

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XXI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Национален кръг на олимпиадата по астрономия

Теоретичен тур – 5 май 2018 г.

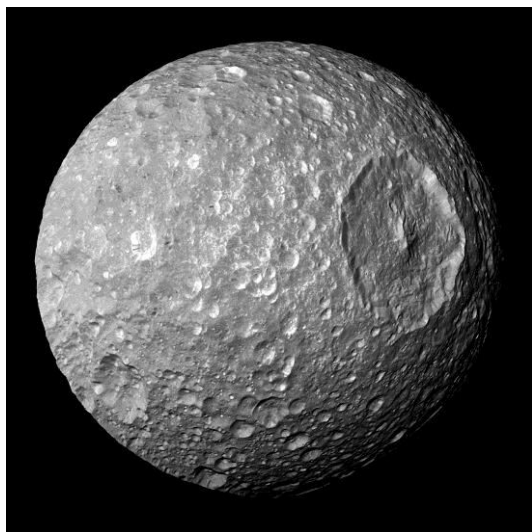
Възрастова група IX-X клас

1 задача. Планетоцентрична система. Великолепната планета се движи в орбита около Благодатното слънце. Нейните жители са добри астрономи, но са толкова патриотично настроени към родната си планета, че все още не могат да се откажат от идеята за нейното централно място във Вселената. Те считат, че Благодатното слънце и всички останали планети в тяхната система се движат около Великолепната планета. На Фиг. 1 е представена диаграма, получена от техните наблюдателни данни. Показана е траекторията на необитаемата Искряща планета относно Великолепната планета.

- А) Определете действителния орбитален период на Искрящата планета около Благодатното слънце в единици, равни на годината на Великолепната планета.

- Б) Начертайте относителната орбита на Благодатното Слънце около Великолепната планета.

2 задача. Фантастичен телескоп. Начинаещ астроном с буйно въображение има съвсем нестандартна и може би доста необмислена идея за космически телескоп. Според него телескопът трябва да има за обектив огромно огледало, монтирано в кратера Хершел на спътника на Сатурн Мимас.



Спътникът Мимас с кратера Хершел

Спътникът Мимас има радиус 198 км и маса 3.75×10^{19} кг. Неговият орбитален период около Сатурн е 0.942 денонощия и спътникът е приливно заключен. Това означава, че периодът му на околоосно въртене е равен на орбиталния му период и той е винаги обърнат към Сатурн с една и съща своя страна. Центърът на кратера Хершел лежи почти точно на екватора на спътника. Диаметърът на кратера е 139 км.

Фотоприемната апаратура на хипотетичния телескоп трябва да се намира в главния фокус на огледалото. Тя ще се носи от стационарен спътник, който се движи в екваториалната равнина на Мимас с орбитален период равен на периода на неговото околоосно въртене, така че непрекъснато ще „виси“ над кратера.

- А) Намерете фокусното разстояние на обектива на телескопа.
- Б) Какъв ще бъде размерът на изображението на Земята, наблюдавана с този телескоп, върху цифровата матрица, разположена в главния фокус? Радиусът на Земята е 6371 км, радиусът на орбитата на Сатурн около Слънцето е 9.58 астрономически единици, а една астрономическа единица е 149.6×10^6 км.

- В) Каква ще бъде разделителната способност на телескопа при наблюдение във видима светлина?

- Г) Кратерът Хершел се намира на около 110° от центъра на обърнатата към Сатурн страна на спътника Мимас, така че планетата Сатурн няма да влиза в

полезрението на телеската и да пречи на наблюденията. Но какви ще бъдат проблемите при работата с такъв телескоп?

