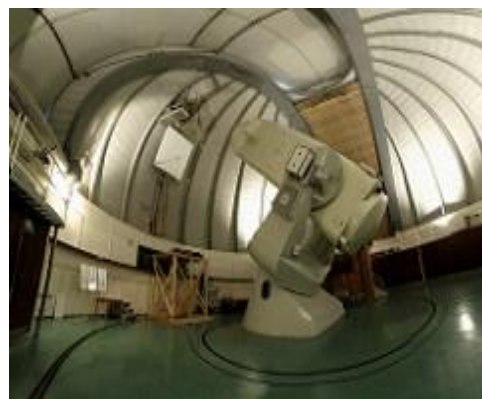
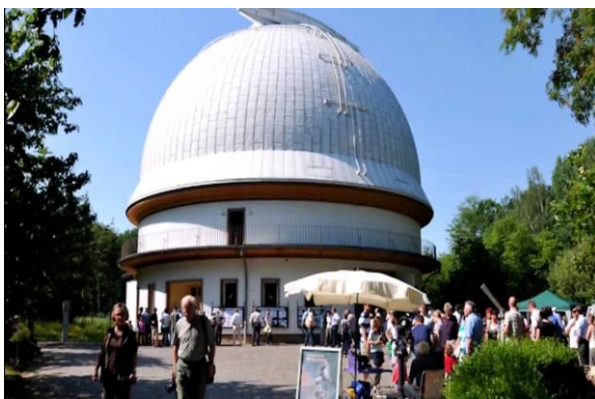
Fizik in astronom Karl Schwarzschild (Frankfurt na Majni, 1873 – Potsdam, 1916) – začetnik teoretične in praktične astrofizike, teorije zvezdnih atmosfer in notranje zgradbe zvezd, zvezdne dinamike in relativnostne teorije; ima krater na Luni in asteroid 837, po njem se imenuje tudi astronomski observatorij blizu Jene.

Schwarzschild je bil od leta 1901 do leta 1909 profesor in direktor observatorija göttingenske univerze, od 1909 do 1912 je vodil potsdamski astrofizikalni observatorij, nato pa je bil profesor na berlinski univerzi. Leta

1913 je postal član Berlinske akademije znanosti. Njegovo življenje in delovanje pa sta se kmalu in na hitro spremenila. Leta 1914 je odšel kot prostovoljec v vojsko, boril se je na vzhodni in zahodni fronti. Čez dve leti so ga poslali domov kot invalida, nakar je čez nekaj mesecev umrl, še ne 43 let star.

K. Schwarzschild je najprej veliko naredil na področju proučevanja sija zvezd. Uporabil je fotografske metode raziskovanja. Sestavil je katalog natančnih določitev fotografskega sija okoli 3 500 zvezd, kar je bila zelo dragocena pridobitev za znanost (*Göttingen Aktinometrie - Göttingška aktinometrija*, 1910). Gre torej za zelo natančno fotografsko fotometrijo. Katalog fotografskih zvezdnih magnitud je skupaj s katalogi vizualnih magnitud služil za osnovo številnih statističnih raziskav v zvezdni astronomiji, tako glede ocen površinskih temperatur zvezd, njihovih oddaljenosti itn. Ugotovil je, da se sij kefeid spreminja vzporedno s temperaturo. Dosti je naredil tudi na področju gibanja zvezd v naši Galaksiji. Vsa ta njegova raziskovanja so ogromno pripomogla k boljšemu vedenju o zgradbi Galaksije in pojasnjevanju zakonitosti gibanja zvezd v njej.

Schwarzschild je bil eden prvih, ki se je spoprijel s problemi zgradbe zvezdnih atmosfer in notranje zgradbe zvezd tako, kot se zares spodobi za vrhunskega znanstvenika. Znano je, da je zgradba Sončeve atmosfere zamotana. Vendar Sonce je povsem vsakdanja zvezda. To seveda ne pomeni, da so atmosfere drugih zvezd bolj zamotane, so pa na primer pri zvezdah orjakinjah dosti obširnejše kot pri navadnih zvezdah. Tako je med prvimi ali celo prvi obdelal teorijo zgradbe zvezdnih atmosfer. Šele v drugi polovici 20. stoletja, ko je bilo o fizikalnih lastnostih zvezd nakopičeno dosti več podatkov, kot jih je imel na razpolago Schwarzschild, so astrofiziki nadalje razvijali njegove ideje in se poglobljali in pojasnjevali nova spoznanja o zvezdah in njih atmosferah. To traja še danes.



Karl-Schwarzschild Observatorij v Tautenburgu blizu Jene, osnovan leta 1960 (levo). Ima največjo Schmidt kamero na svetu, z odprtino premera 1,34 metra in zrcalom premera 2 metra (desno). Na njem so opazovali in odkrili številne eksoplanete (planete zunaj Osončja) in rjave pritlikavke.

