

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**НАЦИОНАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО**  
**АСТРОНОМИЯ**

---

**XXVI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ**

<http://astro-olymp.org>

**III кръг, 6 май 2023 г.**

*Ученици от 9-10 клас*

**1 задача. Ново Слънце.**

В далечното бъдеще с напредването на еволюцията на Слънцето човешката цивилизация решава да премести цялата Земя около друга подходяща звезда. На първо време Земята се отправя към звездата Проксима от Центавър и влиза в кръгова орбита около нея. Орбиталният радиус е такъв, че нашата планета да получава от звездата същото количество лъчиста енергия, каквото получава сега от Слънцето.

А) Намерете радиуса на орбитата на Земята около Проксима в астрономически единици и в километри.

Б) През какъв период от време земните жители ще празнуват Нова година?

В) С мощните технически средства на напредналата човешка цивилизация се изменя периодът на околоосно въртене на Земята. Какъв трябва да бъде той, така че слънчевото денонощие на Земята да е равно на 24 часа?

Г) Какво ще бъде усещането на земните жители за дневната светлина при тези условия – ще бъде ли за техните очи тя така ярка, както е сега, когато Земята обикаля около Слънцето?

Масата на Проксима е 0.1221 слънчеви маси, а нейната болометрична светимост е 0.001567 части от слънчевата светимост. Разстоянието от Земята до Слънцето е  $149.6 \times 10^6$  km.

**2 задача. Странстващата звезда.**

В междугалактичното пространство се носи Странстващата звезда, около която обикалят три планети. Тревистата планета е населена с разумни същества, които обичат науката. Но те не виждат звезди в своето небе и не могат да определят нито разстоянието от своята планета до звездата, нито нейния орбитален период. Могат само да наблюдават другите две планети и са установили, че синодичният период на Червената планета е приблизително равен на 1601 денонощия, а на Жълтата планета – 1004 денонощия. Според техните измервания и наблюдения интервалът от време между западната и източната квадратура на Червената планета е равен на една четвърт от нейния синодичен период, а интервалът от време между западната и източната квадратура на Жълтата планета е равен на една трета от нейния синодичен период.

**А)** Нарисувайте схема на орбитите на трите планети около звездата. Коя планета е по-близо до звездата – Червената или Жълтата планета?

**Б)** Пресметнете орбиталните радиуси на Червената и Жълтата планета в единици, равни на орбиталния радиус на Тревистата планета.

**В)** Един велик астроном от Тревистата планета вече е на път да открие третия закон на Кеплер. Помогнете му да се увери в своето предположение за съотношението на сидеричните (истинските орбитални) периоди на Червената и Жълтата планета.

**Г)** Определете истинския орбитален период на Тревистата планета.

Трите планети се движат около звездата в една и съща посока. За наблюдател на дадена планета (в случая Тревистата планета) друга някоя планета от същата планетна система е в западна квадратура, когато отстои на видимо ъглово разстояние  $90^\circ$  западно от централната звезда (в случая Странстващата звезда). Източната квадратура е, когато планетата отстои на  $90^\circ$  източно от централната звезда.

### **Задача 3. Наблюдения на Алдерамин.**

Алдерамин е най-ярката звезда в съзвездието Цефей и има ректасцензия  $21^{\text{h}}19^{\text{m}}$ , деклинация  $+62^\circ35'$  и видима звездна величина  $2.51^{\text{m}}$ .

**А)** Астроном, намиращ се в точка А, измерва максималната височина на Алдерамин над хоризонта и установява, че тя е равна на максималната височина, до която достига центърът на Слънцето през годината за неговия наблюдателен пункт. Оказва се също така, че на 6 октомври Алдерамин достига тази максимална височина (кулминира) в  $02:20$  UT (универсално време). Пресметнете географските координати на точка А! **(4т.)**

**Б)** За наблюдател в точка В, на същия меридиан като точка А, Алдерамин е незалязваща звезда. Според измерванията на този наблюдател максималната височина над хоризонта на Алдерамин е точно 1.5 пъти по-голяма от минималната височина. Какво е разстоянието по земната повърхност между точките А и В? Средният радиус на Земята е  $6370$  km. **(4т.)**

**В)** Трети астроном се намира на северния полюс по време на полярната нощ и е решил да си заслужи древното прозвище звездоброец. Оценете приблизително колко звезди на нощното небе при него са по-ярки от Алдерамин. Видимите с обикновено невъоръжено око звезди (до звездна величина 6.0) по цялото небе са около 5600 на брой. Приемете, че те са разпределени равномерно в пространството. Дали истинският брой звезди, по-ярки от Алдерамин, ще бъде по-голям или по-малък от вашата оценка? Защо? **(4т.)**

### **4 задача. NGC 891.**

Галактиката NGC 891 се наблюдава в съзвездието Андромеда. Тя е спирална галактика, от тип SAb, която е разположена „на ребро“, спрямо земния наблюдател, т.е. лъчът на зрение е в равнината на нейния диск. Тази ориентация на галактиката е много удобна за измерване на нейната крива на въртене (зависимостта на скоростта на въртене на диска, около центъра на галактиката).

В таблица 1 (на отделен лист) са представени скоростите на въртене на диска като функция от разстоянието  $r$  от центъра на NGC 891.