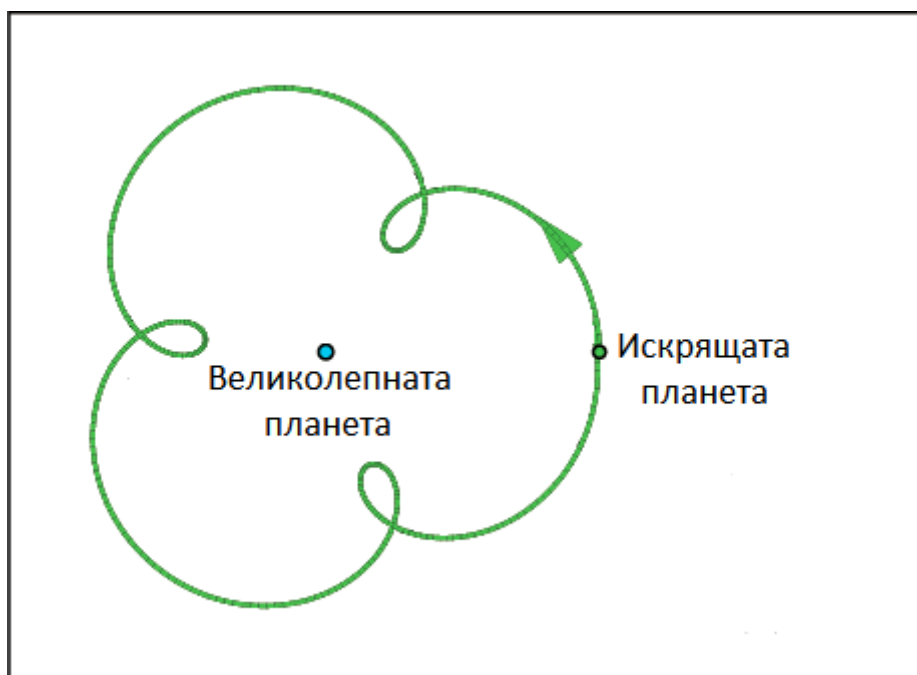
Гравитационната константа е равна на $6.67 \times 10^{-11} \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$.

3 задача. СЪН В ЗИМНА НОЩ. В студена зимна нощ ученик от X клас си мечтае за лятото. Той заспива и сънува, че е космически властелин, който може да промени земната орбита. В момента на зимното слънцестояние на 22 декември при запазване на ориентацията на земната ос той приближава Земята до Слънцето така, че осветеността на географска ширина 45° в северното полукуълбо по пладне да е същата, както е сега в деня на лятното слънцестояние по пладне на същата ширина. При това положение земята се оказва в перихелия на новата си орбита, по която тя се движи около Слънцето със същия период, както сега.

- А) Когато Земята достигне до афелия на новата си орбита, каква ще бъде осветеността от Слънцето по пладне на 45° северна ширина, отнесена към сегашната осветеност при лятно слънцестояние?

- Б) Как ще се променят сезоните на Земята и доволен ли ще е космическият властелин от своите действия?

Първоначалната орбита на земята да се счита за кръгова.



Фиг. 1. Относителна траектория на Искрящата планета в система, в която Великолепната планета е неподвижна – към задача 1.

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

XXI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Национален кръг на олимпиадата по астрономия

Практически тур – 6 май 2018 г.

Възрастова група IX-X клас

1 задача. Горещата планета. Една от най-горещите екзопланети е WASP-18b. Планетата е открита по метода на транзитите. Кривата на лъчевите скорости и кривата на блясъка са показани на Фиг.1 и Фиг.2. И на двете криви по абцисата е нанесено не времето, а фазата, която дава зависимостта от времето в части от периода, с който планетата обикаля около звездата. Масата на звездата M_s е равна на $1.28M_{\text{Sol}}$ (слънчеви маси), а на планетата – $10.43M_J$ (маси на Юпитер). Радиусът на звездата R_s е равен на $1.230R_{\text{Sol}}$ (слънчеви радиуса), а радиусът на планетата е равен на $1.165R_J$ (радиуси на Юпитер).

Определете периода на обикаляне на планетата около звездата.

Обърнете внимание на минимума на кривата на блясъка. Виждаме, че той не е плосък, а заоблен. Това се дължи на потъмнението към края на диска на звездата. Дискът е по-ярък в централната част, поради това, че там виждаме светлина идваща от по-голяма дълбочина, от слоеве с по-висока температура. Подобно явление се наблюдава и на диска на Слънцето. Нека приемем, че пасажът на планетата по диска на звездата, даден на Фиг.2, е централен.

Представете си, че орбитата на планетата се е променила и транзитът вече не преминава през центъра на звездния диск, а по хорда, която пресича радиуса на звездата на разстояние $0.7 R_s$ от нейния център. Направете необходимите построения и начертайте новата крива на блясъка на звездата върху кривата на блясъка на централния транзит, като използвате дадения мащаб по двете оси на графиката.

