

Változócsillagok

UX Draconis 1976–1989

Az UX Draconis aránylag fényes és nagyon vörös félszabályos pulzáló változócsillag. Színképe alapján a szénecsillagok közé tartozik. Fényváltozásának ciklushossza erősen változik. Periódusértékeket eddig alig közöltek róla.

192576 UX Dra = HD 183556 = SAO 9404 Típus: SRa

$\alpha_{2000} = 19^h 21^m,6$ $\delta_{2000} = +76^\circ 33' 35''$ BD +76°734

$V = 6^m,10$ B-V = +2^m,85 (Sky Catalogue 2000.0)

Max = 5^m,94 Min = 7^m,1 vizuális (GCVS 1985)

radiális sebesség: $v_r = +6$ km/s, színkép: C7,3 (NO-N7,7)
vagy C5 II

periódus: P = 168^d

I. táblázat. Az UX Dra adatai

Ismeretes, hogy a szénecsillagok túlnyomó része fényváltozást mutat. Az R színképtípusúak mintegy fele, az N csillagoknak pedig majd' mindegyike a fotometriai változók közé tartozik. A fényváltozás jellege szerint több csoportba oszthatók: Mira típusú, félszabályos és lassan változó hideg, szabálytalan változók lehetnek.

Bár a Mira típusú szénecsillagok fényváltozásának okairól sokat tudunk, még számos megoldatlan probléma van. Ezek a változók pulzáló csillagok, melyeknek atmoszférájában szilárd porszemek találhatóak. A gyakori lökéshullámok hatására a szemcsék jó része a csillagot körülvevő cirkumsztelláris felhőbe kerül. Végeredményben a szénecsillagok fényváltozása egyrészt a méretük és hőmérsékletük időbeli ciklikus változásának, másrészt az atmoszférára és a csillag körüli porburok átlátszósága pillanatnyi mértékének következménye.

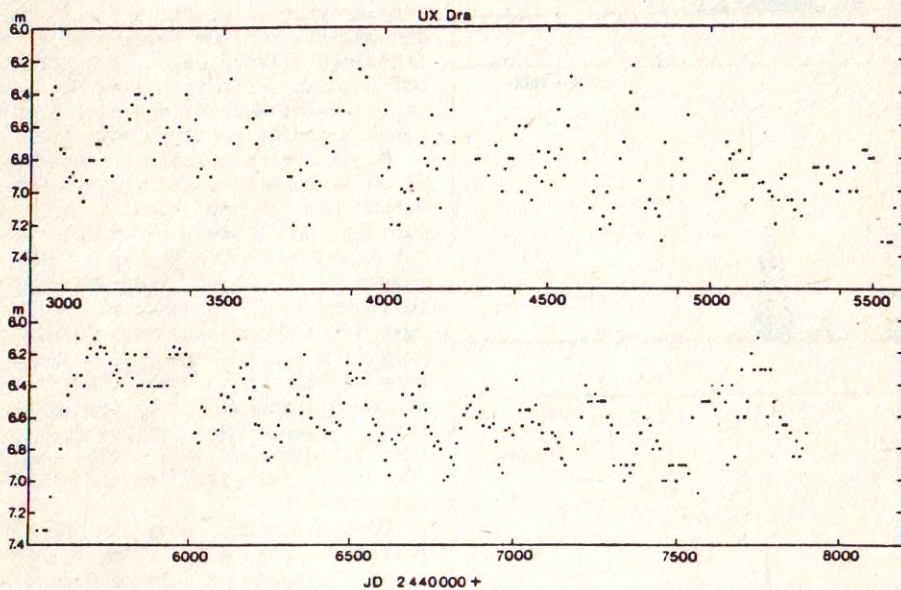
Vajon mi a különbség a Mira típusú és a félszabályos, illetve szabálytalan szénecsillagok légkörében uralkodó fizikai körülmények között? Talán az utóbbiak is radiális vagy másfajta pulzációt végeznek? Ezekre a kérdésekre nehéz választ adni még akkor is, ha jóminőségű és egyidejű fotometriai és spektroszkópiai mérések állnak rendelkezésre.

Ha sikerül kimutatni, hogy egy csillag fényessége és radiális sebessége együtt változik, akkor erre többféle magyarázat is kínálkozik: radiálisan pulzáló csillag, nem homogén felszínű foltos csillag forgása, vagy fedési kettős rendszer.

