

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
КОМИСИЯ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ

XXV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

<http://astro-olymp.org>

IV кръг, 14 юли 2022 г., Варна, практически тур

Старша възраст

Задача 1. Планета X. В таблицата е дадена информация за блясъка (в звездни величини) на една от планетите в Слънчевата система в различни моменти от време. Наблюденията са извършени от любителя на космически загадки и мистерии Михаил Банков. Началният момент е произволно избран.

- А) Начертайте графика, която показва как блясъкът на тази планета се променя с времето.
- Б) Определете моментите на минимален и максимален блясък.
- В) Като използвате графиката, определете радиуса на орбитата и орбиталния период на тази планета по два различни метода. Коя е планетата?
- Г) Коментирайте възможните разлики, които се получават по двата метода, за орбиталните характеристики на тази планета.
- Д) Кой от двата метода е по-точният? Обяснете подробно Вашия отговор, като включите конкретни математически аргументи.

Време, денонощия	Звездна величина	Време, денонощия	Звездна величина
0	-2.4	220	-2
20	-2.5	240	-1.9
40	-2.7	260	-1.9
60	-2.8	280	-1.9
80	-2.8	300	-1.9
100	-2.7	320	-2
120	-2.6	340	-2.1
140	-2.4	360	-2.2
160	-2.3	380	-2.3
180	-2.2	400	-2.4
200	-2.1	420	-2.5

Задача 2. Свръхновата SN 2011dh в M51.

Свръхновата SN 2011dh избухва през май 2011 г. в галактиката M51. Свръхновата е от тип Ib (междинен тип между Ib и II). Прогениторът (звездата-предшественик) на свръхновата е открит по архивни наблюдения и е подобен на жълт свръхгигант, вероятно с маса между 10 и 16 слънчеви маси. Дадени са няколко графики:

Фиг. 1 Крива на болометричната светимост в първите 80 дни от избухването.

Фиг. 2. Фотосферната температура на избухването, измерена по цветови индекси, в първите 35 дни от избухването.

Фиг. 3. Скоростите на разширение на газа във фотосферата, измерени по спектралните профили на абсорбционните линии на йонизираното желязо FeII в спектъра, за първите 70 дни от избухването.

- **А)** Като използвате графики 1 и 2, начертайте графика, показваща радиуса на фотосферата на звездата като функция от времето, за първите 35 дни от избухването. Радиусът да бъде даден в астрономически единици. **(5т.)**

- **Б)** Използвайте графиката, която сте построили за радиуса на звездата, за да начертаете върху фигура 3 скоростта на промяната на този радиус като функция от времето. Ако резултатът не е близък до спектралните наблюдения на фиг. 3 (точките), обяснете защо. **(6т.)**

- **В)** Оценете по порядък сумарната енергия, излъчена от свръхновата в първите 80 дни от избухването. ($1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$) **(2т.)**

