

III кръг, 6 май 2023 г.

Ученици от 7-8 клас

**Задача 1. Планетата Боинайел.**

Звездата WASP-6 е наречена Мароуху – духът на ясното небе според митологията на изчезналите карибски племена Таино. Около звездата обикаля планета, на която е дадено името Боинайел – брат близък на Мароуху и бог на дъжда. Мароуху е жълта звезда от спектрален клас G8 с маса 0.88 слънчеви маси. Планетата Боинайел има маса 1/2 от масата на Юпитер и радиус 1.22 радиуси на Юпитер. Боинайел прави една обиколка около Мароуху за 3.36 земни дни.

А) Пресметнете разстоянието от Боинайел до звездата Мароуху. Можете да използвате III Закон на Кеплер във вида

$$\frac{r^3}{T^2} = M$$

където  $r$  е радиусът на орбитата в астрономически единици,  $T$  е орбиталният период в години, а  $M$  е масата на звездата в слънчеви маси.

Астрономическата единица е  $1 \text{ au} = 149.6 \times 10^6 \text{ km}$ . (3т.)

Б) Пресметнете средната плътност на Боинайел. По-висока ли е тя от плътността на водата при нормални условия? Средната плътност на Юпитер е  $1326 \text{ kg/m}^3$ . (3т.)

В) Има ли връзка между резултата, получен от вас в подусловие А) и резултата от подусловие Б)? Какво можете да предположите за състава на планетата и за физичните условия на повърхността ѝ? (3т.)

Г) Пресметнете средната скорост на Боинайел по нейната орбита. Колко пъти по-висока е тя от максималната скорост на боен самолет F-16 (около  $2100 \text{ km/h}$ )? (3т.)

**2 задача. Voyager-1.** Междупланетната станция Voyager 1 е изстреляна през 1977 г. и е прелетяла покрай планетите Юпитер и Сатурн. Сега тя е на разстояние 159.1459 астрономически единици от Земята. Някои от нейните изследователски инструменти продължават да функционират и на Земята все още се получават данни от тях.

А) Дадена ви е карта с видимия път на станцията на фона на звездното небе. В кое съзвездие е Voyager 1 сега? Станцията се е отдалечила вече толкова много, че нейното видимо отместване на фона на звездите в последните години е пренебрежимо. Може да се приеме, че тя се проектира практически в неподвижна точка. Това е крайната точка от изобразената траектория.

Б) Върху звездната карта с координатната мрежа, която също ви е дадена, нанесете положението на станцията. Определете приблизително нейните екваториални координати – ректасцензия и деклинация.

Представете си, че се намирате в радиоастрономическа обсерватория на екватора на 21 юни 2023 г. Разполагате с голям радиотелескоп и искате да изпратите сигнал до станцията.

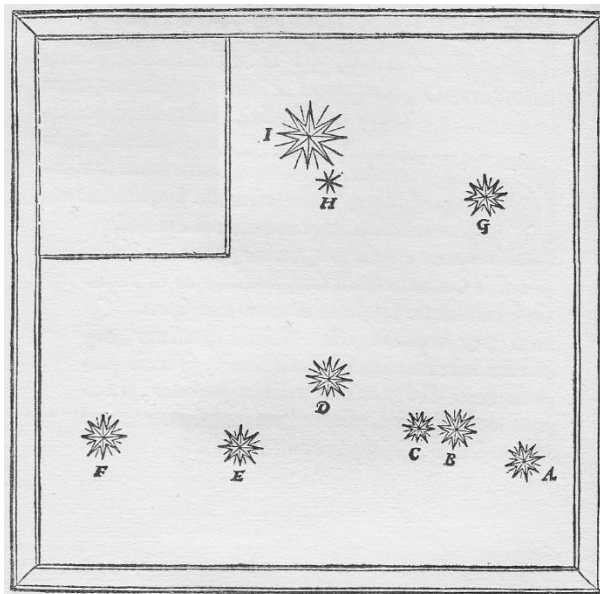
**В)** Определете за колко време вашият сигнал ще стигне до станцията. Радиовълните се движат със скоростта на светлината ( $c = 300\,000\text{ km/s}$ ).

