

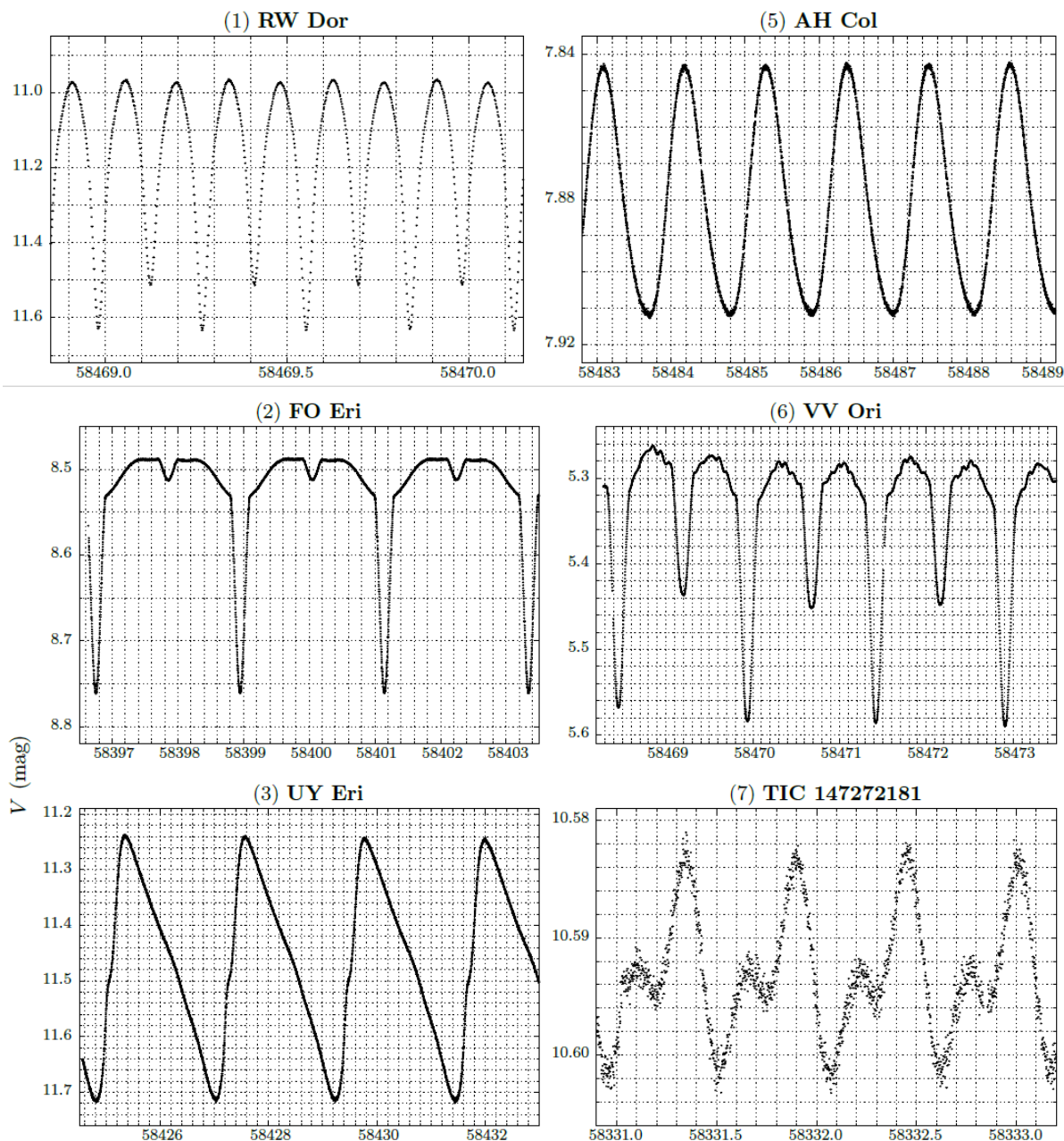
TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) е най-новата мисия на NASA за търсене на екзопланети. С нея се изследва южното небе цел да се открият екзопланети около най-ярките и най-близки звезди, а също и огромен брой променливи във времето обекти (пулсиращи и затъмнително-двойни звезди, свръхнови, звездни избухвания, астеронди и т.н.).

