

ТРЕТИ ГОДИШЕН СЕМИНАР НА ПРИРОДНИТЕ НАУКИ “По стъпките на Хелиос”

Магнитна акреция и Доплерова томография



ГЕОРГИ ЛАТЕВ

26. 12. 2012 г.

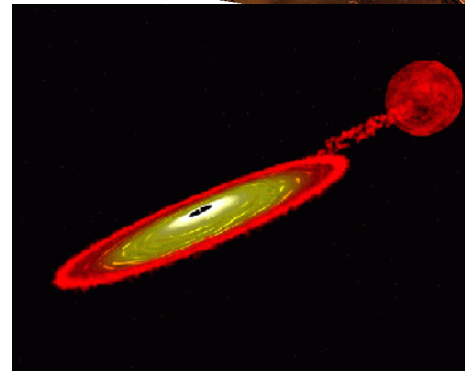
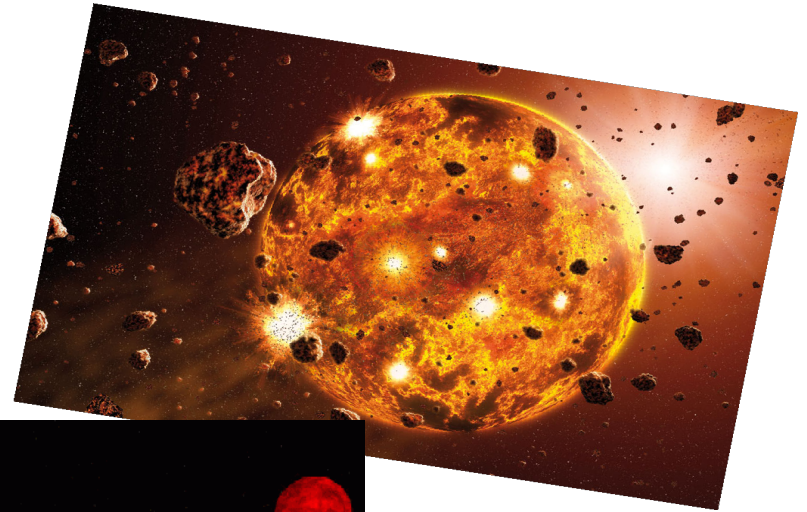
Младежки център – гр.
Хасково



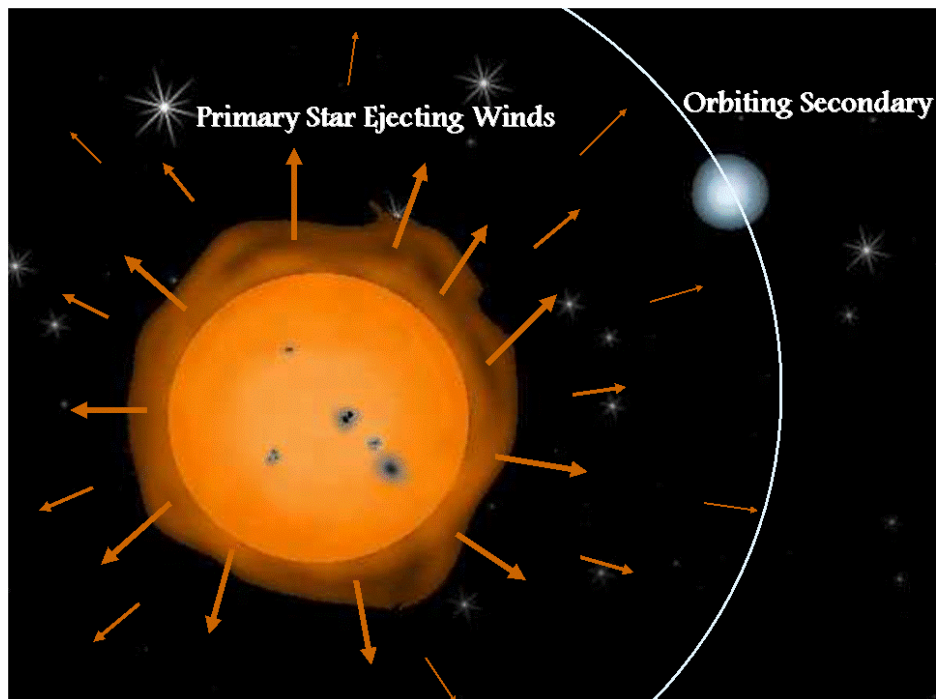
Акреция: Что это такое?

Етимология: от латинското *accretio* = “*ad*” (добавяне) + “*crēscō*” (нараствам).

Думата е употребена за първи път през 1610 г.



Акреция от звезден вятър



Нарича се още сферично-симетрична
Бонди – Хойл – Лейтън акреция

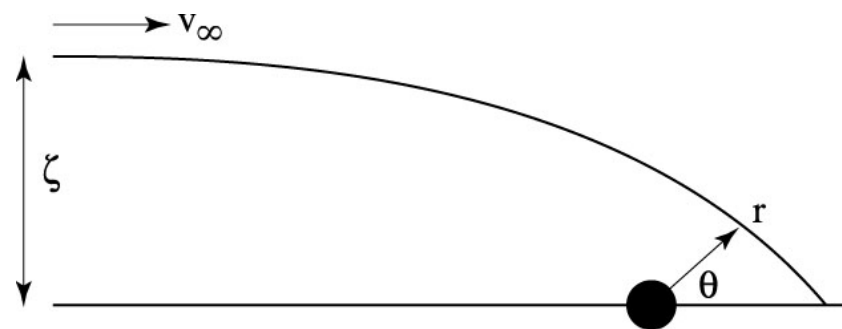


Схема на BHL акрецията

Темп на акреция по
Бонди-Хойл-Лейтън

$$\dot{M}_{\text{acc}} \approx \frac{2\pi(GM)^2 n m_{\text{H}}}{v^3} \approx 1.8 \times 10^{-16} \left(\frac{M}{M_\odot} \right)^2 \times \left(\frac{n}{1 \text{ cm}^{-3}} \right) \left(\frac{25 \text{ km s}^{-1}}{v} \right)^3 M_\odot \text{ yr}^{-1}, \quad (14)$$