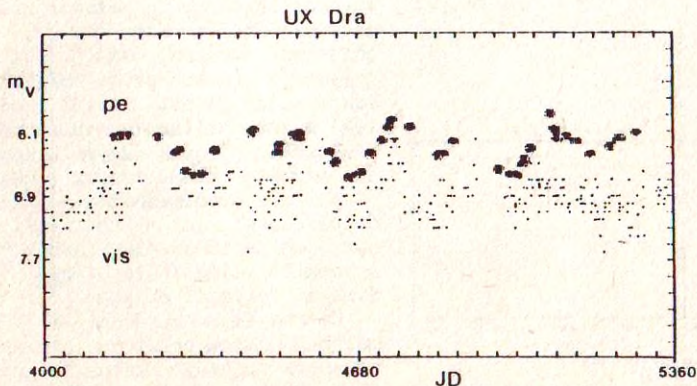
A csillagok kettősségének vizsgálata alapvető szerepet játszik a keletkezésük és fejlődésük szempontjából. A szoros kettősöknél gyakran különleges kémiai összetételű csillagatmoszférák figyelhetők meg. Érdekes,

hogy a széncsillagok között eddig alig találtak kettősöket, bár elméletileg sok ilyennek kell léteznie.

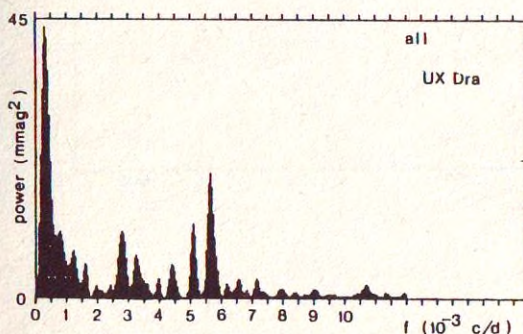
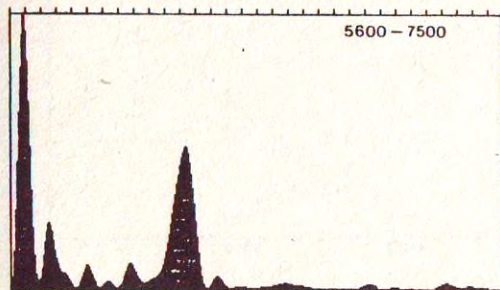
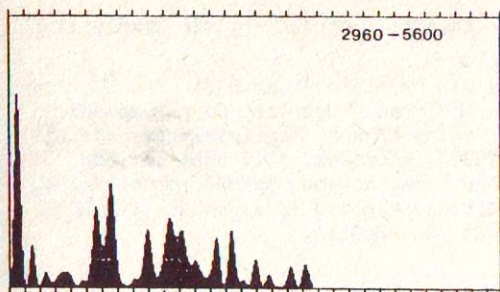
Ezek után lássuk, mit mondhatunk az UX Draconis esetében! Az UX Dra fényváltozását Birmingham fedezte fel 1872-ben. Cecilia Payne-Gaposchkin (1952, Harvard Annals, 118. No. 27.) fotografikus megfigyelések adatait közölte a JD= 2414500—2429500 (1900–1939) időszakra. 1511 adat alapján 71 maximum és 69 minimum időpontot határozott meg kisebb-nagyobb pontossággal. A fényváltozás ciklusára $P = 168^d + 27^d$ értéket kapott, és megemlíti egy 6000 körüli változást is. Sajnos a fénygörbét nem közölte.



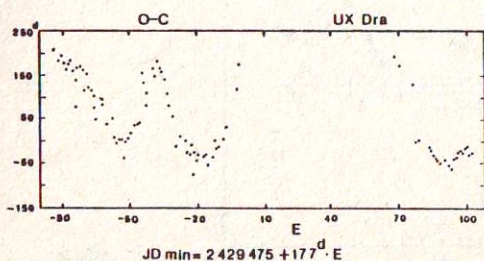
1. ábra.



