

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

Национален кръг на олимпиадата по астрономия

Димитровград, 10 май 2025 г.

Възрастова група VII-VIII клас, първи тур

Задача 1. Спътници на Нептун. Нептун има 16 известни спътника, но само два от тях са открити преди 1980 г. – Тритон и Нереида. Тритон има радиус 1353 km, средна плътност $2,06 \text{ g/cm}^3$ и обикаля около Нептун по кръгова орбита с радиус 355 000 km за 5,87 дни. Нереида има радиус 179 km, средна плътност $1,5 \text{ g/cm}^3$ и обикаля около Нептун по силно елиптична орбита, изцяло външна за Тритон. Ексцентрицитетът на орбитата на Нереида е $e = 0,75$, т.е. минималното разстояние r_p до центъра на Нептун е със 75% по-малко от средното, а максималното разстояние r_A – със 75% по-голямо от средното. Тритон е известен с това, че се върти около Нептун в обратна посока спрямо останалите големи спътници и спрямо околоосното въртене на планетата, което означава, че вероятно преди време е бил планета-джудже, захваната гравитационно от Нептун.

- **А)** Колко пъти по-масивен е Тритон от Нереида? **[3 т.]**
- **Б)** Колко пъти по-голяма е площта на Тритон от тази на Гренландия? Площта на Гренландия е 2,17 милиона квадратни километра. **[3 т.]**
- **В)** Максималното разстояние между Тритон и Нереида е 9,8 пъти по-голямо от минималното. Изчислете средното разстояние a от центъра на Нептун до Нереида. То е равно на голямата полуос на орбитата на Нереида (половината от размера на орбитата). Наклоните на орбитите една спрямо друга да се пренебрегнат. **[4 т.]**

През 1989 г. е открит по-голям спътник от Нереида, наречен Протей. Протей има радиус 210 km и обикаля около Нептун по кръгова орбита с радиус 118 000 km.

- **Г)** Според III закон на Кеплер, ако два обекта обикалят около масивно тяло по кръгови орбити, то радиусите на орбитите им на 3-та степен, разделени на орбиталните им периоди на 2-ра степен, дават едно и също число ($r^3/T^2 = \text{const}$). С каква скорост (в km/s) се движи Протей по орбитата си около Нептун? **[3 т.]**

Задача 2. Планета в небето. На Фигура 1 е дадена снимка, направена от българския астроном Пенчо Маркишки на 3 април 2012 г. На нея Венера се вижда на фона на разсеяния звезден куп Плеяди (разположен в съзвездие Бик).

- **А)** Като Вечерница или като Зорница се е наблюдавала Венера на тази дата? Обяснете вашия отговор. **[2 т.]**
- **Б)** На 3 април 2012 г. Венера се е наблюдавала на ъглово отстояние 46° от Слънцето. Определете ъгловото отстояние между Венера и Слънцето за земен наблюдател за датата 3 април 2016 г. В кое съзвездие се е наблюдавала тази планета тогава? Как се нарича следващата основната конфигурация на Венера относно Земята, която предстои от 3 април 2016 г. нататък? **[4 т.]**
- **В)** Определете големината на скоростта, с която Венера се е приближавала или отдалечавала от Земята за всяка от двете дати. Не забравяйте да отчетете и движението на Земята по нейната орбита. **[3 т.]**

Указание: За да решите предните две подусловия, начертайте орбитите на Венера и Земята в еднакъв мащаб и определете графично стойностите на търсените величини. Начертайте внимателно големините и посоките на скоростите на двете планети. Изобразете векторите на тези скорости като отсечки, чиито дължини са в същото отношение, както големините на скоростите на двете планети. Използвайте, че при движение на тяло по окръжност векторът на скоростта на тялото лежи на права, която е допирателна към окръжността.

- Г) Докажете, че на 3 април 2020 г. Венера се е наблюдавала почти точно на същото място на фона на звездите, както на 3 април 2012 г. [3 т.]

Приемаме, че всички планети се движат по кръгови орбити, които лежат в една равнина.



Фигура 1. Венера на фона на Плеядите.

Задача 3. Поглед от Европа. Вие работите в астробиологическа станция на спътника на Юпитер Европа и сондирате неговата ледена покривка, за да изследвате намиращия се под нея океан от течна вода с цел да проверите дали там има поне някакви примитивни форми на живот. В свободното си време съзерцавате огромния Юпитер и неговото величествено въртене около оста.