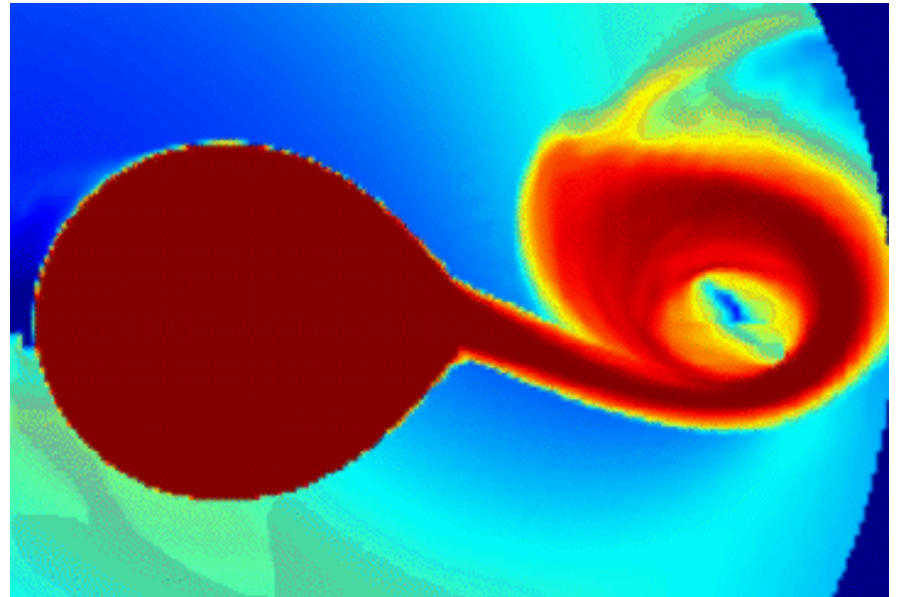
Дискова акреция



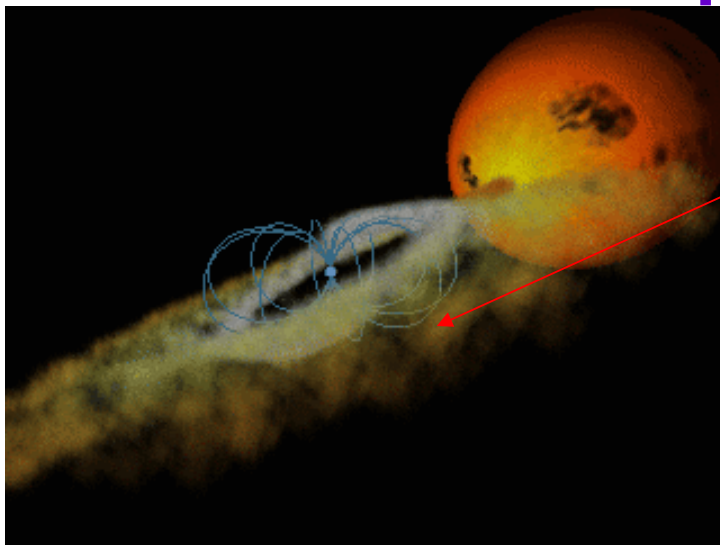
Темп на акреция
Темп на загуба на маса
Темп на пренос на маса

$$\dot{M}_g = 3\pi\alpha c_s h \Sigma_g$$

Шакура-Суняев “алфа диск”



Дискова и магнитна акреция

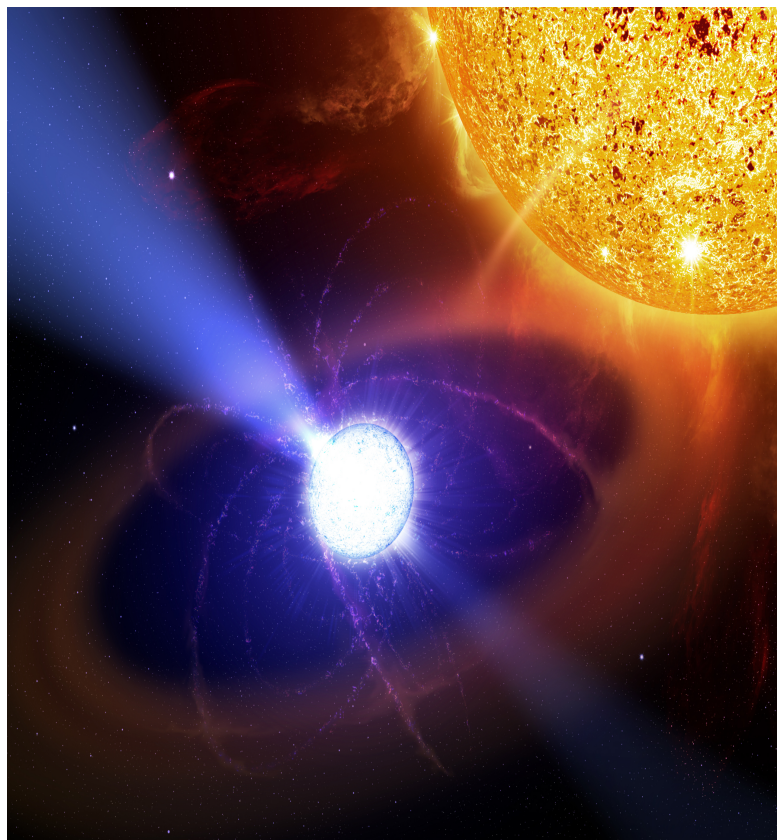


При магнитно поле

$10^5 - 10^8$ Gs: магнито-дисква акреция

над 10^8 Gs: магнитна акреция

Променливата AE Aqr



AE Aqr: художествена интерпретация
автор: Casey Reed / NASA

Визитка

Име: AE Aqr, AN 342.1931, AAVSO 2035-01

RA J2000.0: 20:40:09.16

DEC J2000.0: -00:52:15.06

Съзвездие: Орион (Wikipedia)

Вид: Физически променливи

Клас: Катаклизмични

Тип: Магнитни новоподобни

Подтип: DQ Her (междинни полари)

$d = 86 - 100$ pc (280 ly, $A_v = ?$)

$i = 60 \pm 10^\circ$

WD: $M_1 \sim 0.63 M_\odot$, $R_1 \sim 0.01 R_\odot$, $Rot \sim 33$ sec

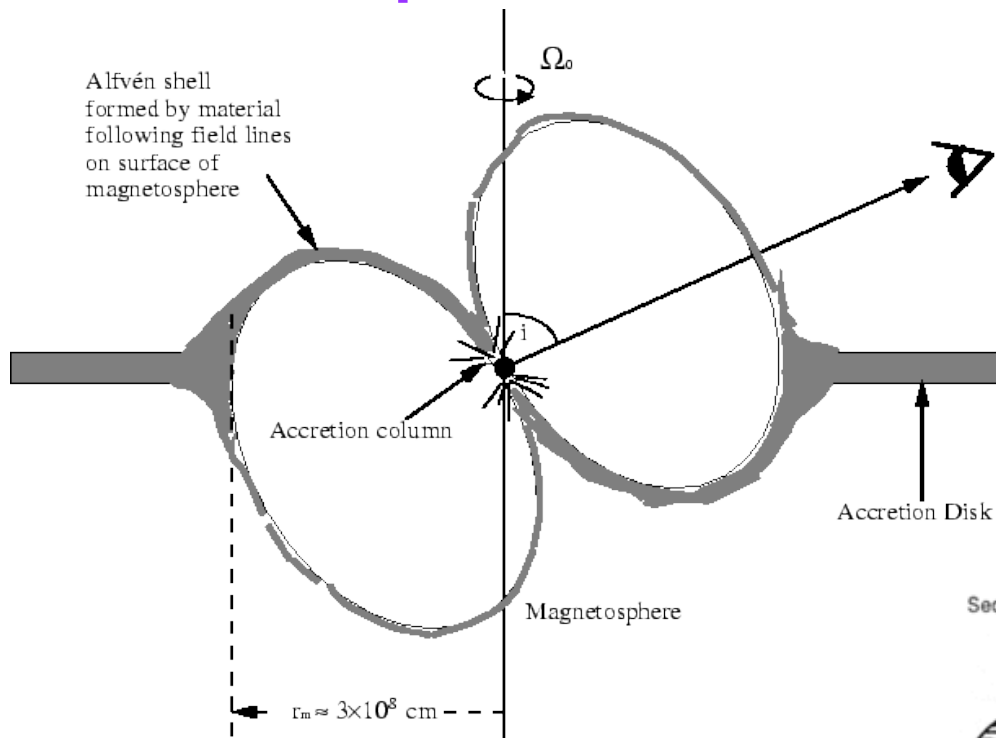
K4-5 V: $M_2 \sim 0.37 M_\odot$, $R_2 \sim 0.79 R_\odot$