**Г)** Веднага след получаването на вашия сигнал станцията Voyager-1 изпраща отговор към Земята. Нанесете на звездната карта положението на Слънцето за дадената дата. Приблизително в какви часове на денонощието (в кой интервал от време) по местно слънчево време можете да изпратите сигнала, така че да бъде възможно до получите автоматичния отговор на станцията със същия радиотелескоп (при пристигането на сигнала от станцията вашият радиотелескоп да не се окаже на обратната страна на Земята)?

1 астрономическа единица =  $149.6 \times 10^6\text{ km}$

**3 задача. Свръхновата на Тихо Брахе.** През 1572 г. знаменитият датски астроном Тихо Брахе наблюдава свръхнова звезда, която оказва силно влияние върху него, като привлича интереса му към астрономията.

**А)** Дадена ви е рисунка от съчинението на Тихо Брахе „De nova et nullius aevi memoria prius visa stella“. Свръхновата е отбелязана с буквата I. В кое съзвездие е била свръхновата?



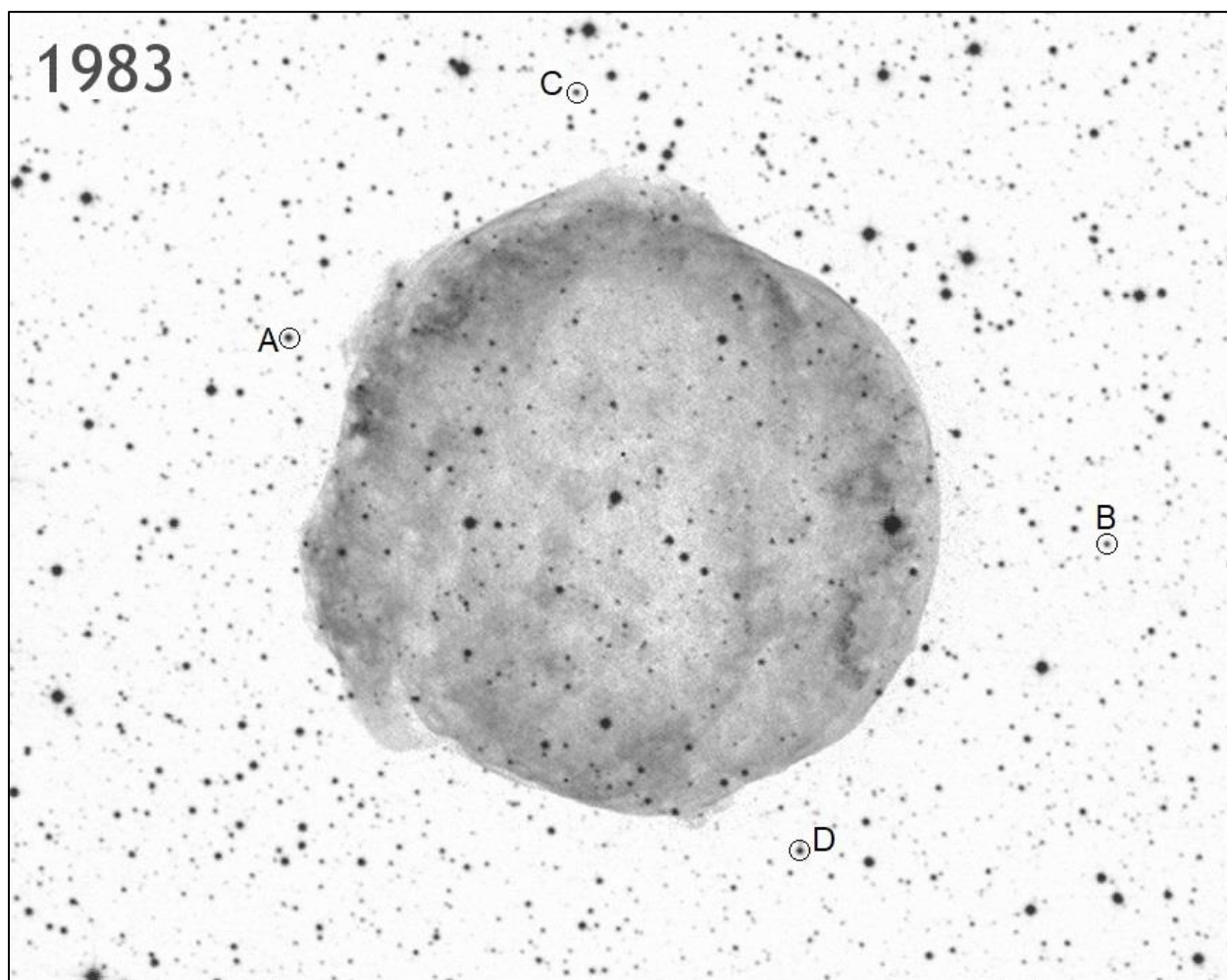
Предоставени са ви две изображения на мъглявината, останала след взрива на звездата. Те са получени със системата от радиотелескопи VLA в САЩ през 1983 и 2013 г. Мъглявината се намира на разстояние 15000 светлинни години.