- **А)** Пресметнете видимия от Европа период на околоосно въртене на Юпитер. Колко такива периода се съдържат в едно денонощие за Европа? (Орбиталното движение на Юпитер около Слънцето е твърде бавно и не е необходимо да го отчитате). **[3 т.]**

Приемете, че орбитата на Европа около Юпитер лежи в равнината на орбитата на Юпитер около Слънцето и че осите на въртене на Юпитер и Европа са перпендикулярни на същата тази равнина. Орбитата на Европа е кръгова. Европа е приливно заключена и е винаги обърната към Юпитер с една и съща своя страна. Вашата станция се намира съвсем недалеч на север от центъра на тази страна на спътника, която е обърната към Юпитер.

На Фигура 3 са ви дадени четири схеми. На всяка от тях са изобразени Юпитер и орбитите на спътниците Йо, Европа и Ганимед (мащабите не са спазени). С кръгче е отбелязано едно положение на Европа по нейната орбита. Със стрелка е показана посоката на орбитално движение на спътниците. Към вас са обърнати северните полюси на обектите.

- **Б)** На схемите последователно означете със стрелки посоката, от която идват слънчевите лъчи, когато за вашата станция е полунощ (схема 1), начало на деня (схема 2), пладне (схема 3) и начало на нощта (схема 4). **[2 т.]**
- **В)** Какво явление ще наблюдавате, когато за вас настъпва пладне? А какво ще виждате, наблюдавайки Юпитер, когато за вас настъпва полунощ? **[4 т.]**
- **Г)** Оттук нататък допускаме, че вие можете да се разхождате по цялото северно полукълбо на Европа. Времената от денонощието за мястото на станцията обаче се запазват, каквито са в предните подусловия. На всяка от схемите нанесете положенията на Йо и Ганимед, при които вие бихте могли да ги видите във фазите А, В и С, там, където това е възможно. Отбележете нанесените от вас положения с латинските букви, с които са означени съответните фази. **[4 т.]**



Фигура 2. Размери на Галилеевите спътници.

Задача 4. Разходка до червените гиганти. Шеат (β Peg) и Мирах (β And) са две ярки звезди, червени гиганти. Те се наблюдават много добре на есенното небе и са на едно и също разстояние от Слънцето – почти точно 200 светлинни години. Всяка от двете звезди има мощност на излъчването (светимост) около 1600 пъти по-голяма от тази на Слънцето. На Фигура 4 е дадена звездна карта с координатна мрежа, на която са обозначени положенията на двете звезди.

- **А)** На колко градуса по небето една от друга са Шеат и Мирах? Направете необходимите измервания по картата, за да отговорите. Използвайте разстоянието между паралелите за мащабиране на сантиметри в градуси. От лявата и дясната страна на картата има скала на деклинациите. **[2 т.]**

Нека да се разходим мислено до Мирах. От околностите на Мирах звездното небе ще изглежда за нас по доста различен начин.

- **Б)** Ако сме близо до Мирах, на колко градуса по звездното небе ще виждаме Слънцето спрямо Шеат? **[2 т.]**
- **В)** Мирах, за наблюдател от Земята, има звездна величина 2,1. Каква ще бъде звездната величина на Слънцето, гледано от Мирах? Отговорете с точност 0,5 звездни величини. **[3 т.]**

Указание: Когато един обект има звездна величина с единица по-голяма от звездната величина на друг обект, то блясъкът на първия обект е около 2,5 пъти по-слаб от блясъка на втория. Например звезда със звездна величина 4,7 е 2,5 пъти по-слаба от звезда със звездна величина 3,7.