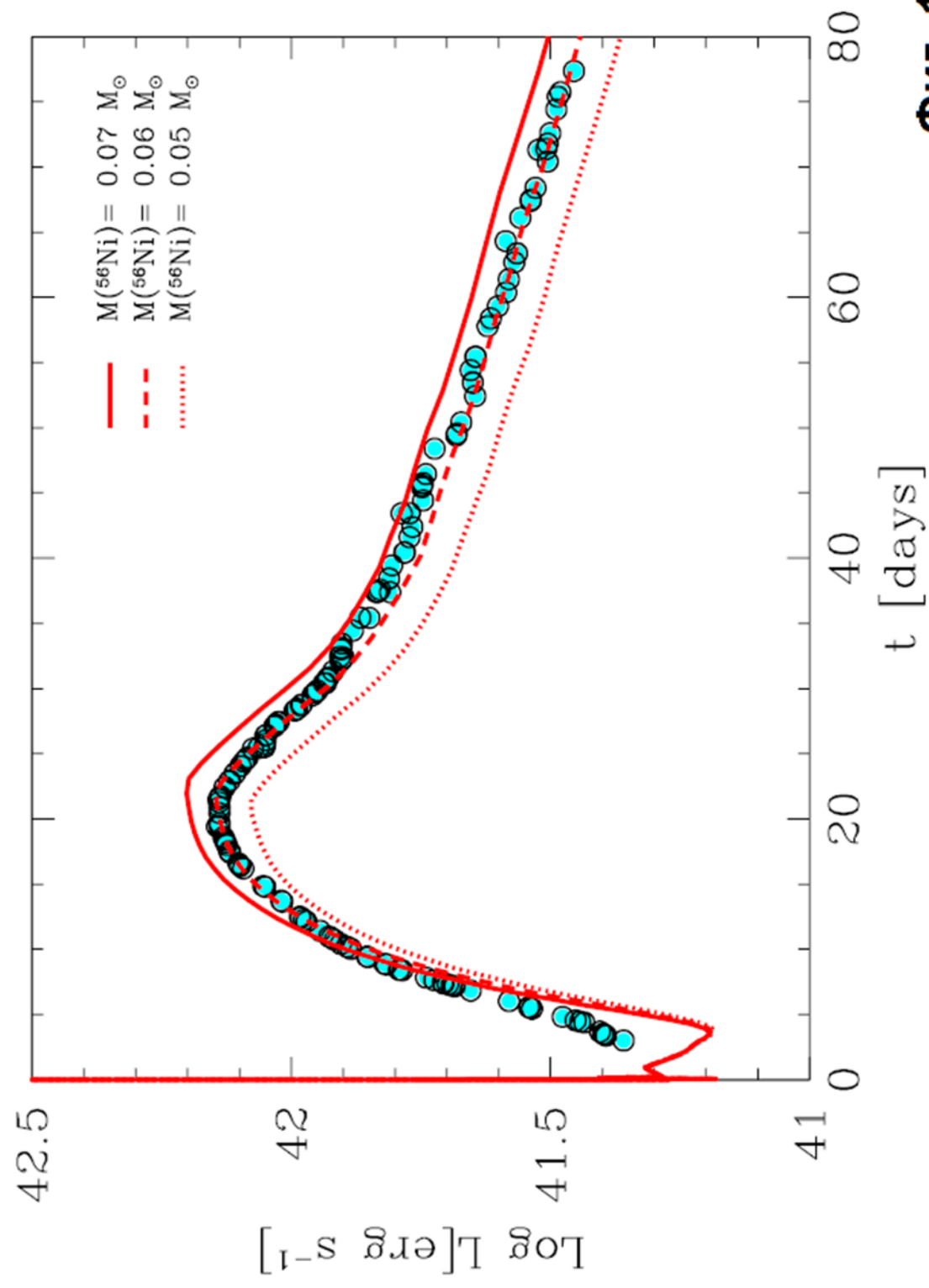
Дадена е и **Фиг. 4**, която представлява диаграма цвят-светимост за 29067 звезди в галактиката M51 и е получена с космическия телескоп Хъбъл. По вертикалната ос е дадена звездната величина във филтър F814W (в червения край на оптичния диапазон). Хоризонталната линия показва нивото на върха на клона на червените гиганти, измерено със статистически методи по облака от точки на диаграмата.

- **Г)** Какъв максимален цветови индекс F606W-F814W достигат червените гиганти? **(2т.)**

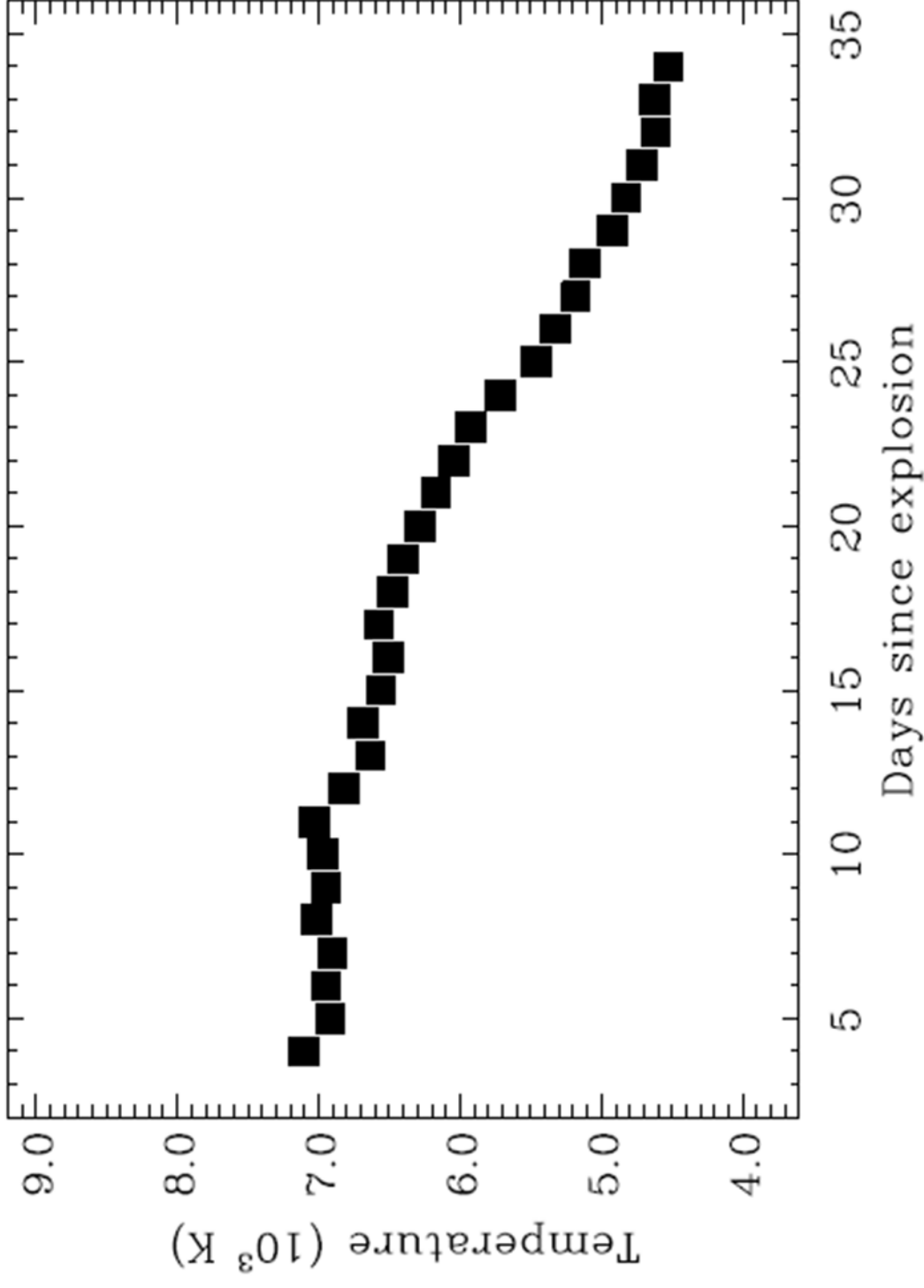
- **Д)** Върхът на клона на червените гиганти може да се използва като стандартна свещ. Ако абсолютната му звездна величина във филтър F814W е $M_{814} = -4.2 \text{ mag}$, пресметнете каква видима звездна величина е достигнала свръхновата през 2011 г. за земен наблюдател, при максимален блясък. **(5т.)**

