

XXIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

<http://astro-olymp.org>

III кръг, 6 юни 2021 г.

Ученици от 11-12 клас

1 задача. Комета и метеори. Нека си представим, че една комета има орбита, лежаща точно в равнината на еклиптиката, с голяма полуос 25 AU и ексцентрицитет 0.96.

- А) Определете максималното и минималното разстояние между кометата и Слънцето;
- Б) Намерете максималната и минималната скорост, с която тя се движи по орбитата си;
- В) С каква скорост относно Земята биха навлизали в земната атмосфера метеорите, чието родителско тяло е тази комета?
- Г) В кое съзвездие ще бъде радиантът на метеорния поток, наблюдаван от Земята и причинен от тази комета, ако датата, на която той проявява максимална активност, е 11 август.

Приемете, че Земята се движи по кръгова орбита.

2 задача. Да оцелеем на Меркурий. Планетата Меркурий няма практически никаква атмосфера. Поради това, а и поради факта, че тя е много близо до Слънцето, през деня повърхността ѝ се нагрява до температура над 400 °C, а през нощта изстива до около -180 °C. Все пак, около терминатора на Меркурий можем да намерим място, където температурата да е приемлива за нас. Нека си представим, че се намираме в мобилна изследователска станция на екватора на Меркурий, която се движи по такъв начин, че винаги да остава точно на терминатора.

- А) Вие отговаряте за управлението на станцията. На какво разстояние от Слънцето се намира Меркурий в моментите, когато скоростта на движение на станцията по повърхността на планетата трябва да е равна на нула?

- Б) Каква е максималната скорост, с която трябва да се движи станцията?

Меркурий се движи около Слънцето по орбита с голяма полуос 0.39 AU и ексцентрицитет 0.205. Неговият радиус е 2 440 km, а периодът на околоосното му въртене е 59 d.

3 задача. Ахернар. Звездата Ахернар (екваториални координати в епоха J2000: $\alpha = 01^{\text{h}} 37^{\text{m}} 42.8^{\text{s}}$, $\delta = -57^{\circ} 14' 12''$) е най-ярката в съзвездието Еридан и деветата по яркост на нощното небе (видима визуална звездна величина 0.46^m). Ахернар се върти много бързо. Скоростта на точка от нейния екватор е 250 km/s. Поради това звездата е силно сплесната – екваториалният ѝ радиус е 11.4 слънчеви радиуса, а полярният – 7.3 слънчеви радиуса. Масата на Ахернар е 6.7 слънчеви маси, а разстоянието до нея е 43 парсека. Приемаме, че екваторът на Ахернар лежи в равнината на зрителния лъч от нас към звездата.

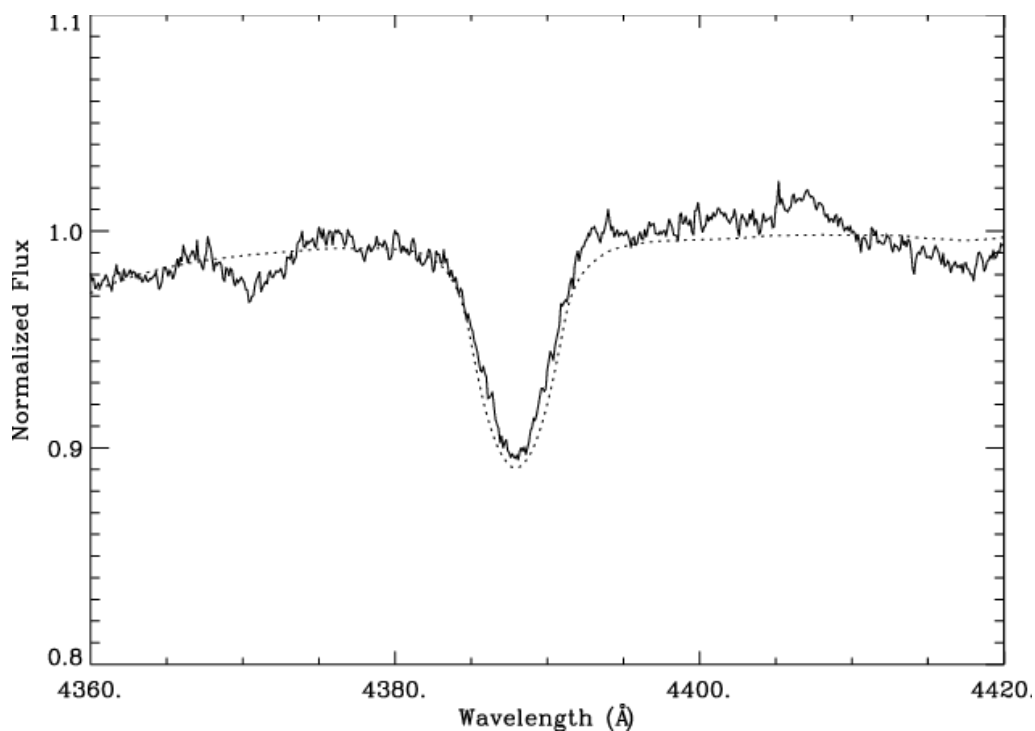
- А) Може ли е знаменитият древен учен Клавдий Птолемей да наблюдава Ахернар от Александрия, където е живял през II век? Географската ширина на Александрия е 31° 12' N.