Масите на Слънцето е 2×10^{30} кг, а на Юпитер 1.9×10^{30} кг. Радиусът на Слънцето е 700 000 км, а на Юпитер 70 000 км.

2 задача. Халеевата комета. Последната поява на Халеевата комета беше през 1986 г. Орбиталният период на кометата е приблизително 76 години, а равнината на нейната орбита почти съвпада с равнината на земната орбита около Слънцето.

В таблицата са представени данни за Халеевата комета от 1985 и 1986 г. Разстоянието от Земята до кометата е в астрономически единици (AU). Дадено е видимото ъглово отстояние на кометата от Слънцето за земен наблюдател, а също в каква посока се вижда кометата от Слънцето – на изток (E) или на запад (W).

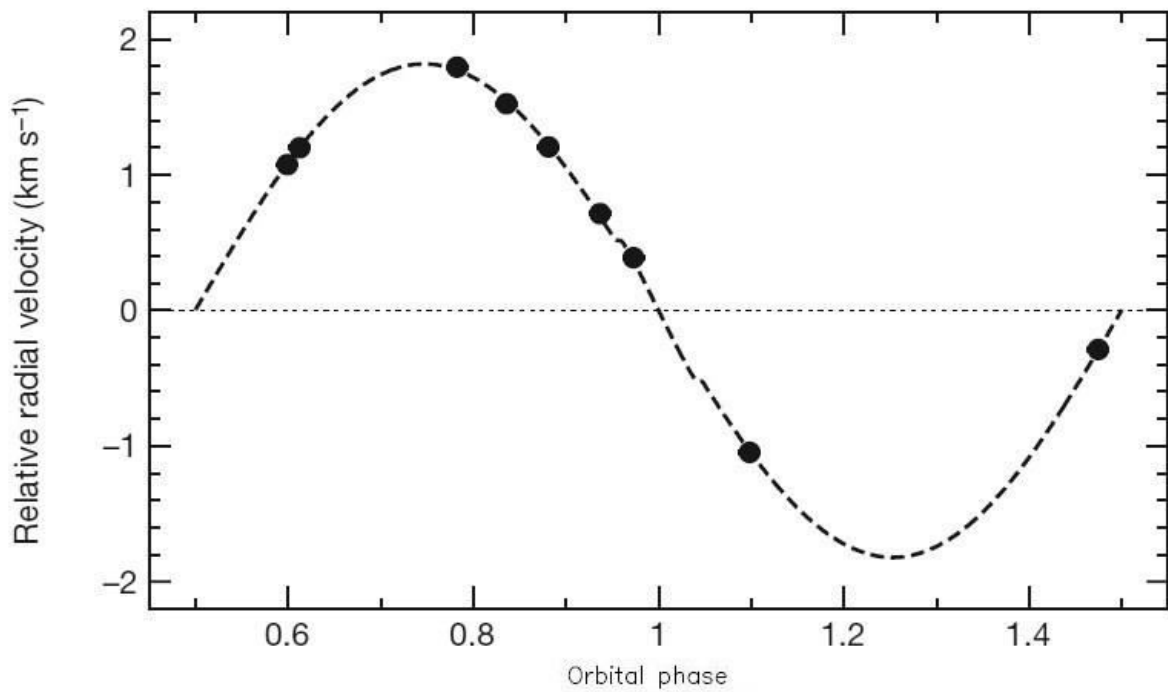
- А) На лист хартия отбележете положението на Слънцето. Начертайте земната орбита като кръг с подходящ диаметър. Използвайте данните от таблицата и постройте участъка от орбитата на кометата, преминаващ близо до Слънцето.

- Б) Направете необходимите измервания по снимката на Фиг. 3 и определете видимата ъглова дължина на опашката на кометата. Използвайте начертаната от вас схема с орбитата на кометата и определете истинската дължина на опашката в километри.