Слънчевата светимост е $3.83 \times 10^{33} \text{ erg/s}$.

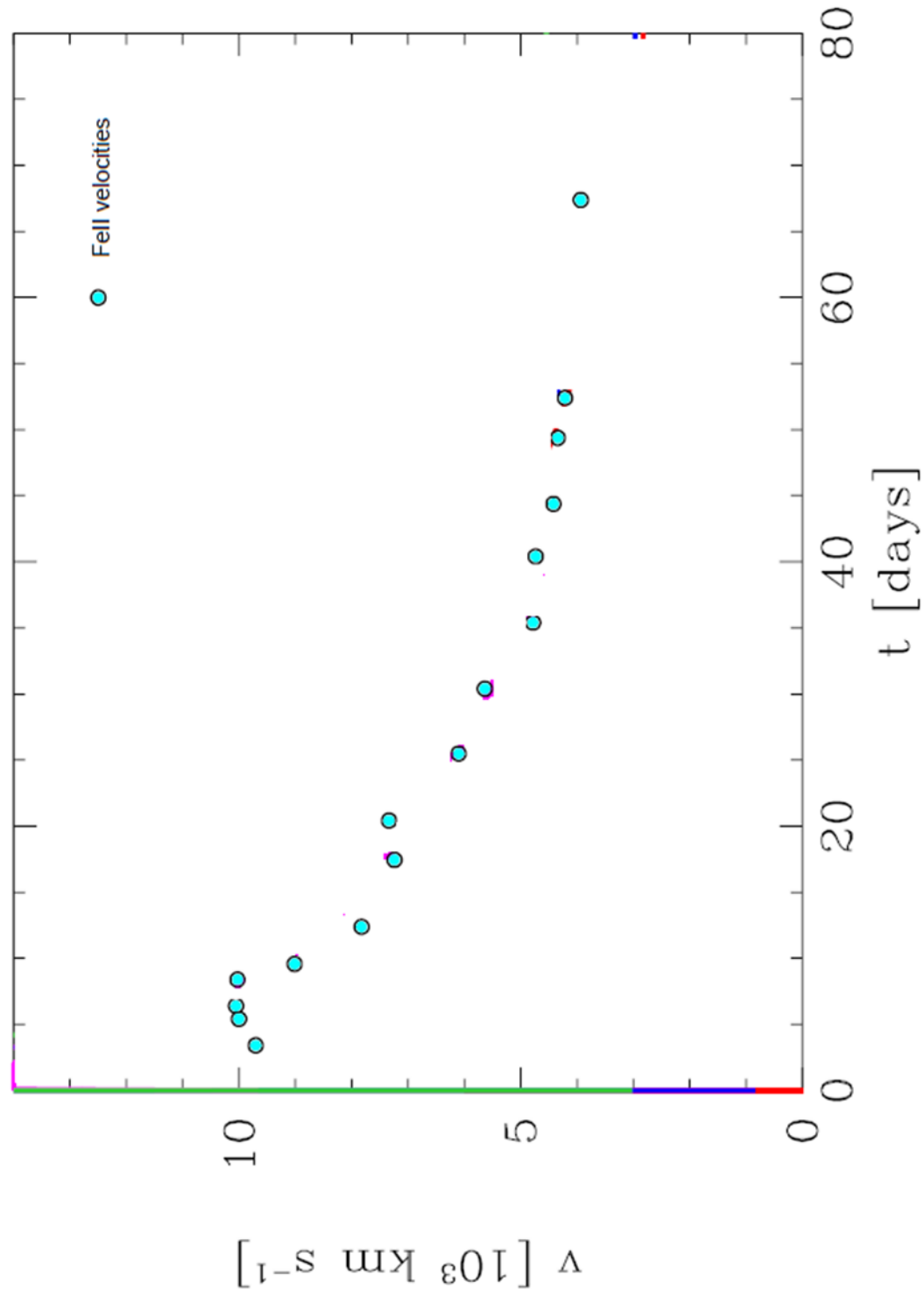
Фотосферната температура на Слънцето е 5770 K.