Kot poseben spomin na Karla Schwarzschilda je morda najbolj splošno znan ali opevan ali slaven Schwarzschildov (kritični) radij, ki poda mejo (sfero) idealne mirujoče črne luknje – brez naboja in vrtilne količine ($r = 2Gm/c^2$, kjer je G gravitacijska konstanta, m masa telesa (č. luknje), c^2 kvadrat svetlobne hitrosti)*. Schwarzschild ga je izračunal leta 1916, malo pred smrtjo.

Raziskal in pojasnil je tudi razporeditev svetlih delov v repu Halleyjevega kometa leta 1910.

Tukaj omenimo še Karlovega sina Martina Schwarzschilda (Potsdam 1912–1997 Princeton, New Jersey). Šel je po očetovih stopinjah. Bil je viden ameriški astrofizik, ki je raziskoval zgradbo in razvojno pot zvezd. Podal je npr. teoretično razlago H-R diagrama za kroglaste kopice.

(Kaj je H-R diagram gl. daljši spis *Vesolje in ljudje*, 2. del, pod H. N. Russell na spletu Knjižnica A. T. Linharta, Radovljica.)

.....
* Več gl. svetovni splet.

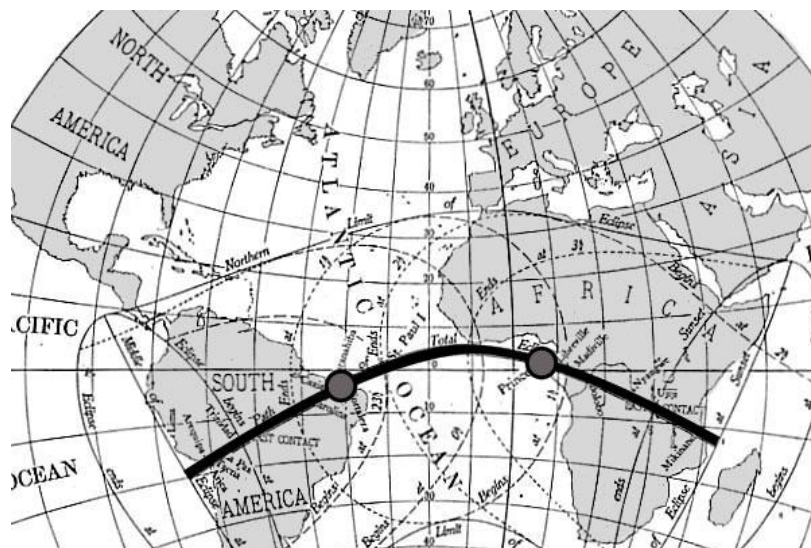
Anglež **Arthur Stanley Eddington** je bil sin kvekerskih staršev, odličen matematik in perfekten poznavalec angleške literature. Zaključil je univerzo v Cambridgu v Angliji. Doktoriral leta 1905. Od leta 1906 do leta 1913 je bil glavni asistent greenwiškega observatorija, od leta 1913 do smrti pa profesor in direktor observatorija cambriške univerze. Bil je član Kraljevega astronomskega društva in akademije znanosti - Kraljevega društva. Od leta 1953 podeljujejo tudi Eddingtonovo medaljo za izjemne raziskovalne dosežke v astrofiziki.



Fizik, astronom, astrofizik, matematik, filozof in velik popularizator znanosti, Sir Arthur Stanley Eddington (Kendal, 1882 – Cambridge, 1944) – prvovrstni raziskovalec gibanja, razvoja in drugih lastnosti zvezd ter relativnosti v astrofiziki; ima krater na Luni in planetoid 2761.

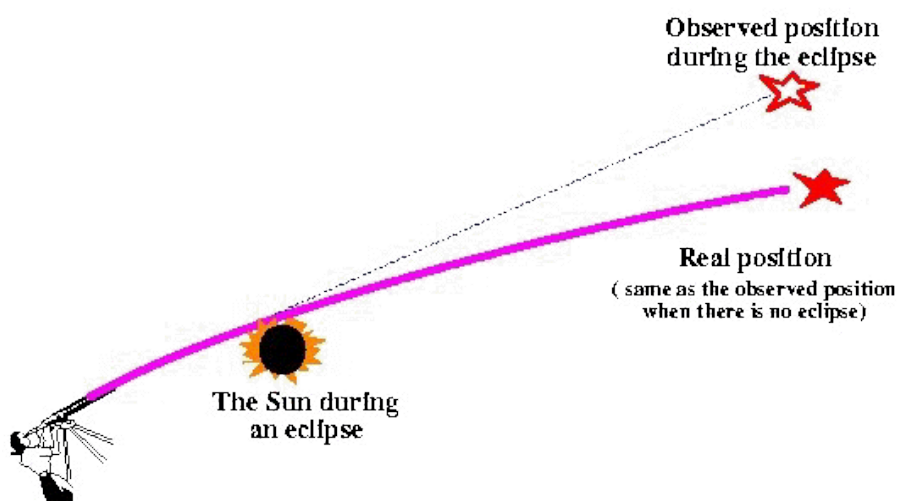
Najprej je na Greenwichu opravil natančno analizo določitve paralakse oziroma oddaljenosti planetoida 433 – Erosa. Potem pa je ogromno raziskoval gibanje zvezd. Njegova glavna zasluga je, da je prvi obdelal teorijo (model) notranje zgradbe zvezd. Ker je bilo tedaj fizikalno znanje precej pod današnjo ravni, so njegove domneve in računi le približni glede na današnje predstavljanje o zgradbi zvezd ter izvoru in fizikalnih procesih, ki potekajo v njih. So pa zelo pomembni.

