

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

XXI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

<http://astro-olymp.org>

II кръг, 24 февруари 2018 г.

Ученици от 11-12 клас

1 задача. Опашки. На Фиг. 1 виждате съзвездието Голяма мечка. До всяка звезда от опашката на мечката е дадено разстоянието, на което тя се намира от нас в светлинни години. Дадени са и ъгловите разстояния между звездите.

- А) Определете действителната дължина на опашката на Голямата мечка в светлинни години.

- Б) Според вас коя опашка е по-дълга в светлинни години – опашката на Голямата мечка или на Малката мечка? Обосновете вашия отговор.

2 задача. Бяло джудже – пулсар. Променливата звезда AR Sco е открита преди около 40 години. Наскоро при детайлно изследване на нейната крива на блясъка се получават изненадващи резултати. Променливата се оказва двойна система от червено и бяло джудже. На Фиг. 2 е дадена схема на модела на системата, съставен от астрономите. Бялото джудже има необикновено поведение, подобно на пулсар. Около магнитните му полюси се ускоряват струи заредени частици до високи енергии. Магнитната му ос лежи приблизително в орбиталната равнина на системата и е почти перпендикулярна на оста на околоосното му въртене. Така периодично струите частици, изстрелвани от бялото джудже, попадат върху червеното джудже. Това повлиява цялата атмосфера на червеното джудже. На фиг. 3 е дадена кривата на блясъка на AR Sco. Светимостта на бялото джудже е несъществена в сравнение със светимостта на червеното джудже. Под кривата на блясъка е дадена крива на изменение на лъчевата скорост на червеното джудже. Орбиталният период на системата е 3.56 часа, а наблюдаваният период на кратковременните пулсации е 0.985 минути. Орбитите на компонентите са кръгови и зрителният лъч от земния наблюдател лежи в орбиталната равнина.

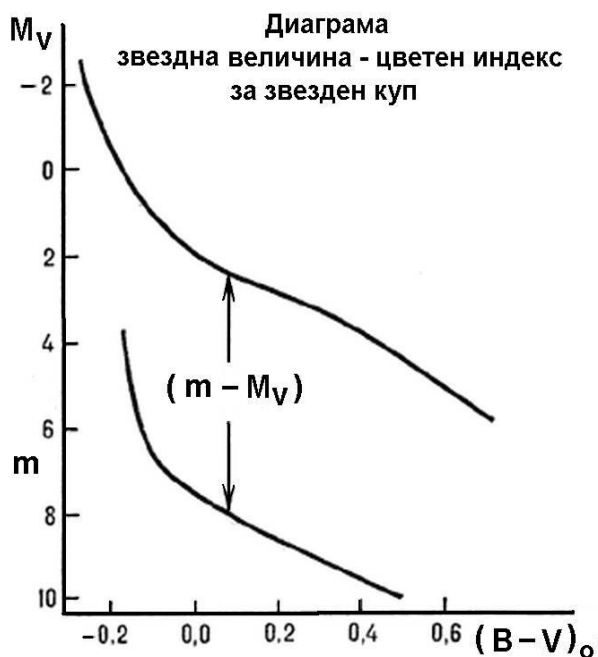
- А) Разгледайте внимателно фигурите и обяснете кривата на изменение на блясъка на AR Sco.

- Б) Определете периода на околоосно въртене на бялото джудже.

- В) Смята се, че бялото джудже има маса приблизително равна на масата на Слънцето. Определете масата на червеното джудже в слънчеви маси и разстоянието между двете компоненти.

3 задача. Метод на куповете. Цветният индекс на една звезда представлява разликата между нейните звездни величини, измерени в два различни цвята. Често по хоризонталната ос на диаграмата на Херцшпрунг-Ръсел вместо температурата, или спектралния клас на звездите, се дава цветен индекс, който е функция на температурата. На фигурата по-долу диаграмата видима звездна величина – цветен индекс за звездите от един звезден куп (долната линия) е насложена върху диаграма на Херцшпрунг-Ръсел, построена за звезди с известна абсолютната звездна величина и цветен индекс (горната линия). Това ни позволява да намерим разликата между видимите и абсолютните звездни величини и да получим разстоянието до звездите от купа.