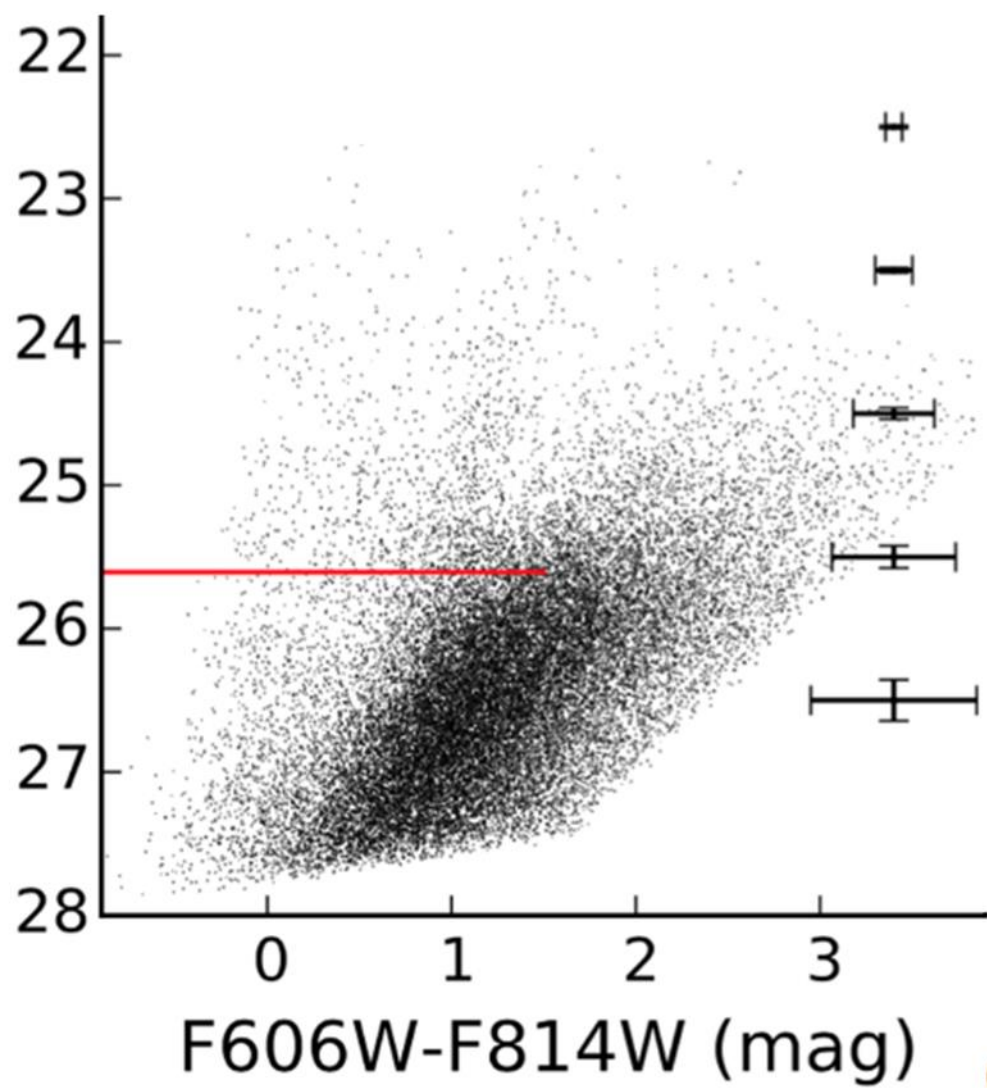
ФИГ. 1



ФИГ. 2



ФИГ. 3



Фиг. 4