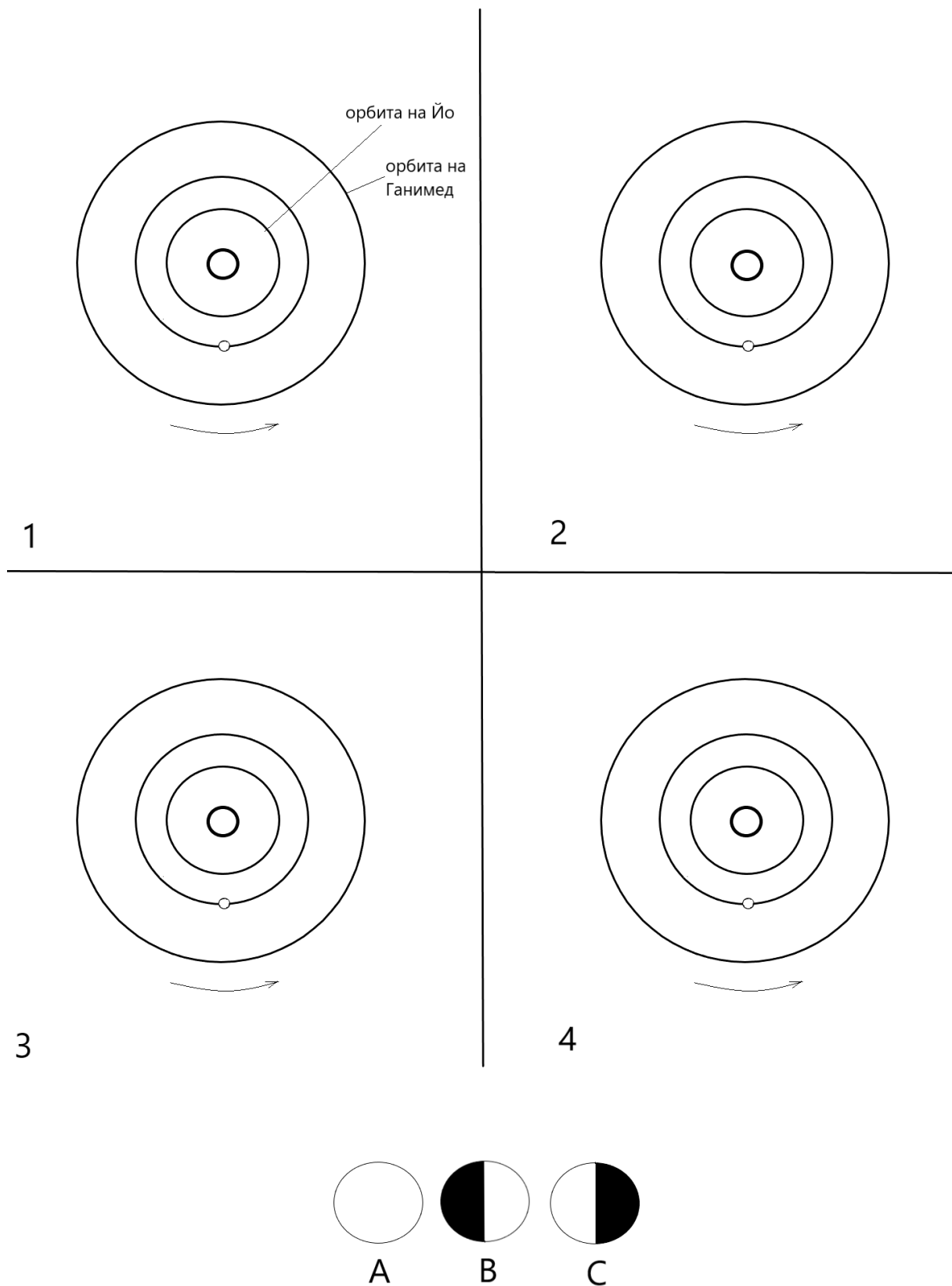
- **Г)** Сега искаме да изминем разстоянието от Мирах до Шеат. Мисълта ни го изминава веднага. Приблизително за колко години го изминава светлината? **[2 т.]**

На звездната карта виждате и галактиката М31 (Андромеда), която е много по-далеч – на 2,5 милиона светлинни години от нас. Нека да се преместим мислено там и да обърнем поглед към нашата галактика – Млечния път. С голям телескоп ще можем да видим Мирах и Шеат като две слаби червени звездички и Слънцето като още по-слаба жълта звездичка.

