



S ďalekohľadom

na cestách

www.dalekohladnacestach.sk

Korešpondenčná súťaž - 3. kolo (apríl 2010)

3. kategória – študenti stredných škôl

1. úloha: Extrasolárne planéty

Prvá planéta obiehajúca okolo hviezdy podobnej Slnku bola objavená len pred 15 rokmi, no počet takýchto telies prudko stúpa. Vďaka rozvíjajúcej sa pozorovacej technike ako aj moderným výpočtovým metódam, astronómovia už objavili vyše 400 cudzích planét. Väčšina týchto planét je od nás však tak vzdialená, že ich nevieme na fotografii odlíšiť od ich materskej hviezdy.

Uvedte a popíšte aspoň 3 metódy objavovania planét obiehajúcich okolo vzdialených hviezd. Kedy a akou metódou bola objavená prvá extrasolárna planéta? Okolo ktorej hviezdy obieha?

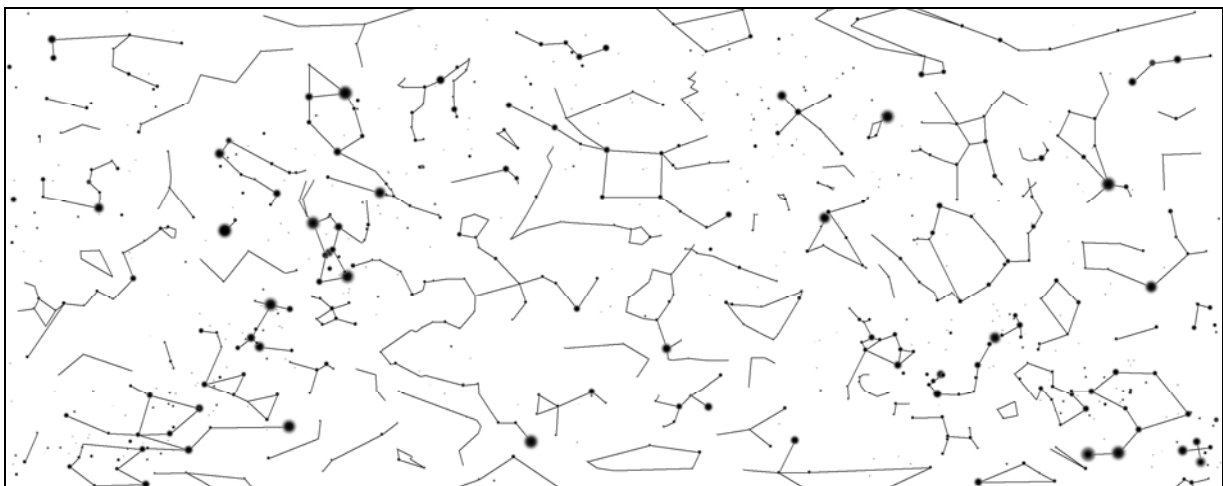
(6 bodov)

2. úloha: Slnko medzi hviezdami

Pohyb Zeme okolo Slnka spôsobuje, že Slnko sa zdanlivo pohybuje medzi hviezdami. Za jeden deň sa Slnko posunie o približne 1° . Táto hodnota sa počas roka mení, ako sa mení rýchlosť Zeme na obežnej dráhe okolo Slnka. Od zdanlivého pohybu Slnka sa tiež odvodzuje pravý slnečný čas, ktorého upravená hodnota - stredný slnečný čas je základom merania času v bežnom živote.

V priloženej mape označte číslami súhvezdia, ktorými Slnko prechádza počas roka. Číslujte ich v poradí, v akom nimi Slnko prechádza. Číslo 1 nech zodpovedá súhvezdiu, v ktorom sa Slnko nachádza v deň jarnej rovnodennosti. K jednotlivým číslam v mape priradte názvy súhvezdí. Pokúste sa do mapy načrtnúť približnú ročnú dráhu Slnka. Ako sa táto krivka nazýva?

(10 bodov)



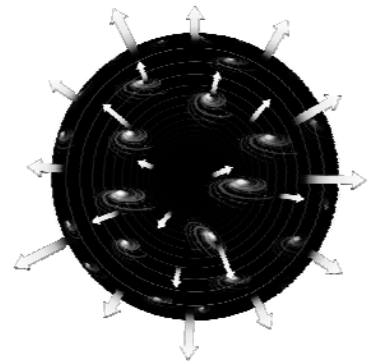
3. úloha: Vzďalenosť galaxie M100

Osud celého vesmíru je úzko spojený s tým, ako sa v budúcnosti bude vyvíjať rýchlosť jeho rozpínania. Ak by sa expanzia dostatočne spomalila, vesmír by sa mohol začať jedného dňa zmenšovať. Súčasné pozorovania však naznačujú, že sa bude pravdepodobne rozpínať navždy. Rozpínanie vesmíru spôsobuje, že galaxie sa od pozorovateľa (napr. na Zemi) vzdďalujú tým rýchlejšie, čím je ich vzdďalenosť väčšia. Vzťah medzi vzdďalenosťou objektu D [Mpc] a rýchlosťou jeho vzdďalovania v [km/s] popisuje tzv. Hubblov zákon (formulovaný Edwinom Hubblem v roku 1929). Hubblov zákon má tvar