$a = 2.34 R_\odot$

$V_{mag} = 11.6$

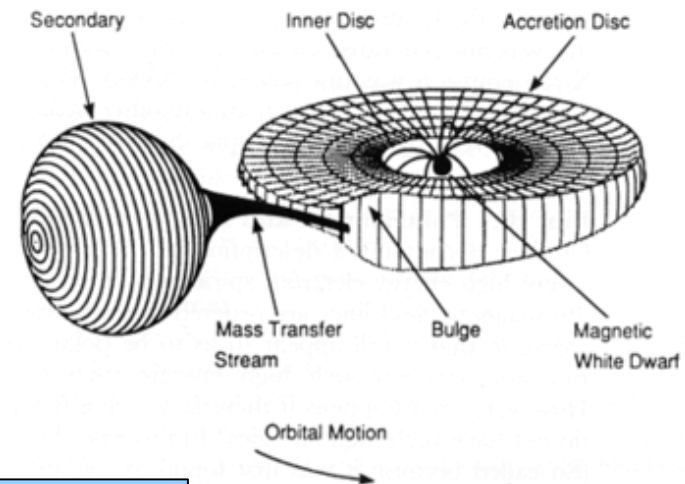
Optical, UV and X-Ray осцилации: обширни горещи петна по повърхността на бялото джудже (15° под и над екватора)

AE Aquarii: магнитен пропелер



Акреция върху бяло джудже с магнитно поле $10^5 - 10^8 \text{ Gs}$:

- Магнитосферен радиус
- Радиус на коротация
- Spin-up / Spin-down ефекти



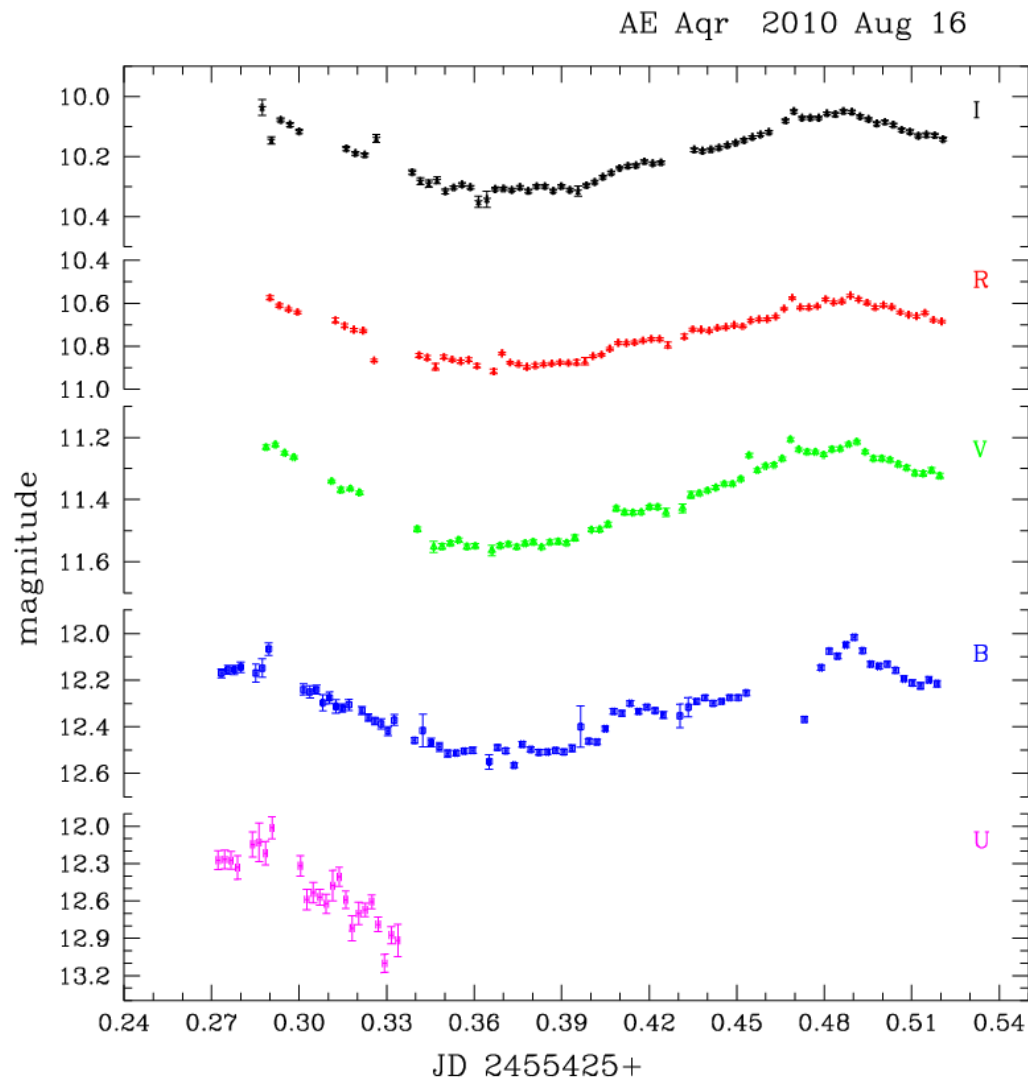
$$R_{co} < R_{mag}$$

“Огнените топки” във Водолея:

Наблюдения

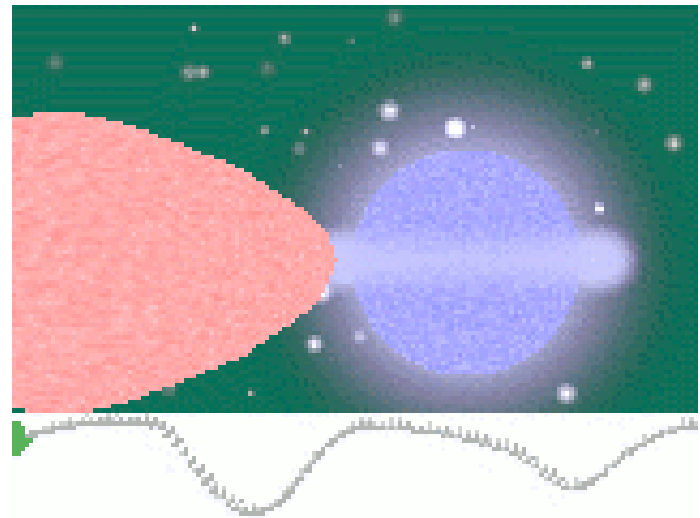
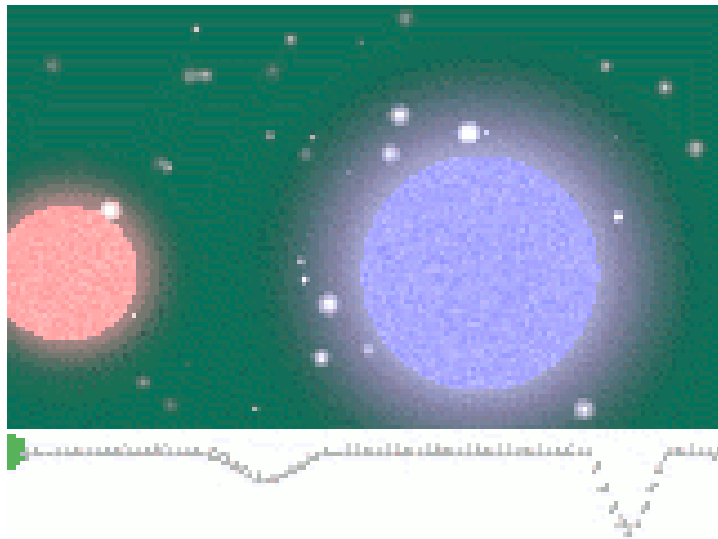
telescope	band	UT start-end	Exp-time [sec]	N _{pts}	average [mag]	min-max [mag]-[mag]	stdev [mag]	err [mag]
2010 Aug 12		JD2455421						
50/70 cm Schmidt	<i>B</i>	23:20 - 00:32	60,90,120	42	12.338	12.214 - 12.397	0.047	0.010
60 cm Belogr	<i>R</i>	23:00 - 00:37	40	81	10.717	10.607 - 10.754	0.027	0.007
2010 Aug 13		JD2455422						
2.0 m RCC	<i>U</i>	22:23 - 00:28	180	19	11.577	10.985 - 12.335	0.336	0.025
50/70 cm Schmidt	<i>B</i>	21:46 - 00:28	60	137	12.226	11.694 - 12.430	0.169	0.008
2.0 m RCC	<i>V</i>	22:23 - 00:28	10	463	11.377	10.990 - 11.486	0.107	0.007
60 cm Belogr	<i>R</i>	22:00 - 00:28	60,40	181	10.699	10.422 - 10.797	0.077	0.006
60 cm Rozhen	<i>I</i>	22:41 - 00:29	15	388	10.177	9.987 - 10.261	0.052	0.007
2010 Aug 14		JD2455423						
2.0 m RCC	<i>U</i>	18:57 - 23:43	120,180	67	12.073	10.824 - 12.942	0.527	0.022
50/70 cm Schmidt	<i>B</i>	18:44 - 23:44	60,120,180	245	12.186	11.672 - 12.450	0.144	0.011
2.0 m RCC	<i>V</i>	18:48 - 23:45	10	1106	11.346	11.056 - 11.831	0.080	0.007
60 cm Belogr	<i>R</i>	19:32 - 23:46	40,60	331	10.639	10.432 - 10.749	0.057	0.005
60 cm Rozhen	<i>I</i>	19:32 - 23:46	15	1132	10.143	9.976 - 10.284	0.060	0.009
2011 Aug 31		JD2455805						
2.0 m RCC	<i>U</i>		90,120	72	11.368	9.841 - 12.476	0.685	0.039
50/70 cm Schmidt	<i>B</i>		30	270	11.777	10.767 - 12.339	0.376	0.032
2.0 m RCC	<i>V</i>	20:58 - 23:18	5	1090	11.079	10.355 - 11.738	0.228	0.012
60 cm Rozhen	<i>R</i>	20:45 - 23:44	10	328	10.421	9.876 - 10.730	0.175	0.015
60 cm Rozhen	<i>I</i>	20:45 - 23:44	10	327	9.950	9.546 - 10.195	0.129	0.015

AE Aqr: 5-цветна фотометрия

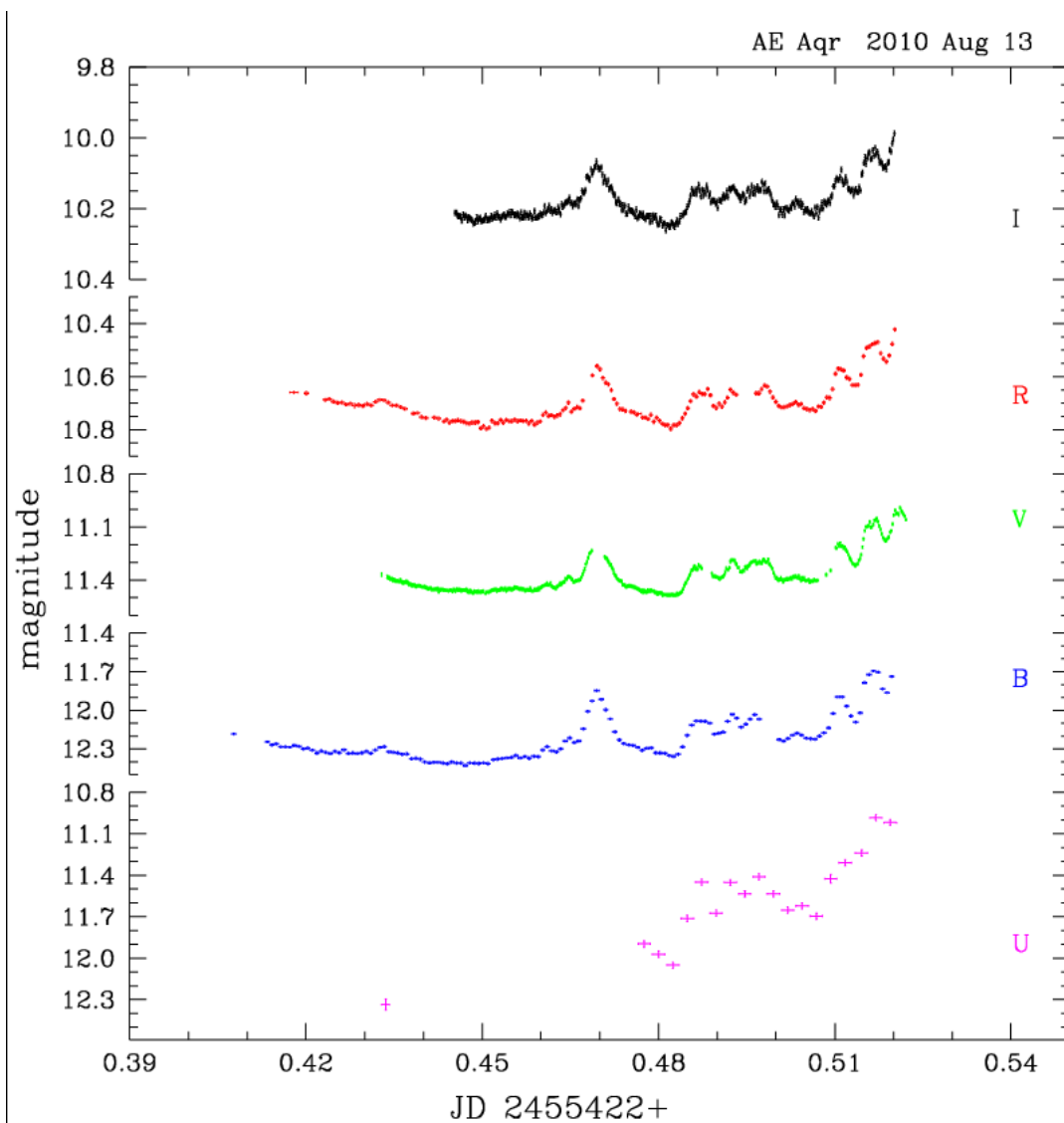


Астрофизическа интермедиа:

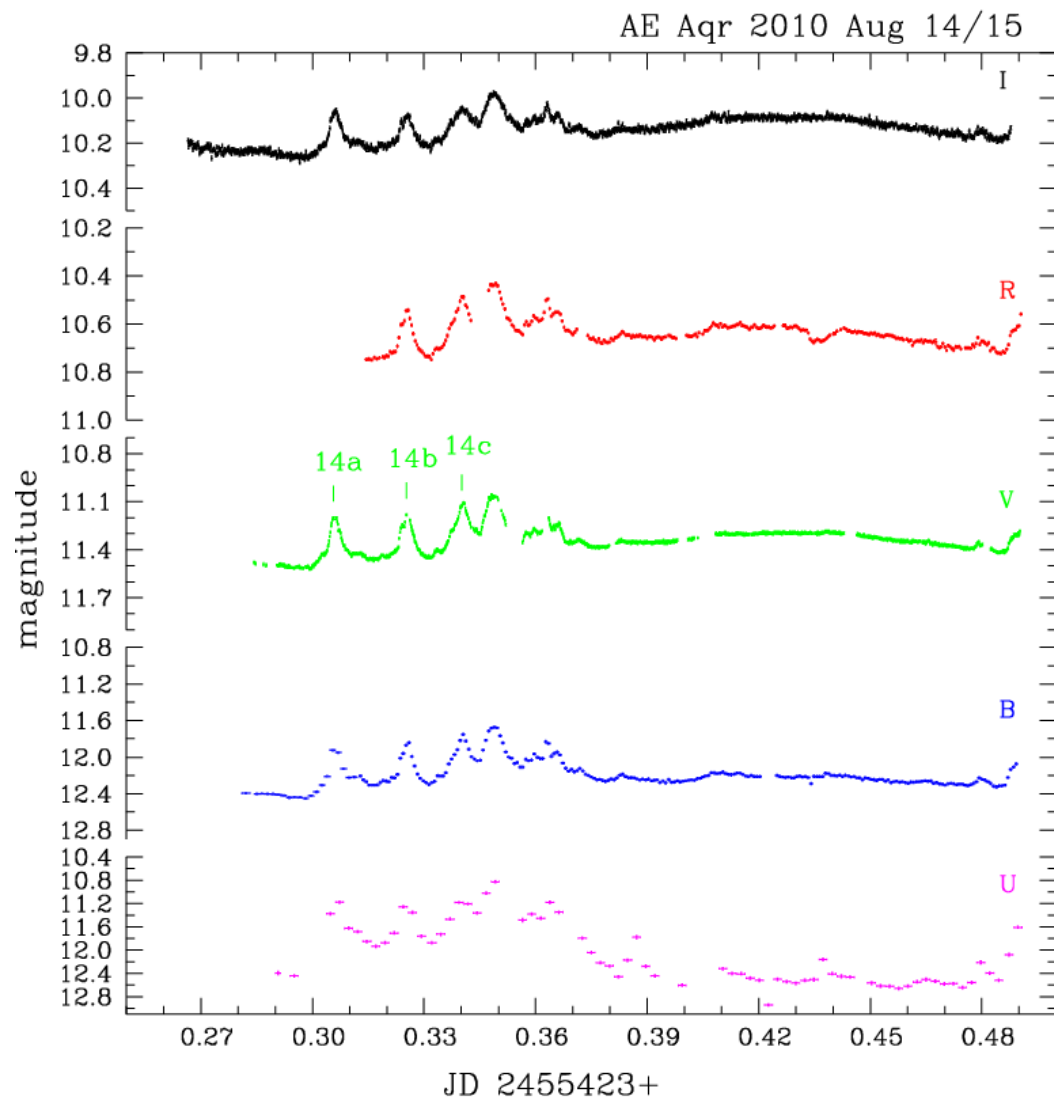
Орбитални модуляции



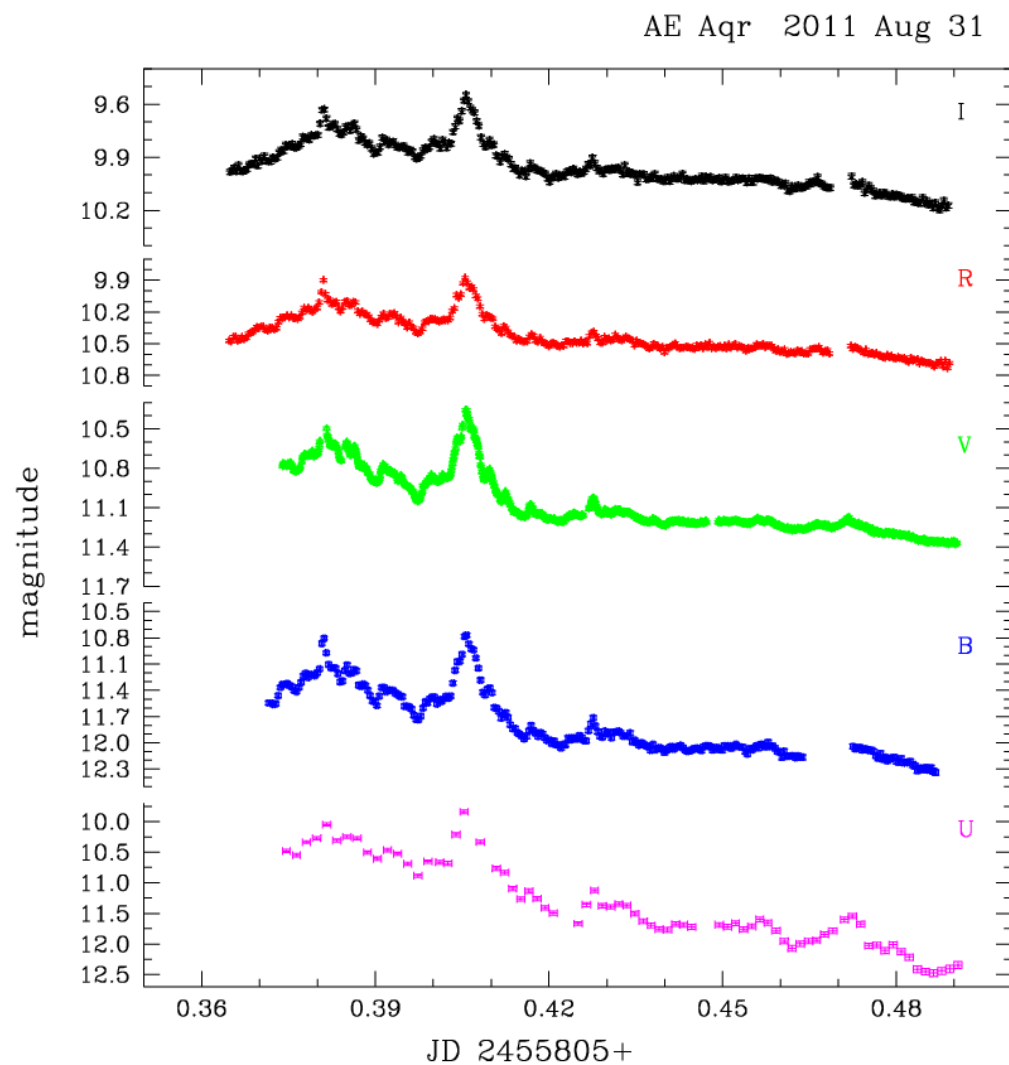
AE Aqr: 5-цветна фотометрия



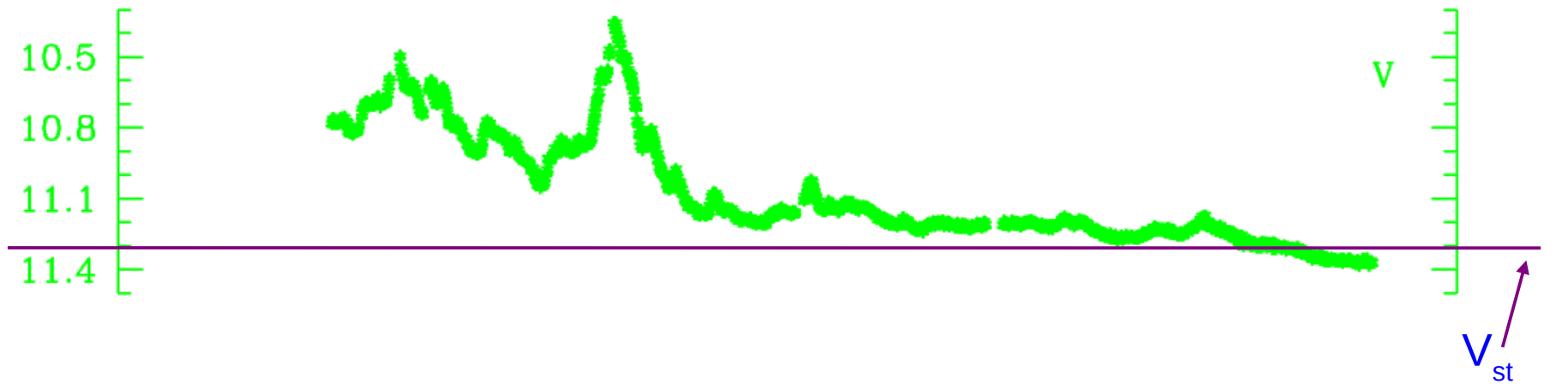
AE Aqr: 5-цветна фотометрия



AE Aqr: 5-цветна фотометрия



Анализ на фотометричното поведение 1



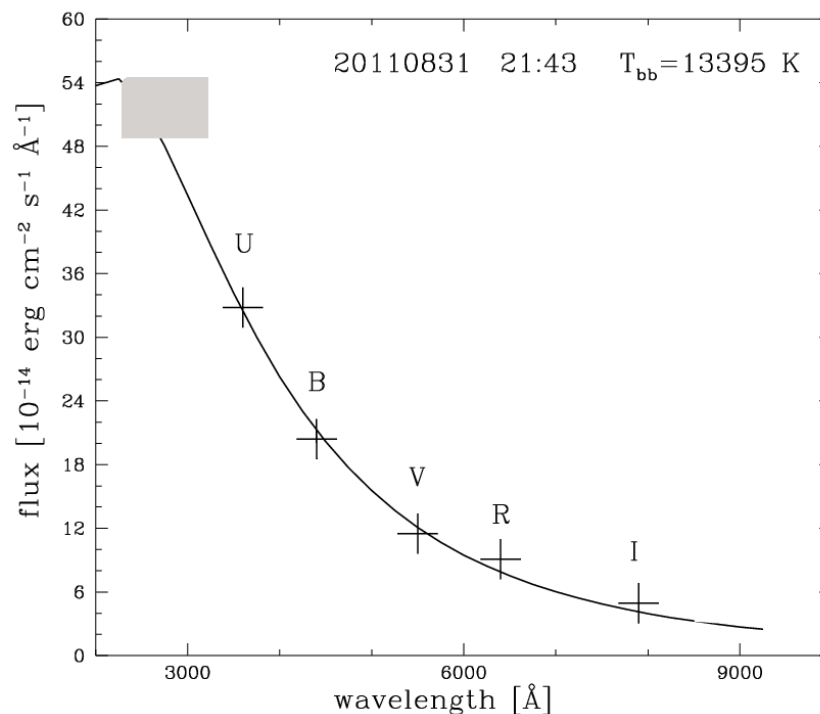
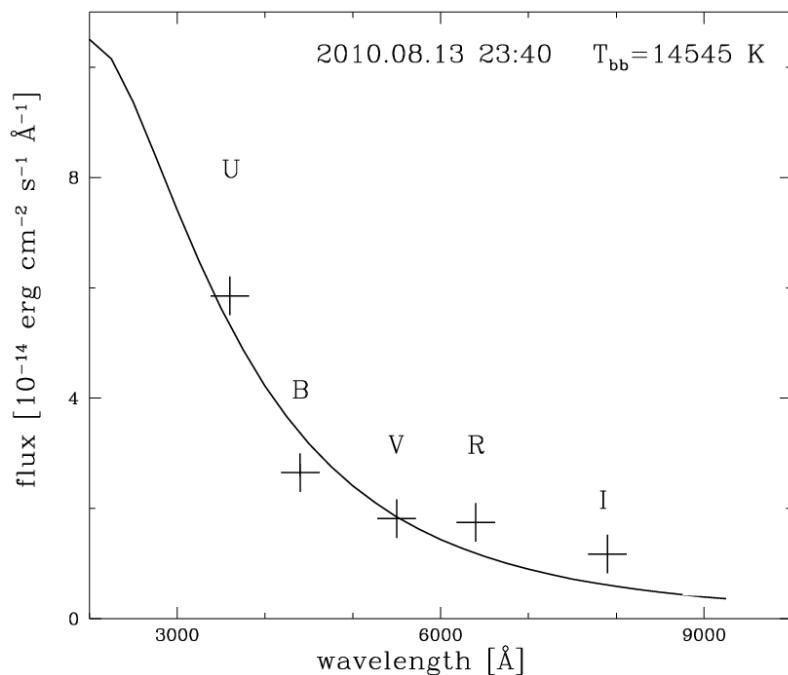
- Звездните величини се коригират за междузвездно поглъщане
- Трансформират се в поток по калибровката на Bessell, 1979
- Определя се bias нивото: $\text{mag}_{\text{st}} \rightarrow F_{\text{st}}$
- Потокът генериран от газовия мехур (топка, кондензат) се определя по формулата:

$$F_{\text{v,fireball}} = F_{\text{v,tot}} - F_{\text{v,st}}$$

Анализ на фотометричното поведение 2

За всеки по-значим пик се определят: $F_{U,MAX}$, $F_{B,MAX}$, $F_{V,MAX}$, $F_{R,MAX}$ & $F_{I,MAX}$