- А) Напишете формулата, чрез която можем да пресметнем това разстояние.



Част от светлината на звездите обаче, се поглъща в междузвездното пространство и видимият им блясък намалява. Това трябва да се отчита при определяне на разстоянията до куповете.

- Б) За един звезден куп първоначално е определено разстояние 10 килопарсека. Това е направено при предположение, че пълното поглъщане на светлината при нейното преминаване по целия път от звездния куп до Земята е 80%. По-късно оценката на пълното поглъщане е променена на 50%.

Пресметнете разстоянието до купа с новата оценка на пълното поглъщане.

4 задача. Грешка при старта. На 6 февруари 2018 г. от космодрума Cape Canaveral в САЩ е изстреляна ракета, която извежда в орбита около Слънцето червения автомобил на видния изобретател и бизнесмен Elon Musk. Целта е автомобилът да достигне до Марс. Поради техническа неточност при началната маневра с ракетните двигатели вместо по орбита с разстояние до Слънцето в перихелий 0.99 AU (астрономически единици) и в афелий 1.7 AU, автомобилът тръгва по орбита с разстояние до Слънцето в перихелий 0.98 AU и в афелий 2.61 AU. Масата на автомобила заедно с астронавта манекен и оборудването е 1250 kg.

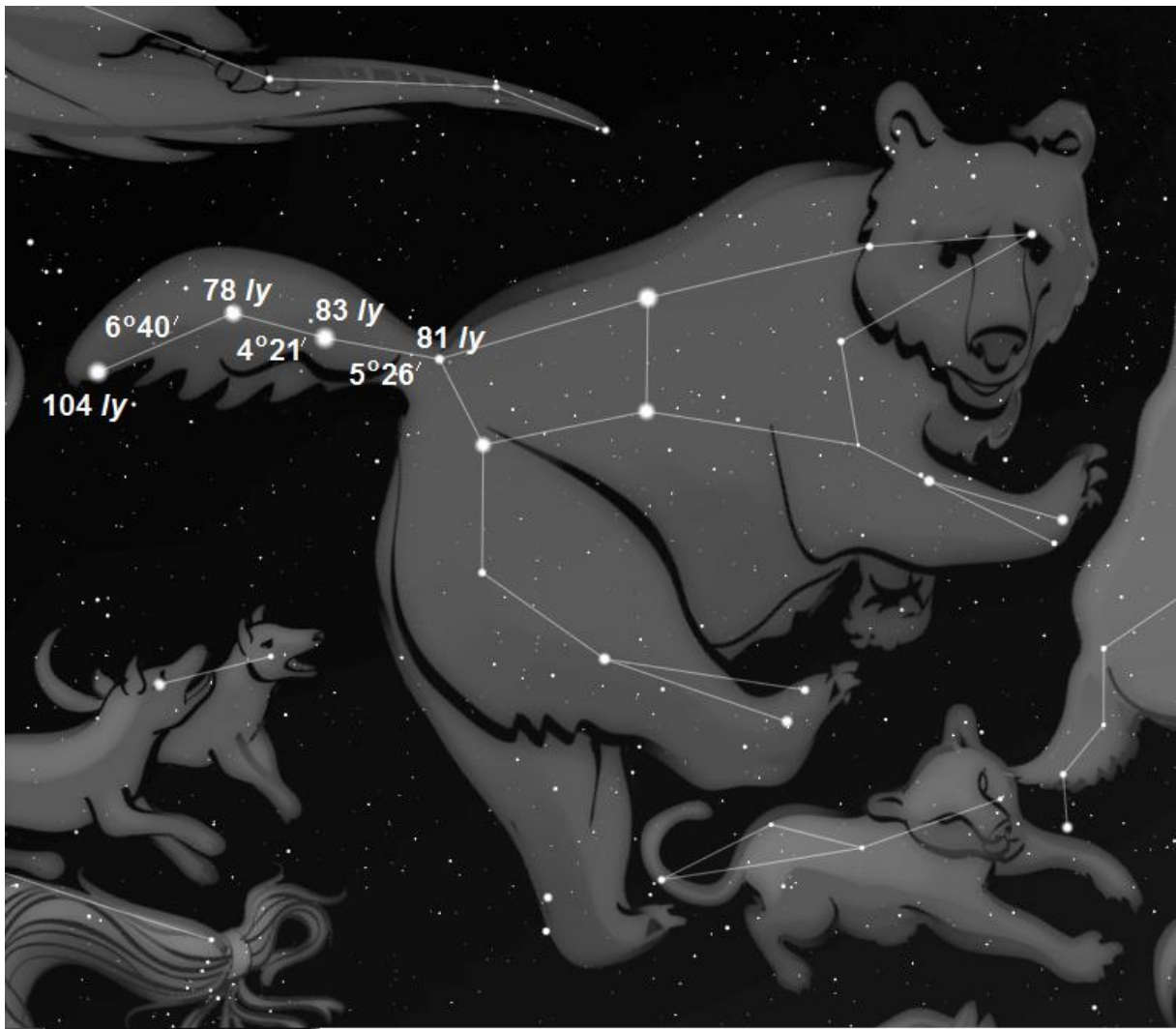
- А) Намерете орбиталния период на автомобила около Слънцето.
- Б) Разгледайте схемата на Фиг. 4. Направете необходимите пресмятания и означете положението на Земята по нейната орбита в момента, когато автомобилът на Elon Musk достигне афелия на своята орбита около Слънцето.
- В) Ако имаме достатъчно мощен телескоп, в кое съзвездие ще виждаме автомобила от Земята тогава?
- Г) С каква величина в повече от предвиденото е придадената на автомобила енергия от ракетните двигатели?