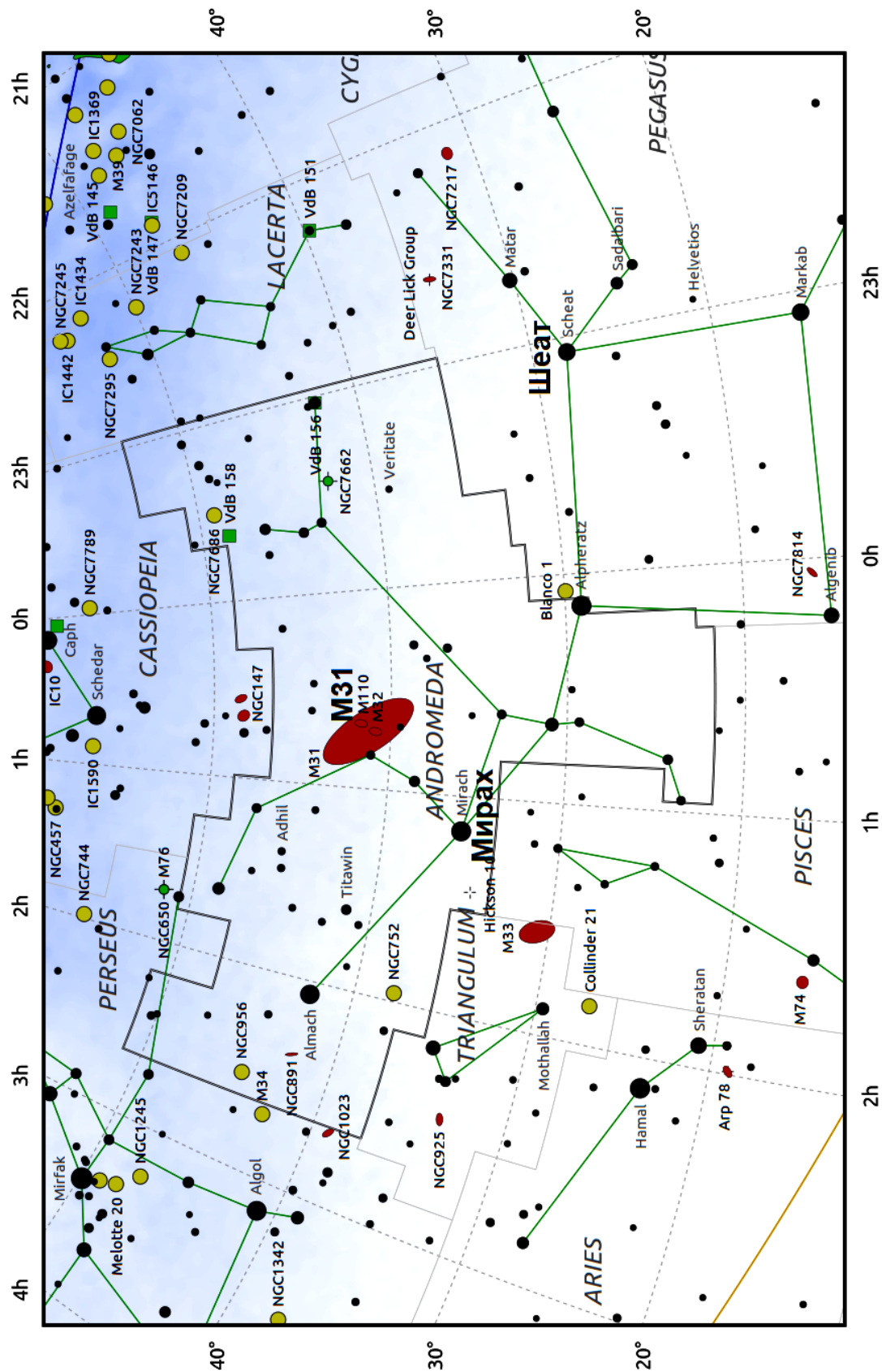
- **Д)** На колко дъгови секунди една от друга ще бъдат Мирах и Слънцето, ако от галактиката М31 виждаме светлината, излъчена от тях в наши дни? Една дъгова секунда е $1/3600$ част от градуса (т.е. $1^\circ = 3600''$). **[3 т.]**

Справочни данни (по всички задачи):

Радиус на орбитата на Земята	$r_E = 1 \text{ au} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km}$
Радиус на орбитата на Венера	$r_V = 0,723 \text{ au}$
Орбитален период на Земята	$T_E = 365,25 \text{ d}$
Период на околоосно въртене на Юпитер	$P = 9,925 \text{ h (часа)}$
Орбитален период на Европа	$T = 3,551 \text{ d}$



Фигура 3. Орбити на Йо, Европа и Ганимед. При фазите на спътниците А, В и С в черно е означена неосветената (тъмната) страна, а в бяло осветената страна (към Задача 3).



Фигура 4. Звездна карта (към Задача 4).