S poglobljenim pogledom na fizikalno bistvo pojavov in z izredno močjo matematičnega pristopa raziskovanja je izpeljal vrsto temeljnih zaključkov ne samo pri notranji zgradbi zvezd in njihovih atmosfer, ampak tudi pri pulziranju zvezd, sestavi medzvezdne snovi ter gibanja in razporeditve zvezd v Galaksiji. Podal je teoretično razlago za relacijo (odvisnost) *masa zvezde-izsev zvezde* in izpeljal izraz, ki povezuje maso zvezde z njeno površinsko temperaturo, izsevom in notranjim tlakom pri njenem sevanju. Glede raziskav zvezdnih atmosfer je nadaljeval začetno delo K. Schwarzschilda. Bil je tudi med prvimi, ki so dali namige o jedrskih reakcijah v notranjosti zvezd.



Pas oziroma pot Lunine sence na Zemlji, od koder se je videl popolni Sončev mrk leta 1919. Eddington ga je fotografsko opazoval iz otoka Princip (desni krožec) in pri tem zaznal napovedani odklon (odmik) svetlobe zvezd, ki so bile navidezno zelo blizu Sonca.

Raziskal je polmere in druge značilnosti karakteristike nekaj rdečih orjakinj z namenom, da potrdi interferometrična merjenja zvezdnih polmerov, ki so jih izvedli okoli leta 1920 na observatoriju Mt. Wilson. Za pritlikavko – Sirijevo spremljevalko (Sirij B) je izračunal njeno gostoto 50.000 kg/dm^3 in tako nakazal razvoj fizike skrajno gostih plinov. Torej se je ukvarjal tudi z degeneriranimi zvezdami, v črne luknje pa ni povsem verjel.



Svetloba zvezde, navidezno zelo blizu Sonca, se zaradi vpliva Sončevega gravitacijskega polja navidezno odkloni ('ukrivi') k Soncu, in mi vidimo zvezdo v drugi smeri, ko no ob Soncu, kot dejansko leži na nebu. Zgoraj - opazovana (navidezna) lega zvezde med mrkom, spodaj – dejanska (resnična) lega zvezde, ko ni mrka.

Teoretično je obravnaval tudi probleme v zvezi s pulzacijo kefeid, to je nekakšnim 'dihanjem' (napihovanjem in krčenjem) orjakinj in nadorjakinj. Pri tem zvezde periodično spreminjajo radij, vzporedno z njim površinsko temperaturo in izsev, kar se na Zemlji kaže v sprejetem nihanju sija zvezd.

Zelo slaven, če ne celo najbolj slaven pa je postal zaradi del na področju relativnostne teorije. Med popolnim Sončevim mrkom, ki ga je opazoval dne 29. 5. 1919 na otoku Princip blizu zahodne obale Afrike, je fotografiral zvezde (v ozvezdju Bik), ki so bile navidezno zelo blizu Sonca. Iz fotografskih posnetkov zvezd je ugotovil njihov rahli odklon od resničnih leg, ker se zvezdna svetloba zaradi vpliva Sončevega gravitacijskega polja nekoliko ukrivi, ali drugače, bolj moderno povedano: masa Sonca ukrivi prostor v svoji bližnji okolici, kar ima za posledico, da spremeni smer svetlobi, ko potuje blizu mimo Sonca. Ta pojav je opazen le med popolnim mrkom Sonca, saj drugače Sončeva svetloba preprosto presvetli zvezde. V času popolnega mrka pa so zvezde vidne na nebu in jih lahko opazujemo z očmi, fotografiramo in registriramo tudi z drugimi merilniki svetlobe (fotometri, termočleni, bolometri, CCD kamerami, celo s pametnimi telefoni itn.). Gre za zelo pomembno eksperimentalno potrditev splošne Einsteinove relativnostne teorije, kar je bilo napovedano.*

Vse slike so s spleta.

.....

* Podrobnosti gl. svetovni splet, npr. Sašo Dolenc, *Prostor-čas in gravitacija*.