Справочни данни:

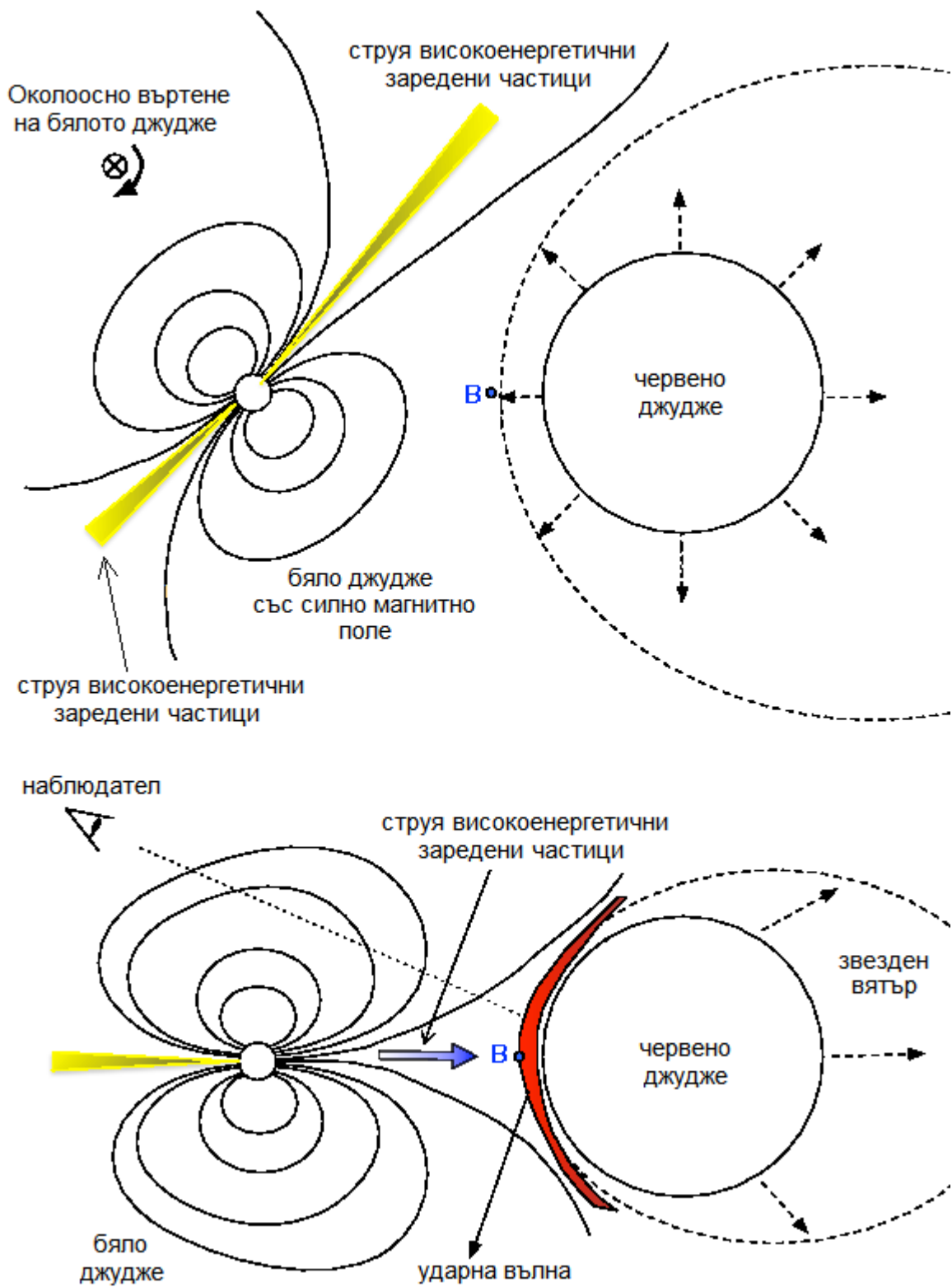
Гравитационна константа $6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{kg} \cdot \text{s}^2$