$$v = H_0 \cdot D$$

kde H_0 je Hubbleova konštanta. H_0 je základnou vlastnosťou vesmíru, ktorá určuje ako rýchlo sa vesmír rozpína. Prevrátená hodnota Hubbleovej konštanty určuje približný vek vesmíru $t = 1/H_0$.

Na určenie Hubbleovej konštanty potrebujeme poznať rýchlosť vzdďalovania sa galaxií a ich vzdďalosti. Rýchlosť sa dá určiť na základe červeného posunu svetla prichádzajúceho z galaxie, ktorý je spôsobený Dopplerovým javom. Ak sa objekt vzdďaluje od pozorovateľa, vlnová dĺžka zaznamenaného svetla bude posunutá smerom k väčším hodnotám, teda k červenej oblasti spektra, než by to bolo v prípade objektu, ktorý sa voči pozorovateľovi nepohybuje.

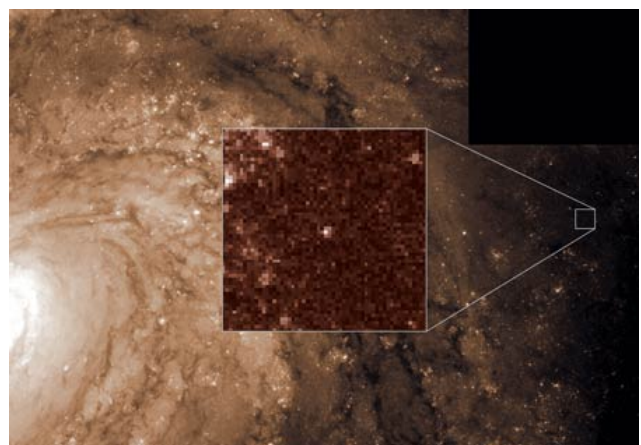


Meranie vzdďalostí k astronomickým objektom je oveľa zložitejšia úloha a patrí k najväčším výzvam, ktorým astronómovia musia čeliť. Existuje mnoho rôznych spôsobov určenia vzdďalosti. Jednou z možností je využitie vlastností skupiny premenných hviezd známych ako cefeidy (pomenované podľa hviezdy δ -Cefeid). Sú to veľmi svietivé hviezdy, pričom ich svietivosť sa pravidelne mení v dôsledku pulzácií. V roku 1912, astronómka Henrietta Leavittová pozorovala 20 cefeid v Malom Magellanovom Mraku, pričom odhalila vzťah medzi ich jasnosťou a periódou pulzácií. Ukázala, že čím sú cefeidy jasnejšie, tým pomalšie pulzujú. Pozorovaním periódy zmien jasnosti cefeidy je teda možné určiť jej skutočnú jasnosť a pomocou zdanlivej jasnosti aj jej vzdďalenosť.

Odvtedy, ako Henrietta Leavittová urobila prvé merania, bol vzťah perióda – svietivosť pre cefeidy už viackrát spresnený. V súčasnosti sa používa vzťah