Построява се зависимостта F vs. λ и се фитира с **black body fit**

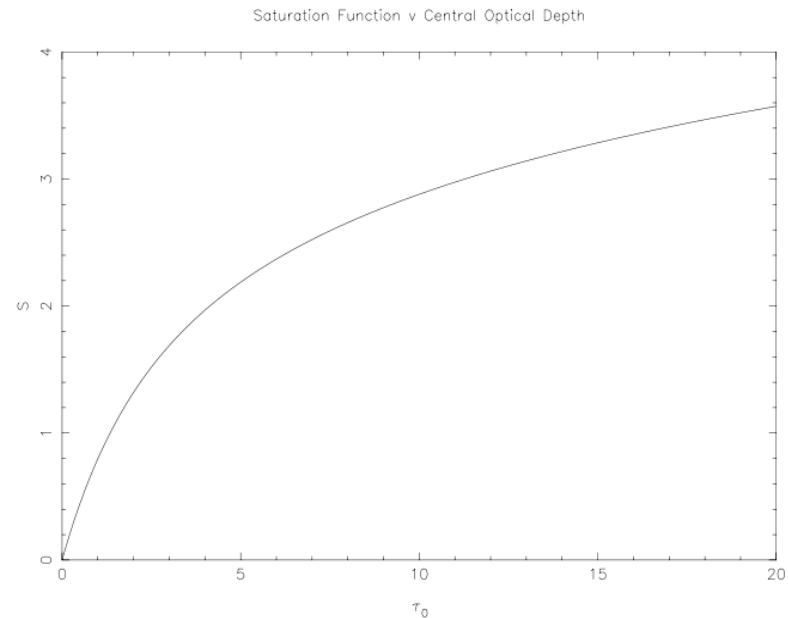


Определяне на размера и масата

$$f = \frac{\pi a^2 B}{2d^2} [E_1(\tau_0) + \gamma + \ln(\tau_0)],$$

$$f = \Omega BS(\tau_0),$$

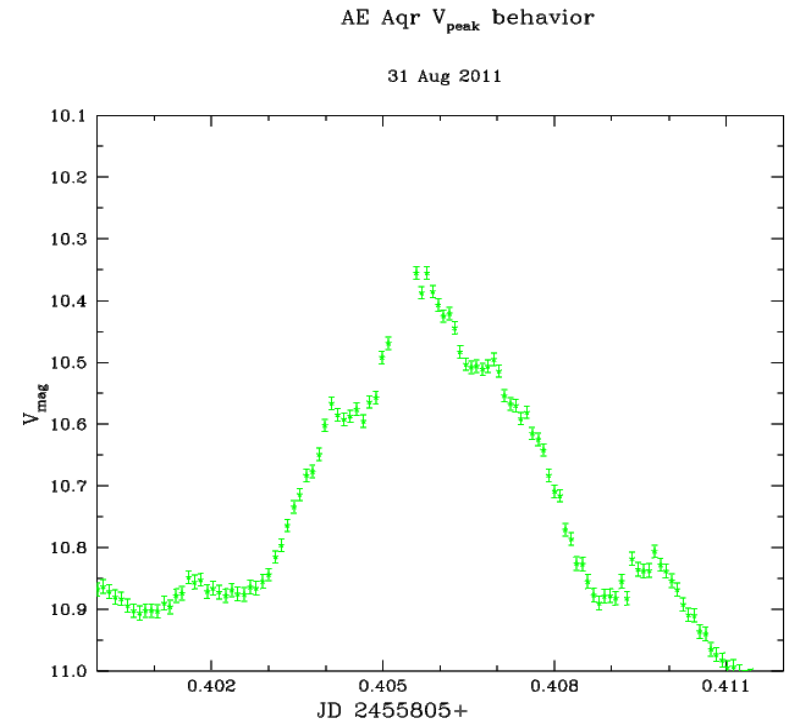
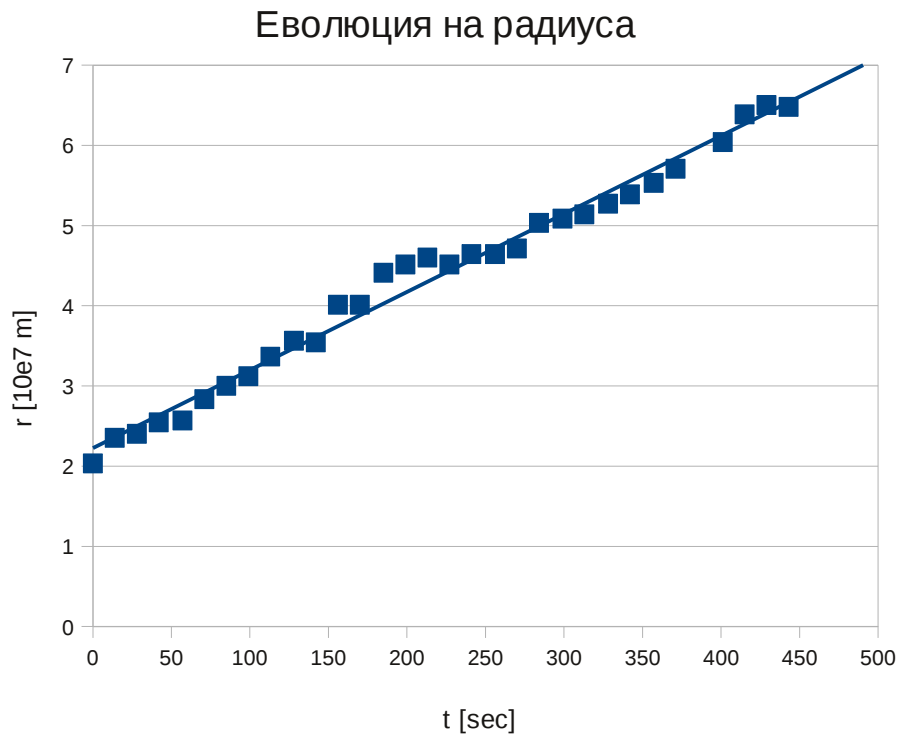
$$\beta_c \equiv \left(\frac{\kappa_1 \epsilon}{T_0^{1/2} \nu^3} \frac{M^2}{\sqrt{2\pi^5} a_0^5} \right)^{[2/(10-\Gamma)]}.$$



Еволюция на бабъла

Теоретично: $V(r) = H.r$ – Хъбълново разширение

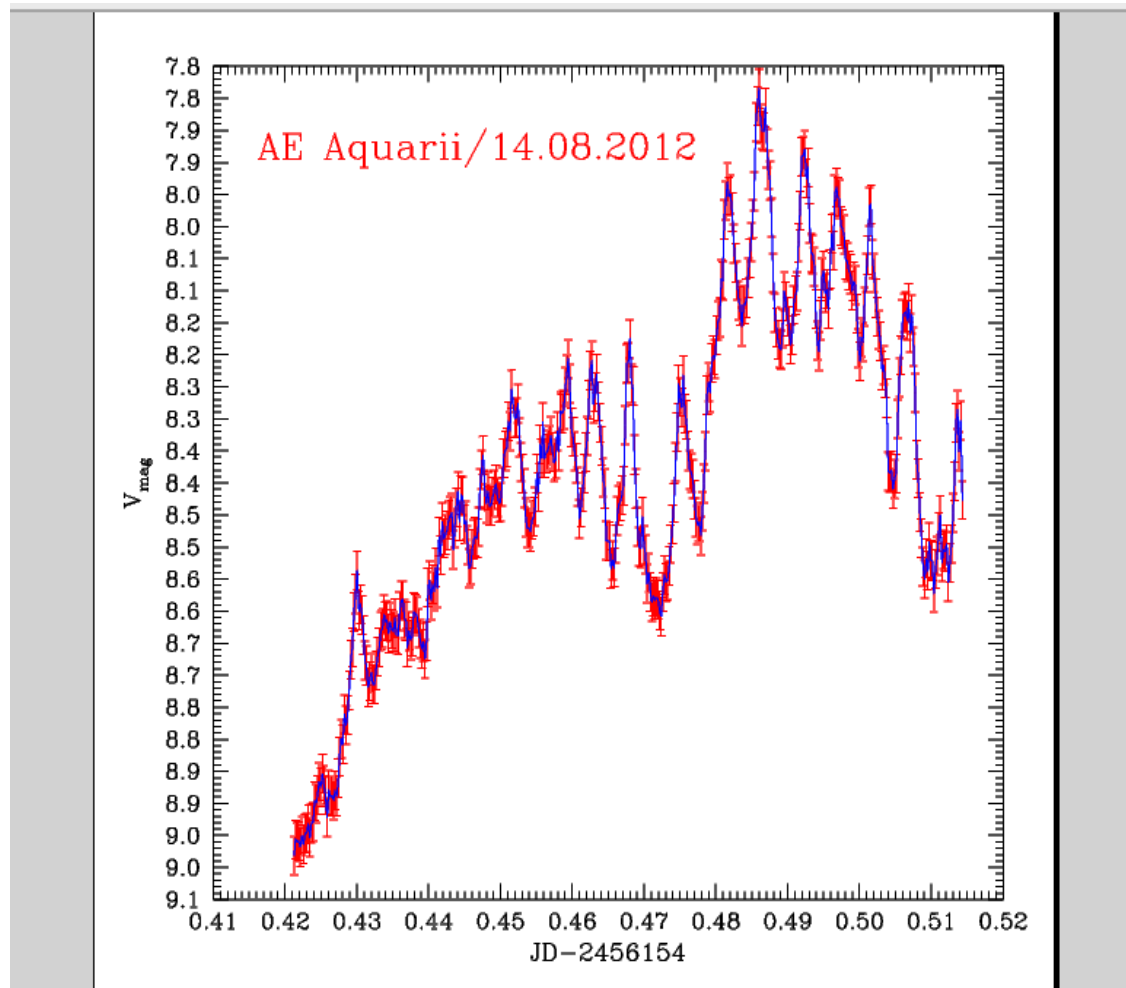
Еволюция на радиуса: $r = r_0 + r_0 H t$



