

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XXVI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Областен кръг на олимпиадата по астрономия
17 февруари 2023 г.
Възрастова група XI-XII клас

1 задача. Кометата Хиакутаке. Дадена ви е звездна карта, на която е показан видимият път на кометата Хиакутаке при преминаването ѝ близо до Земята през 1996 г. До различните положения на кометата в 0h UT са отбелязани съответните дати.

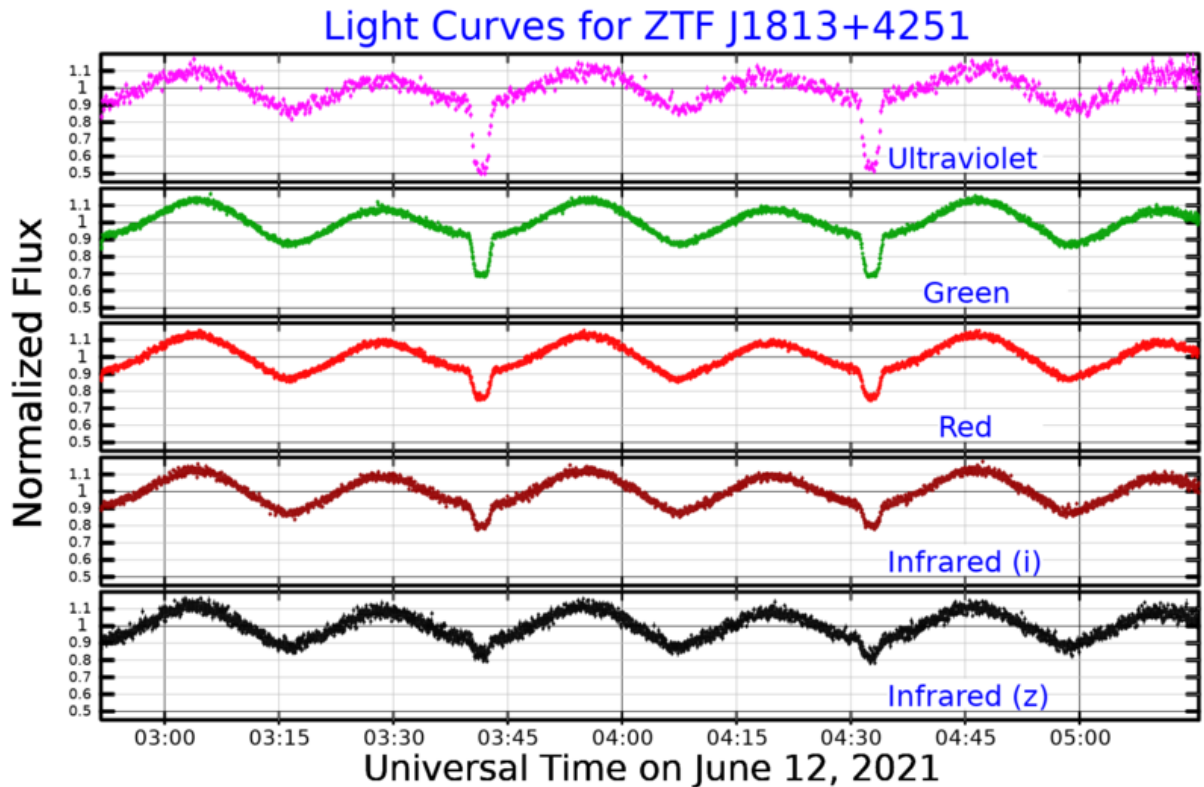
- **А)** На коя дата кометата се е наблюдавала най-близо до Полярната звезда?
- **Б)** Нарисувайте на картата положението на кометата, когато тя е била най-близо до Полярната звезда, и приблизителната ориентация на опашката на кометата в този момент. Обяснете вашето решение.
- **В)** На същата дата разстоянието от Земята до Слънцето е било 0.998 астрономически единици, а разстоянието от кометата до Слънцето е било 1.004 астрономически единици. Определете приблизително разстоянието от кометата до Земята. Пояснете вашите разсъждения с подходяща схема.

2 задача. ZTF J1813+4251. Двойната звездна система ZTF J1813+4251 се състои от бяло джудже и една доста необикновена звезда, от която към бялото джудже изтича вещество. В таблицата са дадени масите, радиусите и температурите на двете компоненти.

Компонента	Маса в слънчеви маси	Радиус в слънчеви радиуси	Температура
Бяло джудже	0.562	0.01374	12600 К
Звезда	0.1185	0.1017	6000 К

Орбиталният период на системата е 51.16 минути.