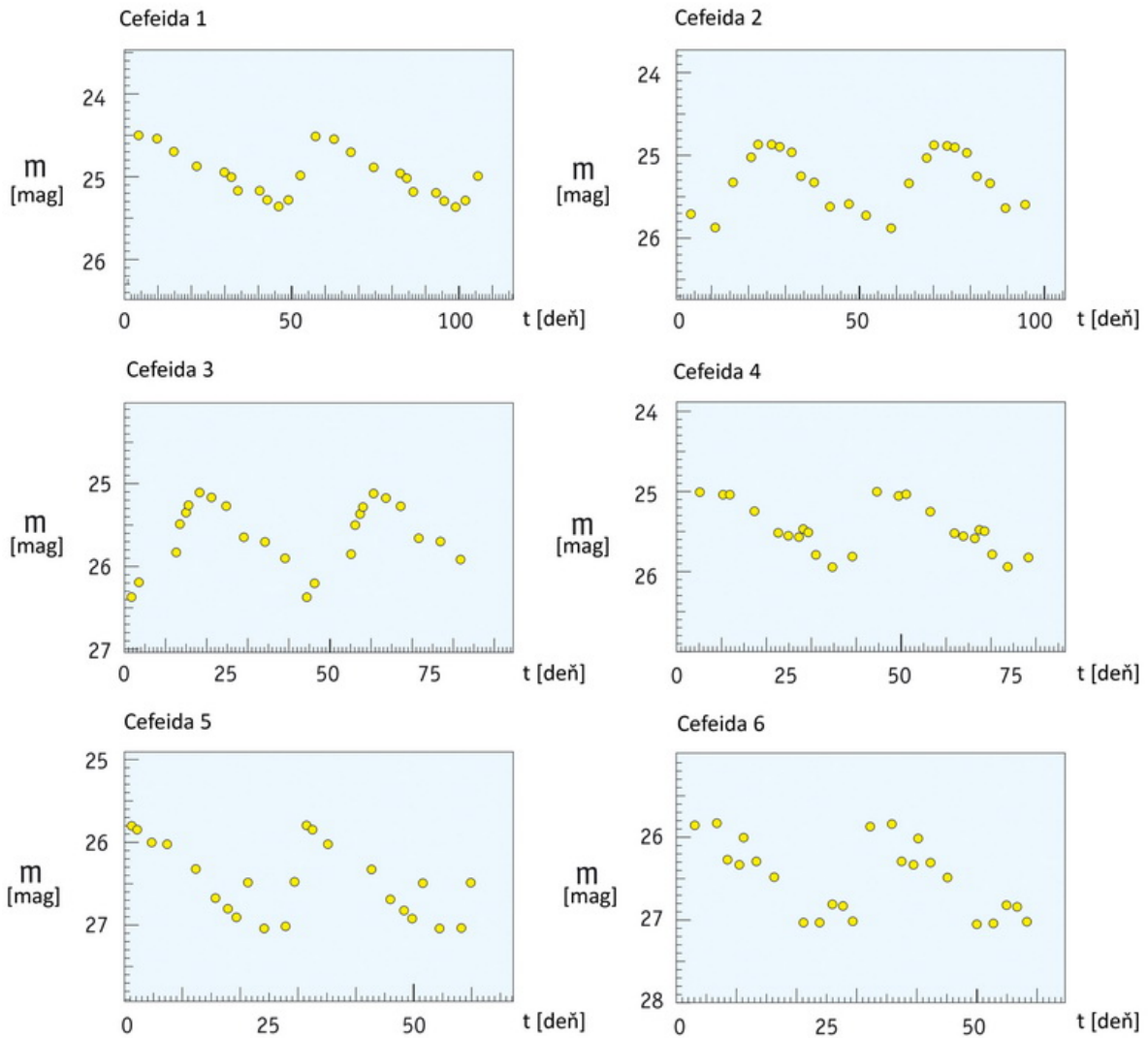
$$M = -2,78 \log(P) - 1,35$$

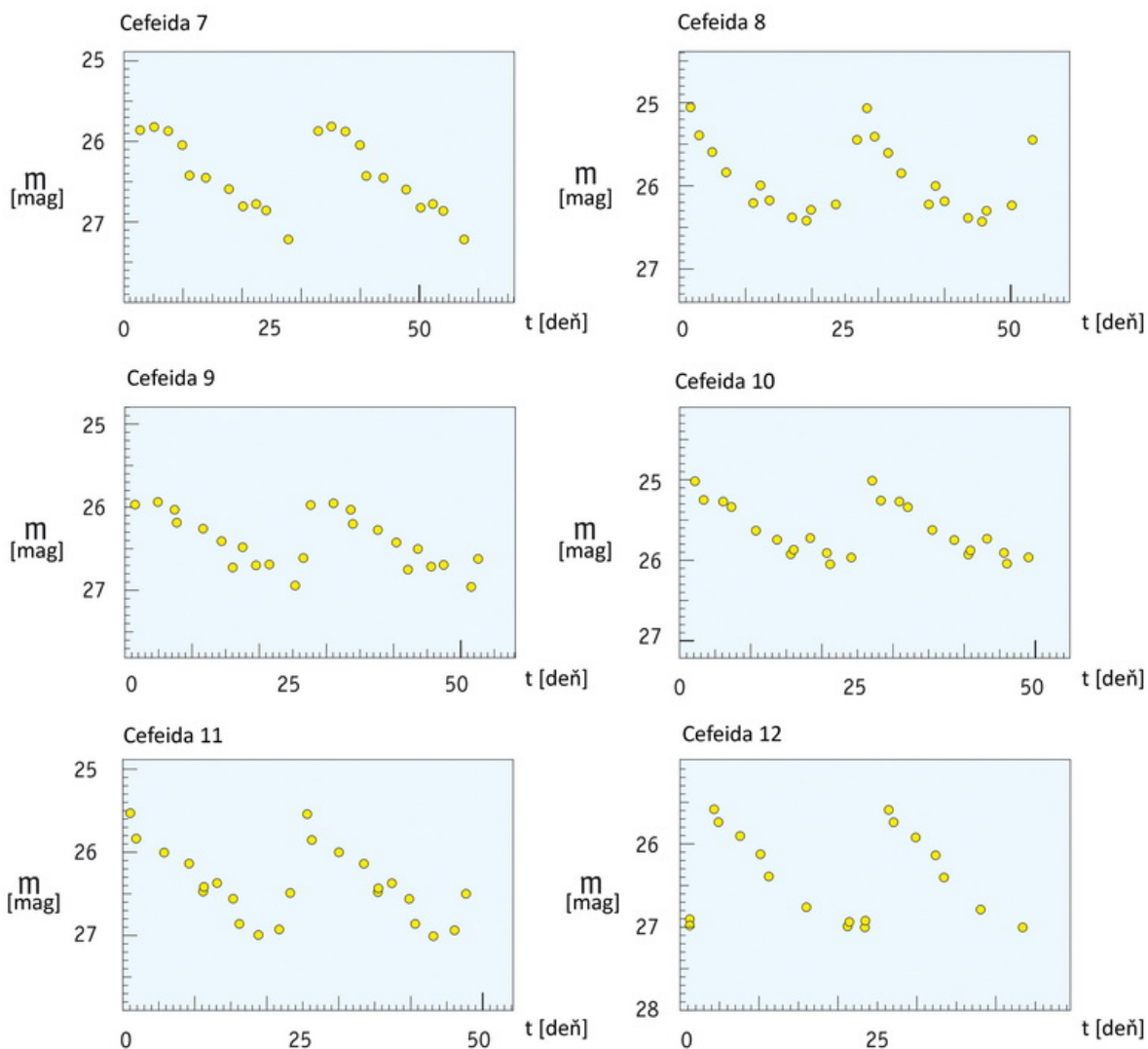
kde M [mag] je absolútna jasnosť hviezdy a P [deň] je perióda zmien jasnosti. Od ostatných premenných hviezd sa cefeidy dajú jednoducho rozlíšiť podľa ich charakteristických svetelných kriviek. Použitie tejto metódy však závisí od schopnosti našich prístrojov rozlíšiť vo vzdďalovaných galaxiách cefeidy. V súčasnosti sme schopní pomocou výkonných ďalekohľadov pozorovať cefeidy do vzdďalosti 20 Mpc.



Presnejšie určenie hodnoty Hubblovej konštanty a veku vesmíru boli jedným z kľúčových cieľov projektu Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu (HST). Mnoho galaxií nachádzajúcich sa v rôznych vzdialenostiach bolo pozorovaných s jediným cieľom – odhaliť v nich cefeidy. Jednou z týchto galaxií bola aj M 100.

M 100 je špirálová galaxia, jedna z 2 500 galaxií tvoriacich kopu galaxií v Panne. Zo Zeme ju pozorujeme kolmo k rovine jej disku. Je to jedna zo vzdialenejších galaxií, kde sa pre cefeidy podarilo urobiť presné merania. Svetelné krivky získané pomocou HST pre 12 cefeíd v galaxii M100 sú znázornené na obrázkoch.