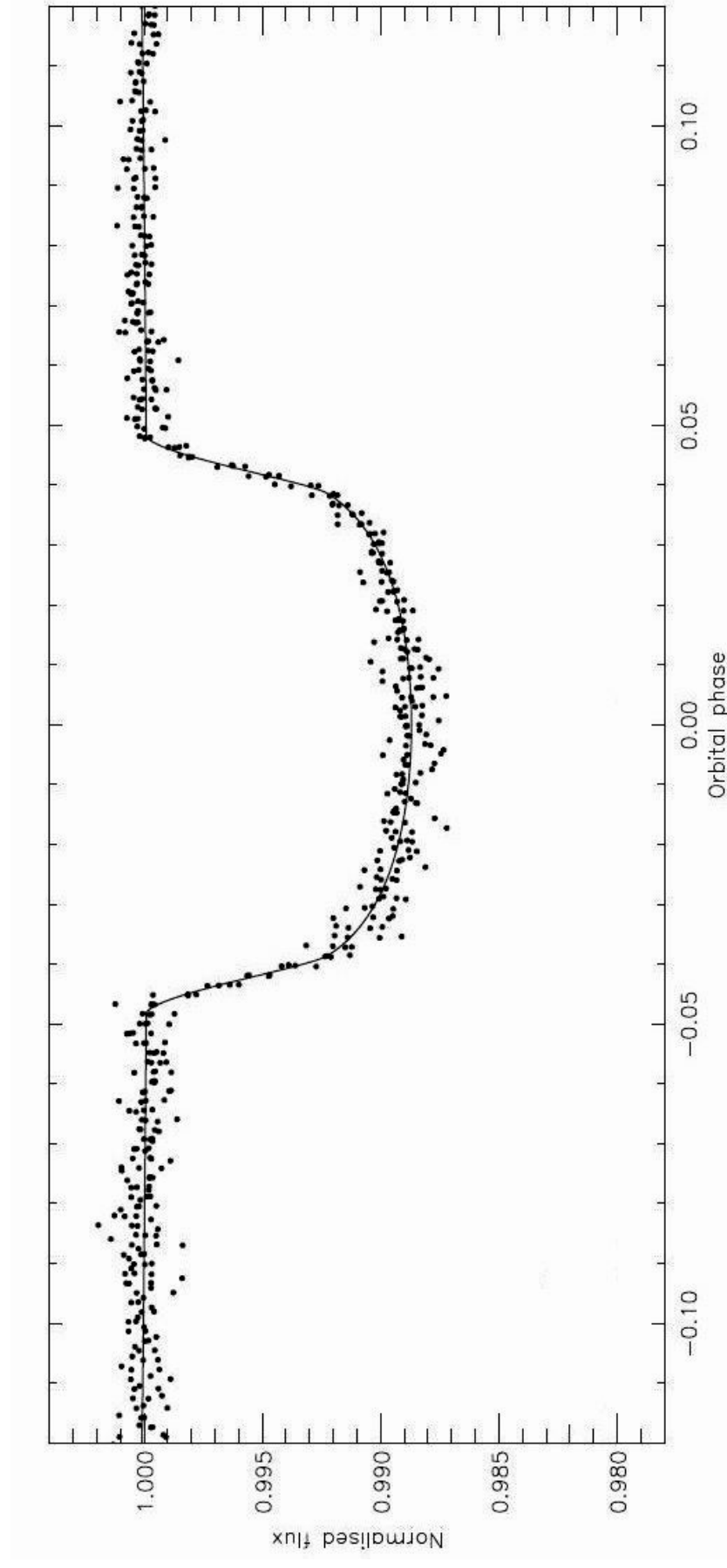
Една астрономическа единица се равнява на 150 милиона километра.

Данни за Халеевата комета

№	Дата	Разстояние от Земята, AU	Ъглово отстояние от Слънцето	№	Дата	Разстояние от Земята, AU	Ъглово отстояние от Слънцето
1	04.X.1985	1.944	97.8° W	7	09.П.1986	1.550	7.7° W
2	27.X.1985	1.219	128.0° W	8	08.Ш.1986	1.110	45.2° W
3	17.XI.1985	0.703	175.9° W	9	25.Ш.1986	0.686	76.4° W
4	13.XII.1985	0.785	93.9° E	10	17.IV.1986	0.465	149.3° E
5	01.I.1986	1.159	55.3° E	11	13.V.1986	1.178	111.1° E
6	23.I.1986	1.502	22.2° E	12	03.VI.1986	1.866	88.6° E



Фиг. 1. Крива на лъчевите скорости на звездата – към 1 задача.



Фиг.2. Крива на бляска на звездата – към 1 задача.



Фиг. 3. Халеевата комета на 08 март 1986 г. Видимото ъглово разстояние между звездите, означени с А и В, е 4.8° - към 2 задача.