- **А)** Защо според вас звездата, при такава малка маса, е толкова гореща?
- **Б)** Намерете разстоянието между двете компоненти. С какво познато космическо разстояние бихте го сравнили? Масата на Слънцето е 2×10^{30} kg, гравитационната константа е равна на 6.67×10^{-11} m³/kg.s².
- **В)** Определете отношението на светимостите на двете компоненти.
- **Г)** Системата се наблюдава като затъмнително двойна звезда. Дадени са ви кривите на блясъка в различни спектрални диапазони. Обяснете защо е толкова различна амплитудата на изменение на блясъка по време на главните минимума в ултравиолетови (UV) и в инфрачервени (IR) лъчи.
- **Д)** Опитайте се да обясните защо във времето извън главните минимума в кривата на блясъка няма хоризонтални участъци и във всички спектрални области формата ѝ е еднаква.



3 задача. Маите и Венера. Както е известно, древните май са били много добри астрономи. В техния календар видимото движение на Венера играе особено важна роля. Според наблюденията на маите, след като за известен период от време „Венера се появява вечер и следва залеза на Слънцето...“, тя изчезва от небето и не се вижда в продължение на 8 дни. После Венера се явява като утринна звезда. След като завърши този неин период на утринна видимост, Венера изчезва отново и не се вижда в продължение на 90 дни. След това пак започва да се наблюдава вечер.

- **А)** Времето, в което Венера не може да се види, след като е била Вечерница, е само 8 дни. Защо времето, в което тя не може да се види, след като е била Зорница, е 90 дни (според наблюденията на маите)? Дайте само качествено обяснение, като посочите различните фактори, които имат влияние. Нарисувайте подходяща схема.

- **Б)** Опитайте се да подкрепите и допълните вашите разсъждения с количествени оценки и пресмятания, където това е възможно.

Радиусът на орбитата на Венера около Слънцето е 0.72 au, а нейният орбитален период е 224.7 дни. Приемете, че периодът на обикаляне на Земята около Слънцето е 365.25 дни. Една астрономическа единица (au) е равна на 149.6×10^6 km.

В горно съединение Венера е приблизително с 1 звездна величина по-слаба отколкото в близост до долно съединение.

4 задача. Спътник в затъмнение. Вие сте космонавт изследовател в обсерватория, намираща се в космическа станция на геостационарна орбита. Всяка ясна нощ от Земята вашата станция се вижда като светеща точка в небето.

Случва ви се да видите прекрасно явление – пълно слънчево затъмнение, причинено от Земята. В същото време на Земята се наблюдава централно лунно затъмнение. А за ваш приятел на Земята, който в централния момент на затъмнението вижда Луната в зенита, вашата станция извършва пасаж през центъра на видимия лунен диск.

- **А)** Кога през годината може да се случи това? Обяснете вашия отговор.
- **Б)** Определете приблизително колко време продължава пасажът на геостационарната станция по диска на Луната.
- **В)** Атмосферните условия и телескопът на вашия приятел му позволяват да наблюдава небесни обекти с разделителна способност $1''$ (дъгова секунда). Ако вашата станция има диаметър 20 метра, ще може ли той да различи на фона на лунния диск по време на пасажа? А ще може ли да я вижда както обикновено като светеща точка в небето непосредствено преди началото на пасажа?

Справочни данни:

Радиус на орбитата на геостационарен спътник – 42 164 km

Екваториален радиус на Земята – 6378 km

Сидеричен лунен месец – 27.32 денонощия

Видим ъглов диаметър на Луната – $31'$ (дъгови минути)

Наклон на еклиптиката към равнината на небесния екватор – $23^{\circ}26'$

Наклон на лунната орбита към равнината на еклиптиката – $5^{\circ}09'$

5 задача. Опашка на Райли-Джинс. Топлинното излъчване се описва от закона на Планк, но само в червения край на спектъра може да се използва и по-простото приближение на Райли-Джинс:

$$I(\lambda) = \frac{2ck_B T}{\lambda^4}$$

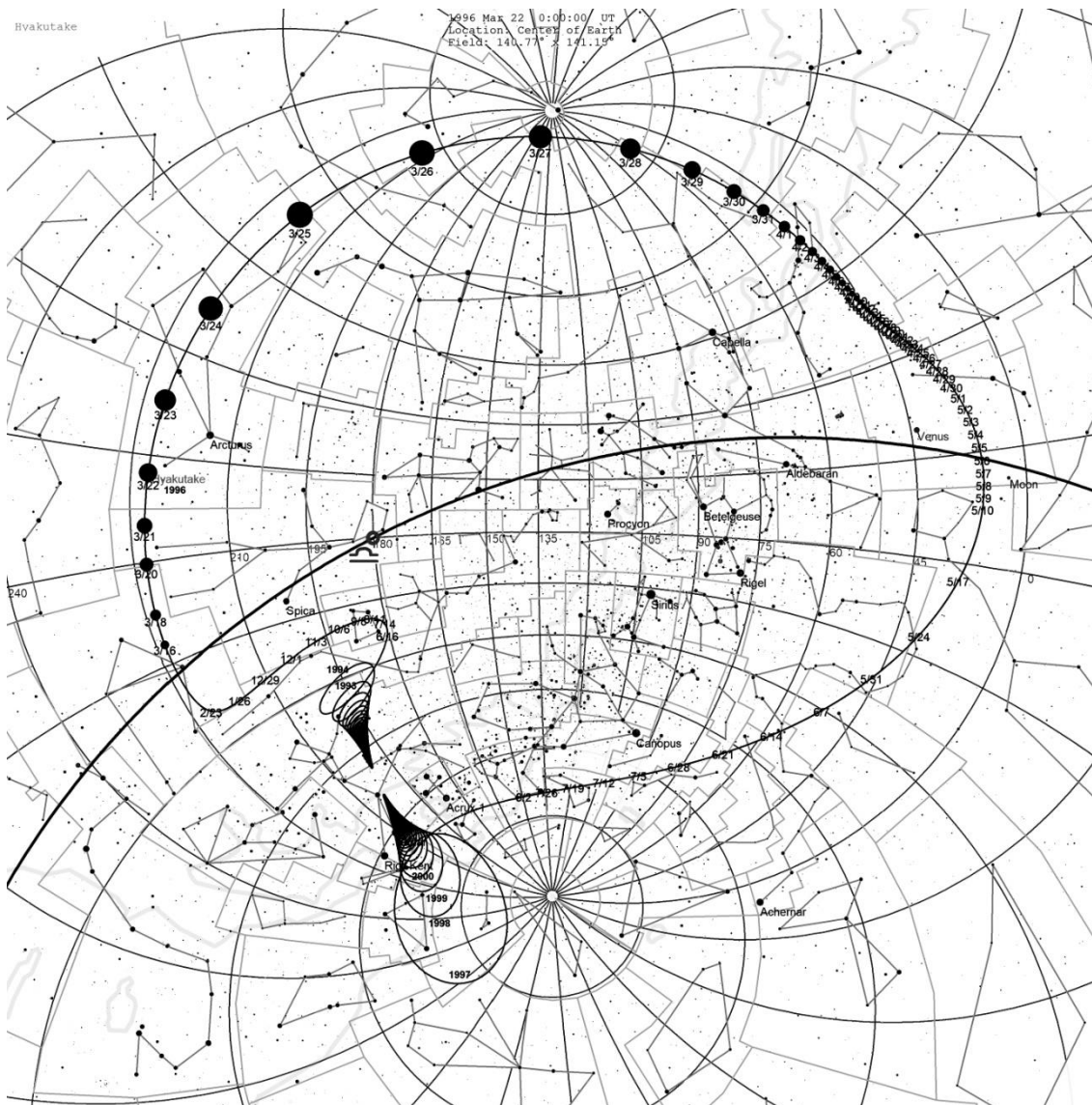
В тази формула $I(\lambda)$ е специфичният интензитет (мощността на излъчване на тялото на единица дължина на вълната λ) и чрез него се описва спектърът на излъчването, а основен параметър е температурата на излъчващата повърхност T . Формулата е валидна само при $\lambda \gg \lambda_{max}$, където λ_{max} е дължината на вълната, на която тялото излъчва най-силно според закона на Вин.

Цветовият индекс е разликата в звездните величини на един и същ обект при наблюдение в два различни филтъра. Например във филтрите В и V звездата Антарес има звездна величина съответно $B = 2^m.75$ и $V = 0^m.91$. В такъв случай цветовият индекс на Антарес е $B - V = 2.75 - 0.91 = 1.84$. По дефиниция всички цветови индекси на звездата Вега (с температура 9600 K) са равни на 0.

А) Като използвате приближението на Райли-Джинс, докажете, че в средния инфрачервен диапазон (дължина на вълната 3 – 15 μm) цветовите индекси на всички звезди, около които няма горещ прах, са близки до 0. **(4т.)**

Б) Ако близо до дадена звезда има горещ космически прах, той ще излъчва топлинни лъчи в средния инфрачервен диапазон и цветовият индекс на звездата ще се промени. Чрез такива наблюдения се установява наличието на прахови обвивки около звездите. Космическият телескоп Джеймс Уеб е снабден с инфрачервени филтри, пропускащи лъчение с дължина на вълната $5.6 \mu\text{m}$ и $7.7 \mu\text{m}$. Каква би трябвало да е температурата на космически прах, който излъчва най-силно на дължината на вълната, която пропуска първият филтър ($5.6 \mu\text{m}$)? **(4т.)**

В) В астрономията особено често използвани са филтрите В (средна дължина на вълната 445 nm) и V (средна дължина на вълната 550 nm). Звездата Вега излъчва с около 50% по-силно в диапазона на филтъра В, отколкото в диапазона на филтъра V. Какъв е минималният възможен цветови индекс В – V на най-горещите звезди без прахова обвивка (при които за оптичния диапазон на спектъра е изпълнено условието $\lambda \gg \lambda_{\text{max}}$)? **(4т.)**



Видимият път на кометата Хиакутакe на фона на звездното небе през 1996 г. – към 1 задача.