Маса на Слънцето $2 \times 10^{30} \text{ kg}$

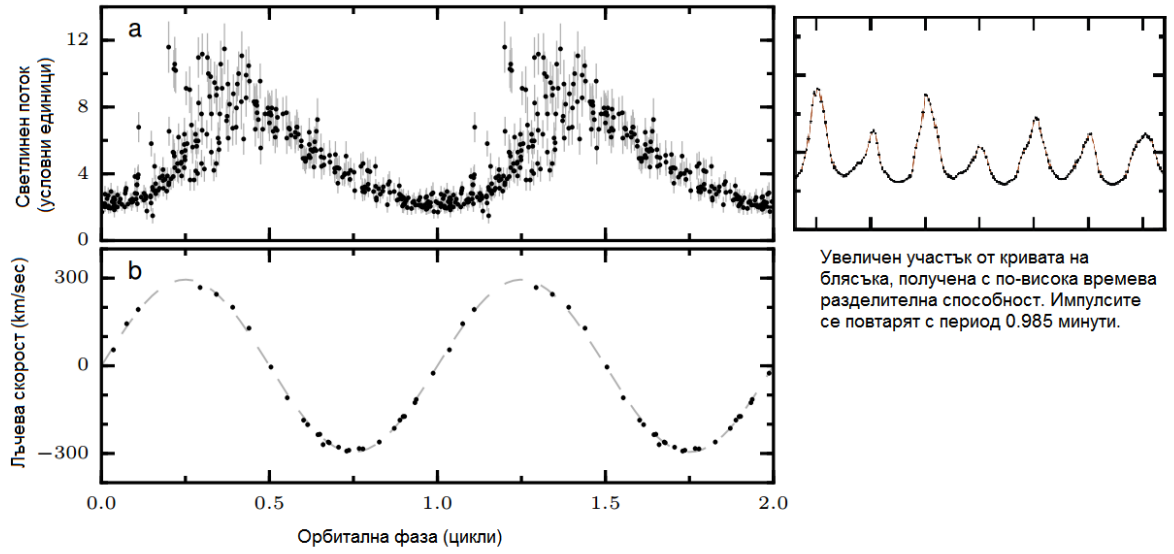
Радиус на земната орбита $149.6 \times 10^6 \text{ km}$