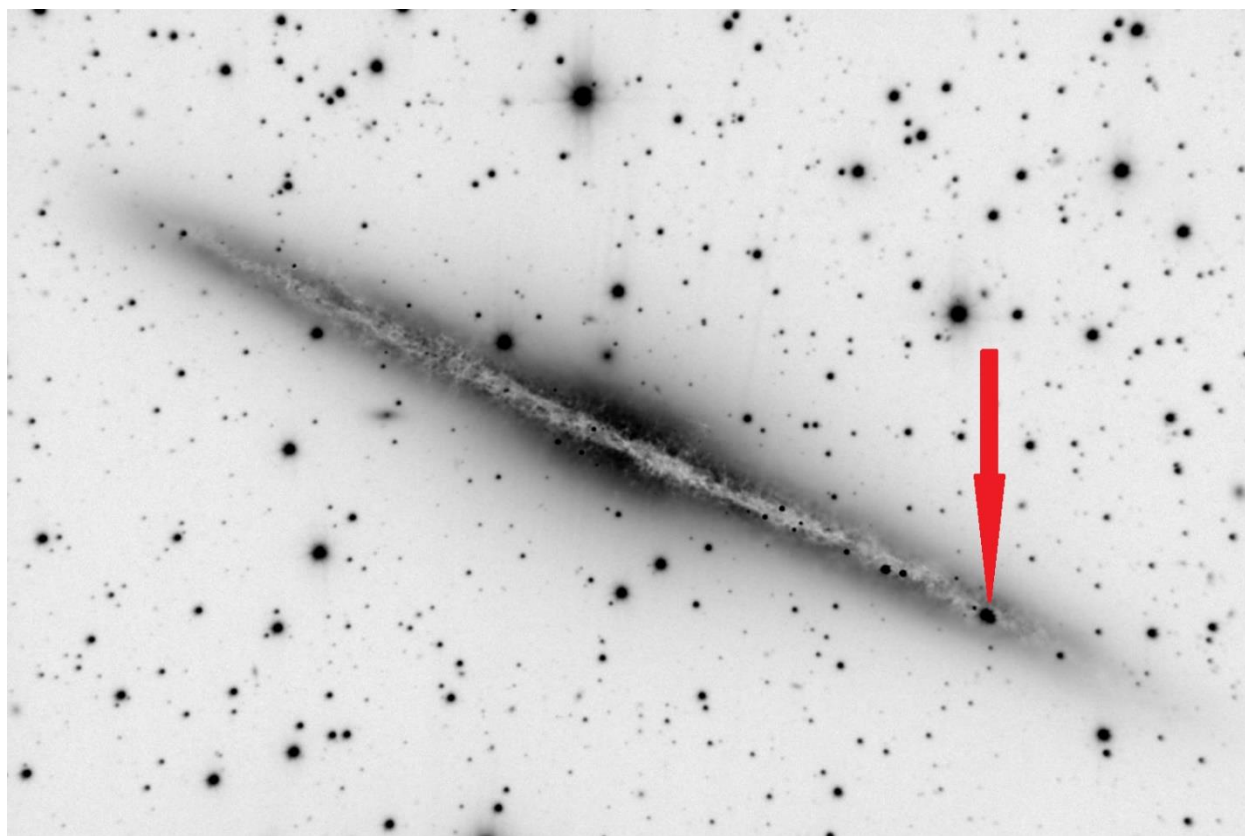
А) Намерете разстоянието до галактиката.

Б) Постройте кривата на въртене на NGC 891 (графика на  $V [km/s]$  като функция на  $r [kpc]$ ).

В) Намерете масата, която е заключена в концентрични сфери със съответните радиуси (в маси на Слънцето) и попълнете съответната колона на таблицата.

Г) Пресметнете средната плътност на диска на NGC 891, между радиуси 8 крс и 12 крс. Изразете я в слънчеви маси на кубичен парсек. Приемете, че на тези разстояния на практика цялата маса е концентрирана в диска на галактиката. Дебелината на този диск е 1 000 рс.

Даденото изображение на NGC 891 има видими размери 13.3 x 8.9 дъгови минути.



Д) Като използвате данните от таблицата, бихте ли могли да пресметнете за колко време показаната със стрелка звезда обикаля около центъра на NGC 891. Ако е възможно, пресметнете това време.

**Справочни данни:**

- Гравитационна константа –  $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$
- Маса на Слънцето -  $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} kg$

- 1 pc = 3,26 ly

**Предайте този лист с писмената работа!!!**

<b>r [кpc]</b>	<b>r [дъгови минути]</b>	<b>V [km/s]</b>	<b>M [<math>M_{\odot}</math>](r)</b>
0.88	0.32	234.5	
2.22	0.8	191.8	
3.11	1.12	211.7	
4	1.44	223.3	
4.89	1.76	222.5	
5.78	2.08	223.6	
6.67	2.4	224.2	
7.56	2.72	226.1	
10.22	3.68	226.6	
11.11	4	223.9	
12	4.32	220.1	
12.89	4.64	217.6	
14.67	5.28	215.6	
15.56	5.6	210.1	
16.44	5.92	207.6	

**Таблица 1:** Скорост на въртене на точки от диска на галактиката NGC 891, които се намират на различни разстояния от нейния център.