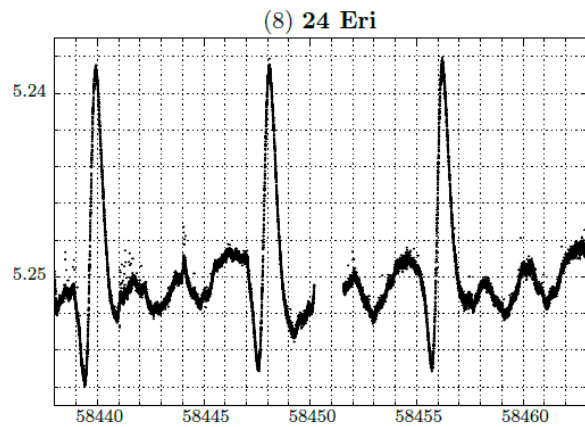
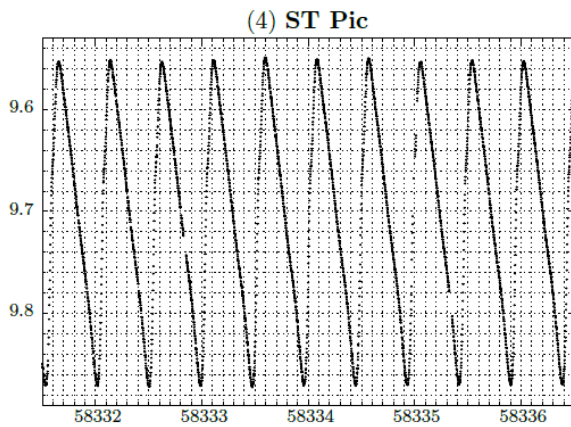
На отделен лист са дадени графики с кривите на бляска на 8 периодично променливи звезди (физически променливи, затъмнително-променливи и въртящи се променливи). Техните означения са: FO Eri, RW Dor, 24 Eri, TIC 147272181, ST Pic, UY Eri, VV Ori, AH Col и те всички са наблюдавани с TESS и са номерирани от 1 до 8. По хоризонтална ос е нанесени моментите от време, изразени в барицентрични дни (BJD – 2 400 000), а по вертикалната ос – звездната величина във филтър V.

а) По-долу е даден списък с типове променливи звезди. Означете типа на всяка звезда, записвайки номера ѝ в бланката за отговори. (8 т)

- Двойни системи от пулсиращи звезди (heartbeat stars)
- Пулсиращи звезди от тип RR Lyrae (RRab подклас)
- Затъмнително-променливи двойно звезди от тип Алгол (полуразделени) с един пулсиращ компонент
- Пулсираща звезда от тип α^2 CVn
- Цефеиди от тип W Vir type (II тип звездно население)
- Разделена двойна система със силно изразен ефект на отражението
- Контактна, затъмнително-двойна от тип W UMa
- Въртяща се променлива звезда (с петно)

TESS light curves of selected variable stars





BJD - 2 400 000 (days)

8) The Galactic Center is believed to contain a super-massive black hole with a mass $M = 4 \times 10^6 M_{\odot}$. The astronomy community is trying to resolve its event horizon, which is a challenging task. For a non-rotating black hole, this is the Schwarzschild radius, $R_s = 3(M/M_{\odot})$ km. Assume that we have an Earth-sized telescope (using Very Long Baseline Interferometry). What wavelengths should we adopt in order to resolve the event horizon of the black hole? The Sun is located at 8.5 kpc from the Galactic Center.

② Един от най-големите телескопи в света се намира в Екваторната астрофизическа обсерватория в Руската академия на науките. Диаметърът на огледалния му обектив е $D = 6$ m, а фокусното разстояние $F = 24$ m. Достатъчно ли би било светлината на тъмната Луна, за да сформира чак в главния фокус на телескопа?

Указание: Разгледайте абсолютно прозрачен чак с абсолютно черен чак.

1. **Telescope.** On the observational round you will use a simple Newton-system telescope with the mirror diameter $D = 125$ mm, focal length $F = 1025$ mm and 3 eye-pieces with focal lengths $f_1 = 12$ mm, $f_2 = 25$ mm and $f_3 = 38$ mm. Find on what distances ($\Delta x_1 =$, $\Delta x_2 =$, $\Delta x_3 =$ in vertical direction on the middle figure) it is necessary to move the corresponding eye-pieces (1,2,3) to readjust the telescope from observation of the sky objects to observation of a monkey sitting at a distance $L = 50$ m from you. (Your answer should have both formula and numerical values.) What eyepiece is the most suitable for observation of the monkey? Why?

Addition for β group.

- 1+ β . **Telescope.** $L = 50$ m as before, but now the monkey is running directly towards you (to steal something to eat) with a speed $v = 3$ m/s. Find the rate (in mm/s) of moving the most suitable eyepiece for readjusting the telescope to keep the monkey in focus.

Задача 1. Наблюдаваме Слънцето, проектирано върху хартиен екран, с помощта на телескоп рефрактор. Първо получаваме фокусирано изображение на Слънцето с диаметър d_1 на разстояние x_1 от окуляра. След това получаваме фокусирано изображение на Слънцето с диаметър d_2 на разстояние x_2 от окуляра. Ако на същия телескоп поставим тъмен филтър и погледнем към Слънцето направо през окуляра, с какво увеличение ще наблюдаваме Слънцето?

Question 1.