- Б) Каква е фотосферната температура на Ахернар? Площта на сплеснат сфероид с екваториален радиус a и полярен радиус b е:

$$S = 2\pi a^2 + \frac{\pi b^2}{e} \ln \left(\frac{1+e}{1-e} \right)$$

където e е ексцентрицитетът на елипса с голяма полуос a и малка полуос b . Боллометричната поправка за звездната величина на Ахернар е $M_{bol} - M_V = -1.2^m$.

- **В)** Дадена е част от спектъра на Ахернар около линията на хелия с дължина на вълната 4388 ангстрьома. Измерете ширината на линията от край до край и обяснете получената стойност.



4 задача. Гореща планета. Представете си, че много близо до Слънцето има малка планета, която за земния наблюдател минава пред центъра на слънчевия диск точно един път дневно.

- **А)** Обикновено при планетите, които са много близо до своите звезди, периодите на околоосно въртене са синхронизирани с периодите на орбитално движение. Следователно на повърхността на нашата въображаема планета ще има една точка X , за която Слънцето винаги ще бъде точно в зенита. Каква би била температурата в тази точка? Приемете, че планетата е абсолютно черно тяло и пренебрегнете влиянието на атмосферата.

- **Б)** Има ли звезди с такава фотосферна температура като в точката X ? Сравнима ли е температурата на планетата в точката X с температурите на кафявите джуджета? По какво се различава една нагорещена планета от звезда със същата фотосферна температура? А от кафяво джудже със същата фотосферна температура?

- **В)** Намираме се в точка от планетата, което е диаметрално противоположна на точката X и наблюдаваме Земята. Колко време ще изминава от изгрева на Земята на математическия хоризонт до нейния залез? Колко обиколки би правила тази планета около Слънцето за една земна година?