Результати

quantity	0813 23:40	0814 19:20	0814 19:48	0814 20:10	0831 21:43
rise time [sec]	240	151	290	443	258
extended rt [sec]	226	216	346	485	264
$(U - B)_0$	-1.36	-1.43	-0.93	-0.80	-1.02
$(B - V)_0$	0.24	0.23	0.17	0.19	0.03
$(V - R)_0$	0.47		0.30	0.33	0.26
$(R - I)_0$	0.23		0.11±?	0.12	0.00
T [K]	14 500	27 300	10 900	9 500	13 400
a_{pk} [10^7 m]	4.2 - 12	6.4 - 12	18 - 21	25 - 27	26 - 30
M [10^{16} kg] (Pop.II)	6.2 - 13	3.9 - 9.5	24 - 56	45 - 114	63 - 148
M [10^{16} kg] (Pure H)	6.1-12.6	3.8-9.4	23-54	43-112	62-145
M [10^{16} kg] (Solar)	3-4.3	1.3-3.2	8-18	14-38	21-49
velocity [km/s]	213	327	690	693	1333
1/H [s^{-1}]	375±20	275±20	275±20	375±25	210±20
R_{st} 10^6 [m] (initial)	3.3	4.1	17.4	22.2	4.2/7.4
ρ_1 [$10^{-7} kg/m^3$] pop II	5-12	5-16	2.2-5.3	1.8-5.7	2-6
ρ_1 [$10^{-7} kg/m^3$] pure H	4-11	1.5-5.2	2.2-7	1.8-5.8	2-6.2
ρ_1 [$10^{-7} kg/m^3$] Solar	3-14	2.5-6.2	3.2-7	3.8-5.8	4-6.1

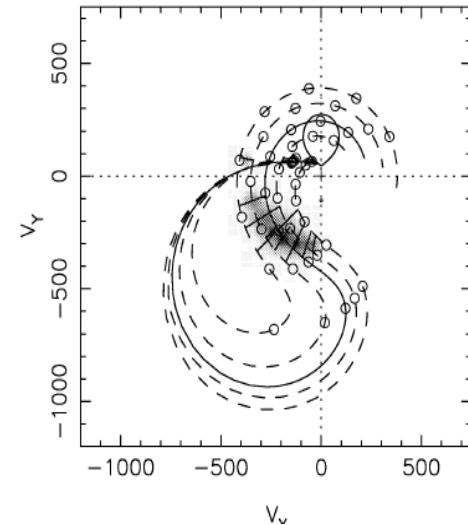
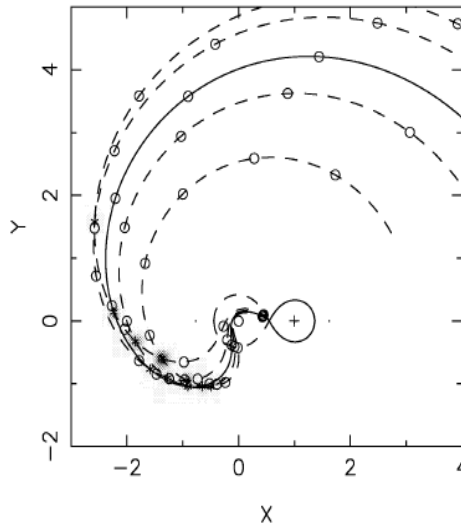
AE Aquarii: период на биене?



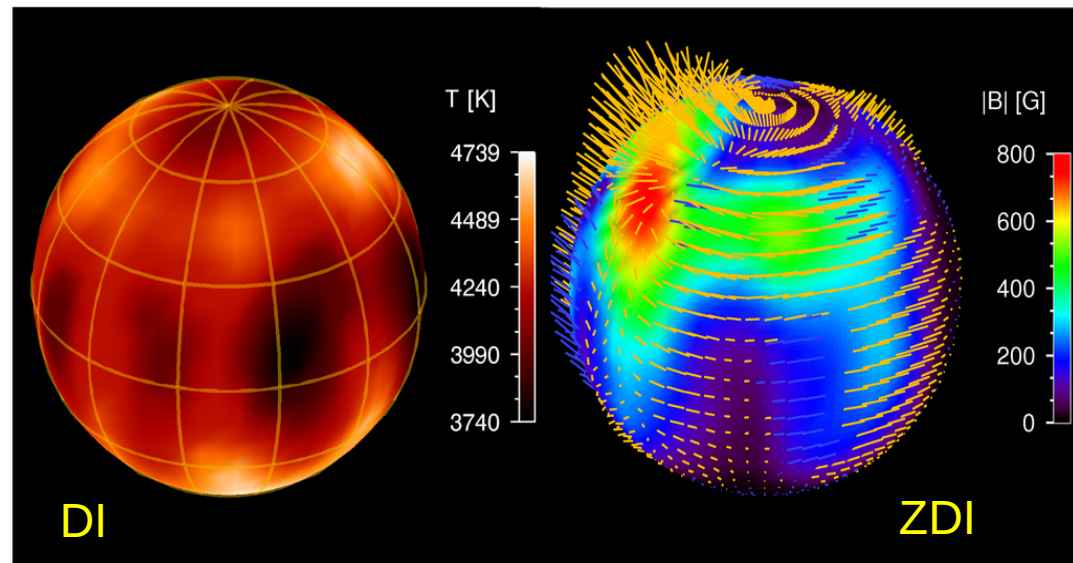
Доплерова томография 1



Tom Marsh



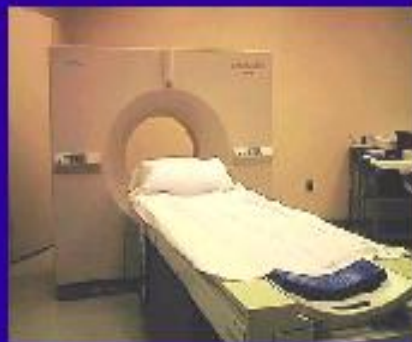
Keith Horne



Doppler Tomography

cf CT scans:

- Many Axial X-ray slices around an object.
- Reconstruction gives X-ray transmission through the object as a function of position (3D)
- Many optical spectra as the binary rotates
- Reconstruction gives intensity as a function of velocity in the binary orbital plane (2D)



Доплерова томография 2

$$I(V_x, V_y) = \int_0^{0.5} f(\gamma - V_x \cos 2\pi\phi + V_y \sin 2\pi\phi, \phi) d\phi,$$

Акреция върху свръхмасивна