In Figure 1, part of the constellation of Ursa Major is shown. It was taken with a digital camera with a large CCD chip ($17\text{mm} \times 22\text{mm}$). Find the focal length, f , of the optical system and give the error of your results.

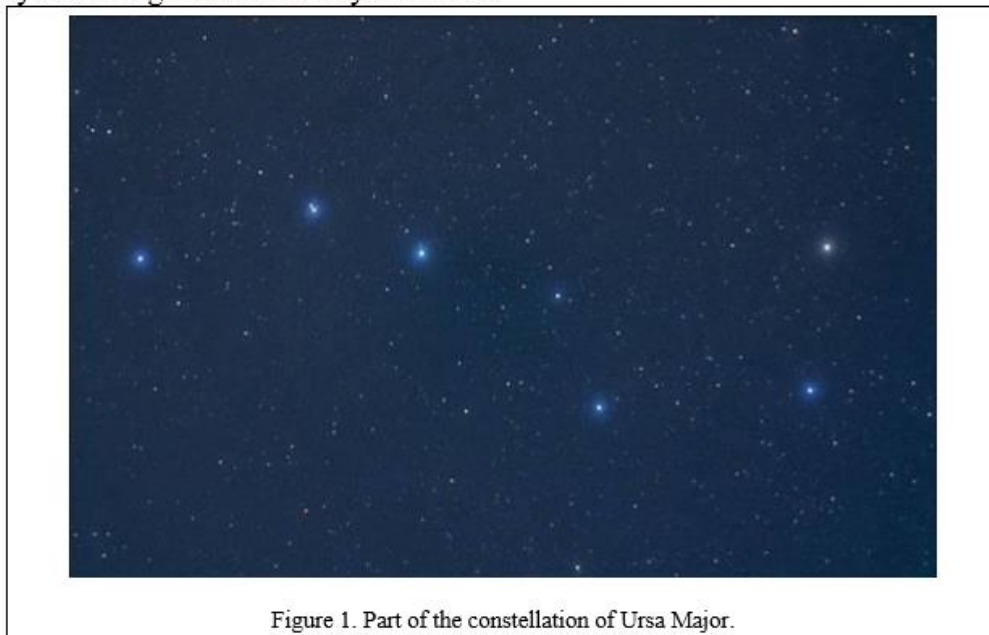


Figure 1. Part of the constellation of Ursa Major.

Dubhe	α UMa	11	03	+61 45	1.79	-0.7	+1.06	K0 III
Alioth	ε UMa	12	54	+55 57	1.78	-0.2	-0.02	A0 p
Mizar	ζ UMa	13	24	+54 56	2.09	+0.0	+0.03	A2 V
Alkaid	η UMa	13	48	+49 19	1.86	-1.9	-0.19	B3 V

4. Подобряване на телескоп рефлектор**(10 т)**

Един ученик има телескоп, система Касегрен, със средно качество на огледалата, като главното и вторичното огледало отразяват $\varepsilon_1 = 91\%$ от падналата светлина.

- Каква ще бъде промяната на граничната звездна величина звезда, която може да се наблюдава с този телескоп, ако заменим покритията на огледалата с такива, които имат високо качество ("premium" quality) и отразяват $\varepsilon_2 = 98\%$ от светлината? (5 т)
- Ако приемем, че ученикът също така използва диагонално огледало, с отразителна способност ε_1 , то какъв би бил ефектът, ако тя/той го замени с такъв модел, който отразява $\varepsilon_3 = 99\%$, в комбинация с новите две огледала, имащ коефициент на отражение ε_2 ? (3 т)
(Диагоналното огледало е плоско и е наклонено спрямо лъчите под ъгъл 45° .)
- Ефектът ще бъде ли забележим от човешкото око? Запишете "YES" или "NO" в бланката за отговори. (2 т)

(T7) Telescope optics

In a particular ideal refracting telescope of focal ratio $f/5$, the focal length of the objective lens is 100 cm and that of the eyepiece is 1 cm.

(T7.1) What is the angular magnification, m_0 , of the telescope? What is the length of the telescope, L_0 , i.e. the distance between its objective and eyepiece? 4

An introduction of a concave lens (Barlow lens) between the objective lens and the prime focus is a common way to increase the magnification without a large increase in the length of the telescope. A Barlow lens of focal length 1 cm is now introduced between the objective and the eyepiece to double the magnification.

(T7.2) At what distance, d_B , from the prime focus must the Barlow lens be kept in order to obtain this desired double magnification? 6

(T7.3) What is the increase, ΔL , in the length of the telescope? 4

A telescope is now constructed with the same objective lens and a CCD detector placed at the prime focus (without any Barlow lens or eyepiece). The size of each pixel of the CCD detector is $10\ \mu\text{m}$.

(T7.4) What will be the distance in pixels between the centroids of the images of the two stars, n_p , on the CCD, if they are $20''$ apart on the sky? 6