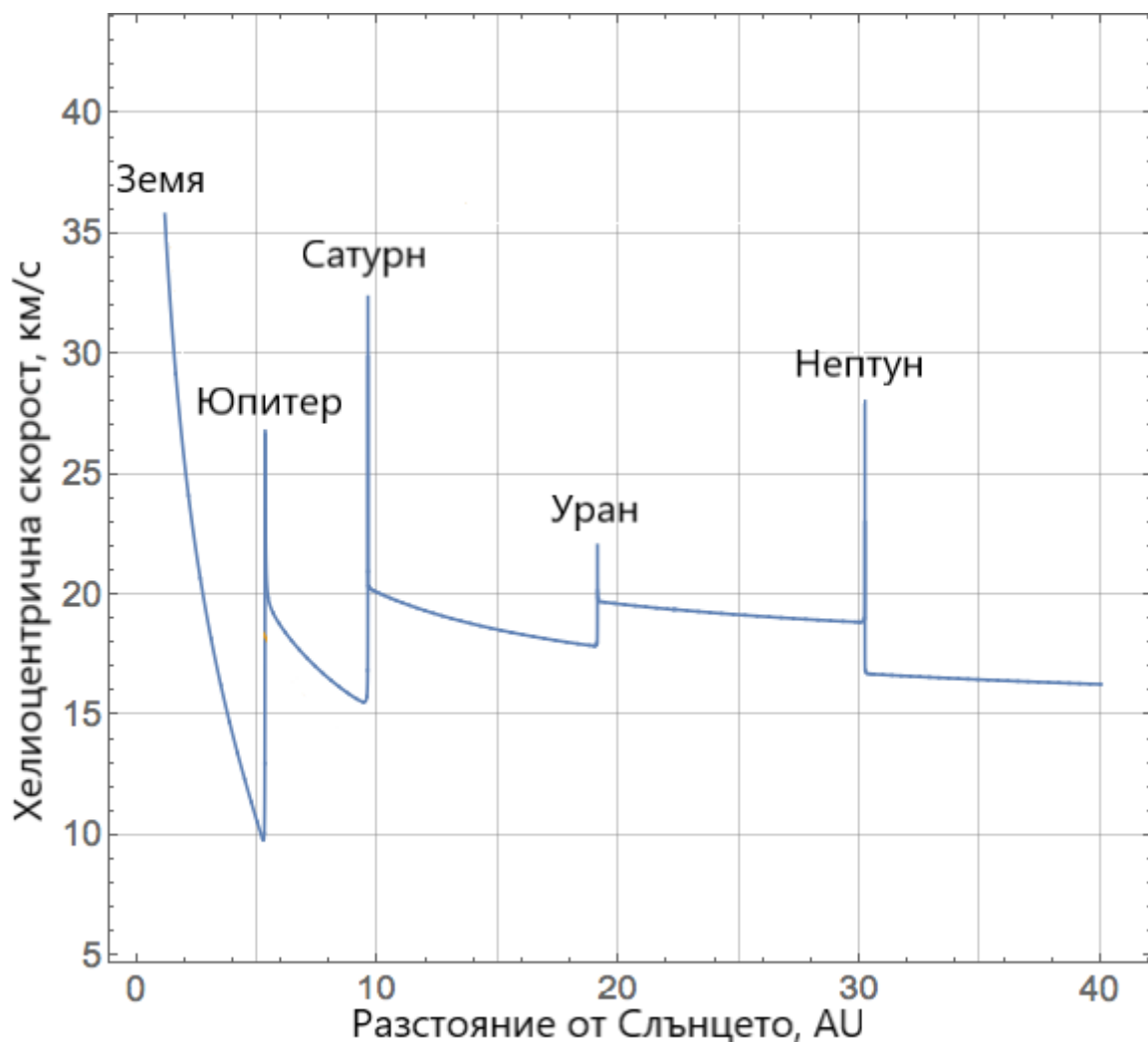
5 задача. Voyager 2. Космическата станция Voyager 2 е изстреляна от Земята през 1977 г. Тя е прелетяла последователно покрай Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун и е предала на Земята уникални снимки на тези планети и техните спътници.

При близкото прелитане покрай всяка от планетите гиганти скоростта на космическата станция е била променяна в резултат от тяхното гравитационно въздействие – траекторията на станцията е била изчислена така, че да се получи т.нар. ефект на „гравитационната прашка“. На графиката е показана зависимостта на хелиоцентричната скорост на станцията (скорост относно Слънцето) от нейното разстояние до Слънцето.

- **А)** Определете общото количество енергия, която е била „спечелена“ след преминаването на станцията покрай всичките четири планети. Направете това по два начина и сравнете получените отговори.

- **Б)** Определете приблизително с колко се е променила голямата полуос на орбитата на Юпитер след като станцията е прелетяла покрай него.

Масата на станцията Voyager 2 е 721.9 кг



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

Маса на Земята	$6 \cdot 10^{24}$ kg
Радиус на Земята	6 371 km.
Маса на Слънцето	1.99×10^{30} kg
Радиус на Слънцето	696 000 km
Температура на Слънцето	5770 K
Абсолютна болометрична звездна величина на Слънцето	4.75 ^m
Маса на Юпитер	1.9×10^{27} kg
Радиус на орбитата на Юпитер	5.20 AU
Астрономическа единица	149.6×10^6 km
Гравитационна константа	6.67×10^{-11} m ³ / kg.s ²