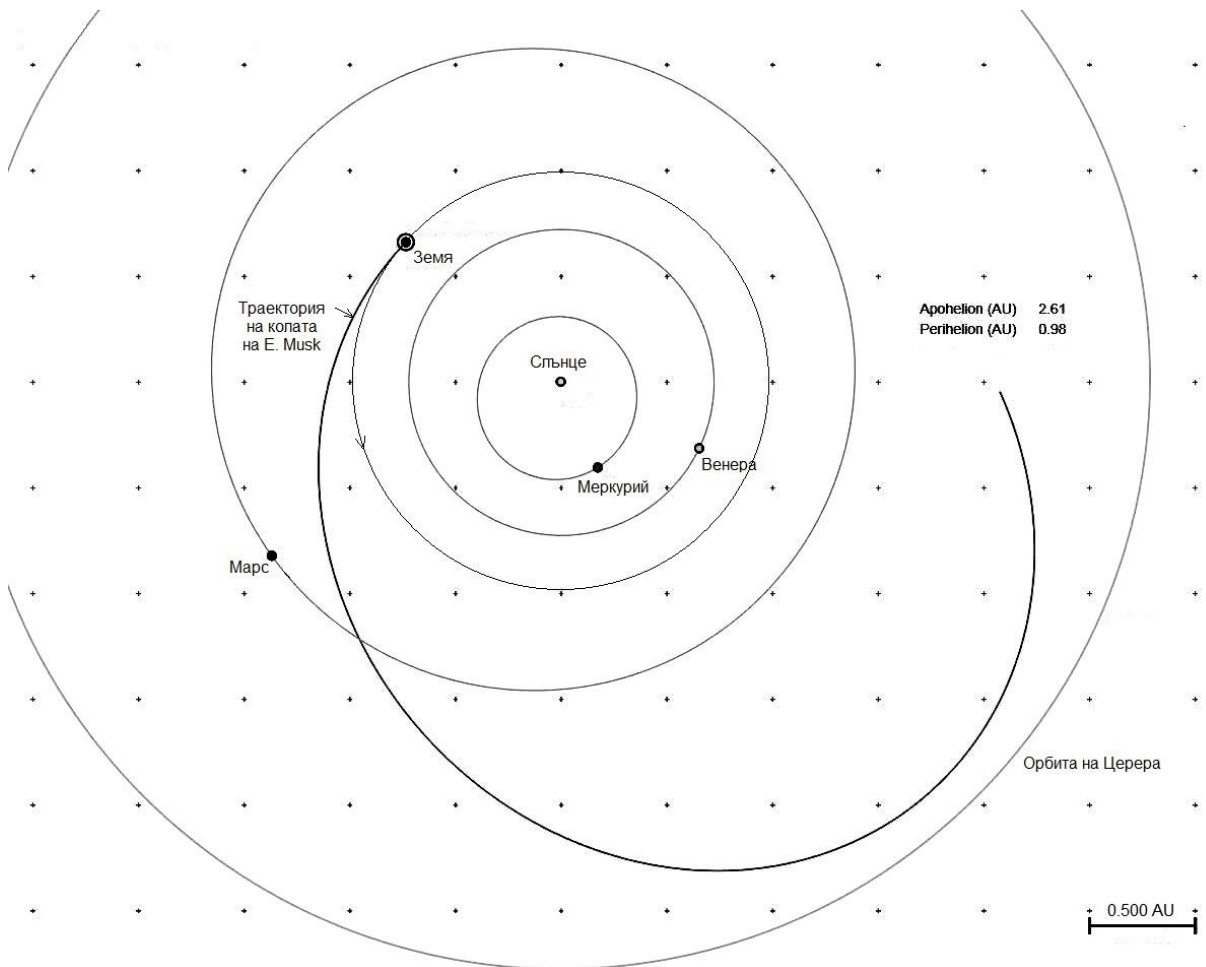
Фиг. 1. Разстояния в светлинни години до някои от звездите в съзвездието Голяма мечка и ъглови разстояния между тях – към 1 задача.



Фиг. 2. Модел на системата AR Sco – към 4 задача.



Фиг. 3. Крива на блясъка на AR Sco и крива на лъчевата скорост на червеното джудже – към 2 задача.



Фиг. 4. Орбита на автомобила на Elon Musk – към 4 задача.