2. ábra



3. ábra



4. ábra

Ezután hosszabb ideig alig foglalkoztak ezzel a csillaggal. 1979-től Vetešnik csehszlovák csillagász kezdte alaposabban vizsgálni (IBVS 2225., 1982; IBVS 2329., 1983; BAIC 35.No.2.65., 1984). Fotoelektromosan mérte B,V és R szűrőkkel a fényességet, valamint a szén molekulásávokban a színképet tanulmányozta. Korábbi következtetése az volt, hogy az UX Dra fedési változó, mert fényességmérési adatai szerint minden második minimum kevésbé mély. A fedésinek feltételezett fénygörbéből azonban irreális pályát és tömegértékeket kapott, így el kellett vetni a fedési kettős hipotézisét.

Mindenesetre a radiális sebesség és az abszorpció a szén molekulásávokban nem 168 nap körüli, hanem a duplája, 336 napos periódussal változik. Ha az UX Dra tömege $M = 10M_{\odot}$, sugara $R = 200 R_{\odot}$ és tengelyforgási periódusa $P = 336$, akkor a csillag egyenlítői forgássebessége $30/\sin i$ km/s (i a forgástengely és a látóirány által bezárt szög). Ez a sebesség elfogadható az UX Dra esetében, ugyanis a kritikus érték (Csill. évkönyv 1987, 155. old.) 100 km/s, így $i > 18^{\circ}$ -ra következtethetünk.

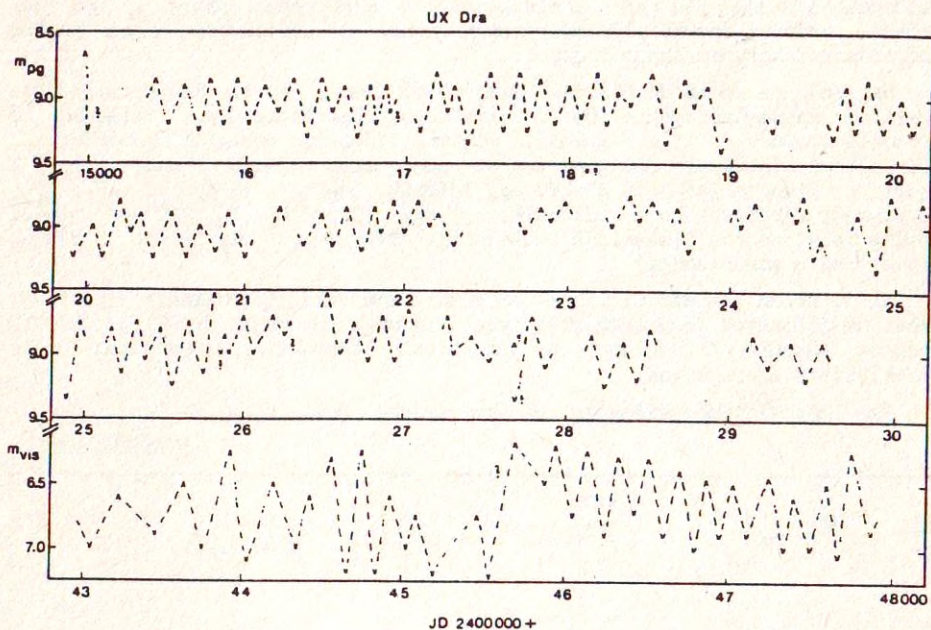
Ha feltesszük, hogy az UX Dra pulzál, akkor a radiális sebességgörbe alapján a sugárnövekedés mintegy $2 \cdot 10^7$ km. $R = 200 R_{\odot}$ mellett eszerint a relatív sugárváltozás 15%. Ez ötször nagyobb, mint amit Sanford (1944) talált a Mira típusú szénscillagokra, de kétszer kisebb, mint magánál a Mira Cetinél. Megjegyzendő azonban, hogy a színképi jellemzők (abszorpciós molekulásávok alapján kapott radiális sebesség) a szénscillagok relatív méretváltozásának csak nagyon bizonytalan meghatározását teszik lehetővé.

Nehezen értelmezhetők a pulzáció feltevésével az alább említendő hirtelen periódusváltozások. E jelenséget valószínűleg valami más fizikai folyamat okozza.