Na základe svetelnej krivky cefeidy zistíte jej pulzačnú periódu P a využitím uvedeného vzťahu perióda – svietivosť vypočítajte jej absolútnu magnitúdu M . Pomocou svetelnej krivky tiež vypočítajte zdanlivú magnitúdu cefeidy ako strednú hodnotu jej jasnosti počas obdobia jednej pulzačnej periódy. Vypočítajte hodnotu vzdialenosti D [Mpc] cefeidy. Postup opakujte pre všetkých 12 cefeíd.

Napriek tomu, že cefeidy patria do jednej galaxie, ich takto určené vzdialenosti nie sú rovnaké. Mohol by byť príčinou rôznych vzdialeností fakt, že majú v galaxii rôzne polohy? Zistíte veľkosť našej Galaxie. Predpokladajte, že veľkosť M 100 je rádovo rovnaká a znovu si premyslite túto otázku.

Vypočítajte vzdialenosť galaxie M100 ako strednú hodnotu vzdialeností k jej 12 cefeidám.

Pomocou Hubblovho zákona a na základe známej rýchlosti vzdľavovania sa galaxie M100 $v = 1400$ km/s, vypočítajte Hubblovu konštantu. A na základe jej hodnoty vypočítajte vek vesmíru.

(20 bodov)



Tento projekt bol podporený Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. LPP-0091-09.