

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XXIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Областен кръг на олимпиадата по астрономия
13 февруари 2022 г.
Възрастова група XI-XII клас

1 задача. Вулканът Чимборасо.



Най-високият планински връх в Еквадор е вулканът Чимборасо с височина 6263 метра над морското равнище и географски координати $\lambda = 78^\circ 49' W$, $\varphi = 1^\circ 28' S$. На разстояние 219 km западно от Чимборасо, на брега на Тихия океан се намира градчето Пуерто Лопес. От върха има пряка видимост към брега на океана.

- **А)** Еквадор се намира на пет часови пояса западно от Гринуич (UT – 5h). За наблюдател от Чимборасо, средно през годината, в колко часа по поясно време е местното пладне (когато Слънцето пресича меридиана на мястото)?
- **Б)** Кой ще види пръв залеза на Слънцето – наблюдател на Чимборасо или наблюдател в Пуерто Лопес? Колко секунди по-рано ще се случи това?
- **В)** Чимборасо е най-отдалечената точка по земната повърхност от центъра на Земята, въпреки че Еверест е висок 8848 метра над морското равнище. Обяснете защо.

2 задача. 6969 Сантаро. Космически инженери от бъдещето планират да превърнат астероида 6969 Сантаро в складова база за презареждане с гориво на пилотирани мисии към Марс. Астероидът е част от Главния астероиден пояс и има орбита с голяма полуос 2.2 au (астрономически единици) и пренебрежимо малък ексцентрицитет. Вие имате задачата да направите предварителни проучвания.

- **А)** Каква звездна величина има астероидът за наблюдател, разположен на Земята, при противостоене? Неговата абсолютна звездна величина е $13^m.45$. Абсолютната звездна величина на обект от Слънчевата система е звездната величина, която той би имал при наблюдение от Слънцето, ако е отдалечен от Слънцето на 1 au.
- **Б)** Като приемете, че астероидът Сантаро има сферична форма и отражателна способност, близка до тази на Луната, намерете приблизително неговия размер. Радиусът на Луната е 1737 km, а нейната звездна величина в пълнолуние е -12.74^m .
- **В)** Какво е ускорението на свободно падане на повърхността на астероида? Типичната плътност за астероидите в Главния астероиден пояс е около 2 g/cm^3 .

3 задача. Теорема за вириала. Според теоремата за вириала, в стабилна гравитационно свързана система общата кинетична енергия E_k е $\frac{1}{2}$ от общата потенциална енергия E_p по абсолютна стойност:

$$E_k/E_p = -\frac{1}{2}$$

Това отношение е същото както и при обект, който се движи по кръгова орбита около масивно тяло.

Скоростта на движение на Земята около Слънцето е 29.8 km/s.

А) Звезден куп с радиус 6 парсека се състои от звезди, които се движат една спрямо друга със средна скорост 20 km/s. Оценете приблизително масата на звездния куп, която е необходима, за да бъде той стабилен.

Б) В Местната група галактики, към която принадлежи нашият Млечен път, характерната скорост на движение на галактиките една спрямо друга е около 100 km/s. Почти всички галактики от местната група се намират в област от пространството с размер 2 мегапарсека. Оценете приблизително масата, включена в тази област от пространството.

В) На разстояние 35 килопарсека от центъра на галактиката Андромеда скоростта на движение на звездите и другите обекти относно нейния галактичен център е 227 km/s. Сравнете средната плътност на веществото, съдържащо се в област от галактиката Андромеда с радиус 35 килопарсека около нейния център, със средната плътност на веществото в област от Местната група с размер 2 мегапарсека, включваща Млечния път, галактиката Андромеда и техните галактики спътници. Намерете приблизително отношението на тези две плътности. Един парсек е равен на 206265 au (астрономически единици).

4 задача. UY Scuti. Звездата UY Scuti е червен свръхгигант с температура 3365 K и абсолютна визуална звездна величина -6.2^m . В тази стойност е отчетено междузвездното поглъщане на светлината. Звездата се намира на 2900 парсека от нас.

• **А)** През 2012 г. чрез специални интерферометрични наблюдения е бил определен видимият ъглов радиус на UY Scuti. Получената стойност е 2.74 mas (milliarcseconds или хилядни от дъговата секунда). Пресметнете радиуса на звездата.



• **Б)** Ако поставим UY Scuti на мястото на Слънцето, кои планети биха се оказали вътре в нея? За наблюдател на най-близката планета, която ще бъде извън пределите на звездата, какъв би бил видимият ъглов диаметър на това свръх-слънце?

• **В)** Оценете светимостта на звездата UY Scuti в единици слънчеви светимости по два начина – първо, като използвате нейния видим радиус и температурата, а след това като използвате разстоянието до звездата и нейната абсолютна звездна величина. Предложете обяснение за разликата между получените оценки.

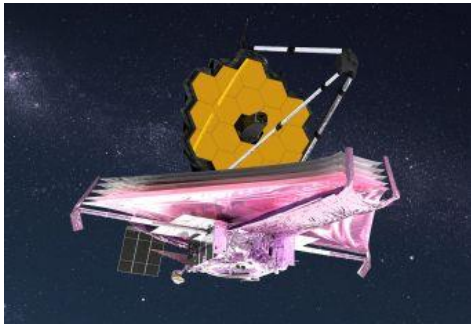
Разстояния от планетите до Слънцето в астрономически единици ($1 \text{ au} = 149.6 \times 10^6 \text{ km}$)

Меркурий	Венера	Земя	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
0.39	0.72	1	1.52	5.2	9.5	19.2	30

Някои данни за Слънцето

Абсолютна визуална звездна величина	Радиус	Температура
4.83^m	696 000 km	5778 K

5 задача. Телескопът James Webb.



Космическият телескоп James Webb (JWST) има площ на главното огледало 25.4 m^2 . Камерата NIRCam на JWST е оборудвана с набор от филтри за наблюдения в близкия инфрачервен диапазон. Филтърът F277W пропуска инфрачервени вълни с дължина между 2.5 и 3.1 микрона (10^{-6} m).

Приемете, че за да се регистрира космически обект на фотографски кадър при 5-минутна експонация с този филтър, трябва в дадения спектрален интервал върху огледалото на телескопа да попада средно поне 1 фотон в секунда от обекта.

- А) Инфрачервен лазер, чието излъчване е с дължина на вълната 2.8 микрона, има мощност 1W. Лазерът произвежда леко разходящ конусовиден сноп лъчение с ъгъл при върха 1 дъгова минута. От какво максимално разстояние с телескопа James Webb може да се регистрира този лазер във филтър F277W на кадър с 5-минутна експонация?

- Б) Вега има звездна величина близка до 0^m и създава на Земята поток лъчиста енергия на единица площ $4.52 \times 10^{-11} \text{ W/m}^2$ във филтър F277W (пропускащ лъчение с дължини на вълните от 2.5 до 3.1 микрона). Каква ще бъде граничната звездна величина (звездната величина на най-слабите регистрирани звезди) върху кадър с 5-минутна експонация, получен с телескопа James Webb в този филтър?

Скоростта на светлината е $300\,000 \text{ km/s}$.

Константата на Планк е $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$.

Справочни данни, които могат да се използват за всички задачи:

Екваториален радиус на Земята	6 378 km
Гравитационна константа	$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg.s}^2$
Разстояние от Земята до Луната	384400 km
Астрономическа единица	$1 \text{ au} = 149.6 \times 10^6 \text{ km}$.