Cadmus és munkatársai a közelmúltban fotometriai vizsgálatokat végeztek néhány szénscillagra (U Cam, RY Dra, UX Dra, TF Cyg, RS

Cyg). Azt találták, hogy ezeknél a csillagoknál a V és a B-V görbék menete igen hasonló (pl. ha a fényesség nő, akkor a B-V szín is növekszik), ami nem minden félszabályos változónál van így. Elméleti modellek alapján arra következtettek, hogy ezek a csillagok az első felharmonikusban pulzálnak. Kromoszférajukat a pulzáció által keltett lökéshullámok felmelegítik mintegy 10000 K hőmérsékletre. Ugyanakkor hideg, poros, a sugárzás által mozgatott csillagszél is megfigyelhető.

A PVH és az AKV által összegyűjtött és 1989-es AFOEV adatokkal kiegészített észlelések alapján az UX Dra inkább SRB típusú, mint SRa. A JD=2442960-2447800 (1976-1989) időszakban 1458 egyedi fényességbecslés történt, a 10 napos átlagok száma N= 388. Az adatsor hossza T= 4840^d. Max=6,^m1, Min=7,^m4 és az átlag 6,^m7 (vizuális).



5. ábra

A fénygörbe az 1. ábrán látható. Mindenekelőtt meg kell jegyezni, hogy az egyéni magnitúdóbecslések igen eltértek. Sokszor ugyanazon az éjszakán két megfigyelő által kapott érték között 1,0, sőt 1,2 (!) magnitúdó eltérés is előfordul. Ennél a csillagnál is különösen fontos, hogy ugyanazon összehasonlítókat használja mindenki. Kérdéses, hogy ez itt így volt-e. Kétségteljes, hogy egyesek szisztematikusan fényesebbnek, mások halványabbnak látják az átlagnál. Ha kevés az észlelő, mint esetünkben, akkor a megfigyelő személye fokozottan befolyásolja az eredményt, hiszen az előbbieket szerint "elhúzza" a fénygörbét valamelyik irányba. Valószínűleg ez történt JD 2445550-nél is. Ne csodálkozzunk tehát, hogy az adatsor nagyon zajos.

Ugyanakkor maga a csillag sem mutat szabályos fényváltozást. Egy ilyen vörös-infravörös szénscillagnál nem lehet előrejelezni a maximumokat, a periódus gyorsan változhat.

Ha van rá lehetőség, mindig nagyon hasznos összehasonlítani a vizuális megfigyeléseket a sokkal pontosabb fotoelektromos fotometriai adatokkal. Mint már említettük, Vetešnik mérte a csillagot R szűrővel. A 2. ábrán az ő adatsorát nagy körökkel, az egyedi vizuális megfigyeléseket pontokkal jelöltük. A két görbe menete néhány helyen jól egyezik, de vannak jelentős eltérések is.

A 3. ábrán látható a Fourier-analízis eredménye, a frekvencia (ciklus/nap) függvényében az amplitúdó négyzete (power). Mivel a fénygörbe JD 2445600 előtt és után jelentősen eltérő jellegű, külön-külön, majd egyben vizsgáltuk az adatsort. A kis frekvenciánál (nagy periódusnál) lévő csúcs az átlagfényesség lassú változásának eredménye. Látszik, hogy az első időszakban a 300–350 napos ciklushossz, a másodikban pedig a 170 nap körüli periódus dominál. Természetesen ennél a csillagnál napra pontos periódusértéket nem lehet megadni.

Nagyon érdekes az UX Dra O-C diagramja, amely a 4. ábrán szerepel. Cecilia Payne-Gaposchkin 69 fotografikus, Dzervitis 2, Vetešnik 6 fotoelektromos és 15 PVH vizuális minimum időpontja szolgált adatbázisul. Bár a régi adatoknál némi gond van az epocha-szám megállapításánál, az O-C görbe ciklikusan parabola alakú. Úgy látszik, hogy a periódus mintegy 7000 naponként ugrásszerűen megváltozik, egy-egy ilyen hosszú cikluson belül pedig folytonosan, lineárisan növekszik. Magyarázat még nincs; tessék, lehet rajta gondolkodni!

Az 5. ábrán látható C. Payne-Gaposchkin már említett adatsora a minimum, maximum időpontok fényességértékeivel, valamint a most feldolgozott PVH adatok hasonló ábrázolása. A szaggatott összekötő vonalaknak csak szemléltető szerepe van.

Izgalmas változócsillag az UX Dra, érdemes észlelni a jövőben is.

SZATMÁRY KÁROLY