На следващото изображение са означени две двойки звезди и са дадени видимите ъгли разстояния между звездите от всяка двойка. Не правете измервания върху него. Използвайте изображенията, дадени след условията на задачите. Определете мащаба на тези изображения (колко милиметра отговарят на една дъгова минута).

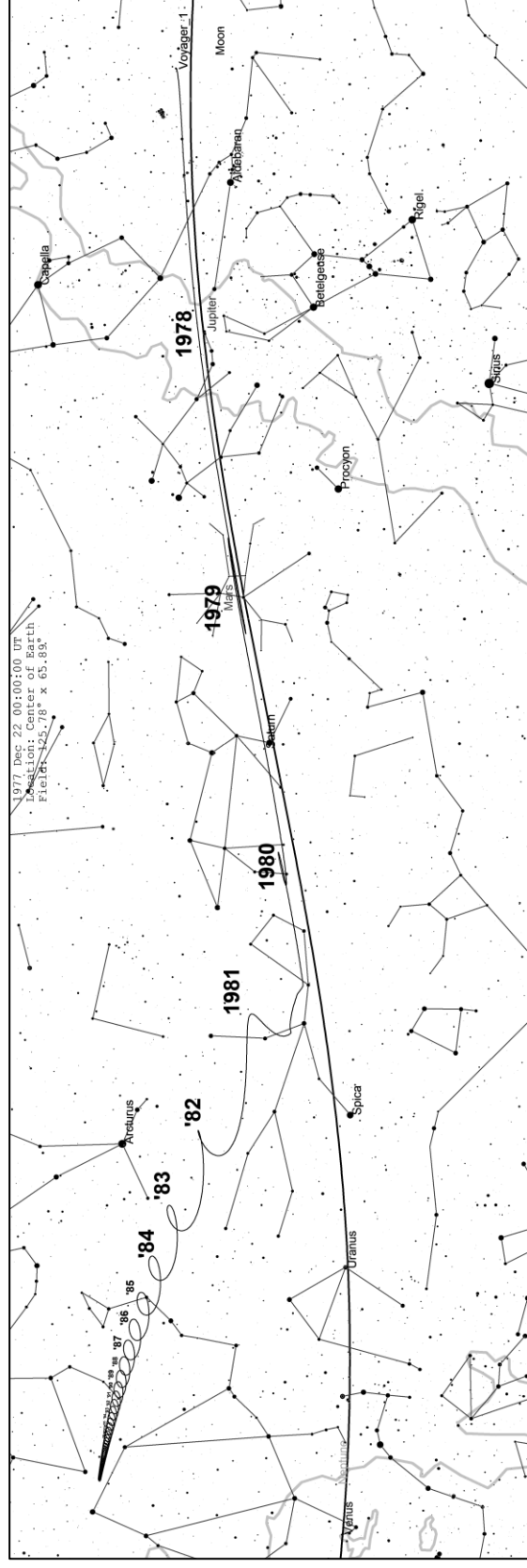
Б) Определете какъв е бил напречният размер на мъглявината в дъгови минути през 1983 и през 2013 г. На всяко от изображенията направете по няколко измервания в различни направления и усреднете резултата. Начертайте хордите, по които мерите размерите.

В) Пресметнете приблизително скоростта на разширение на мъглявината в km/s (скоростта на отдалечаване на външните граници от центъра).

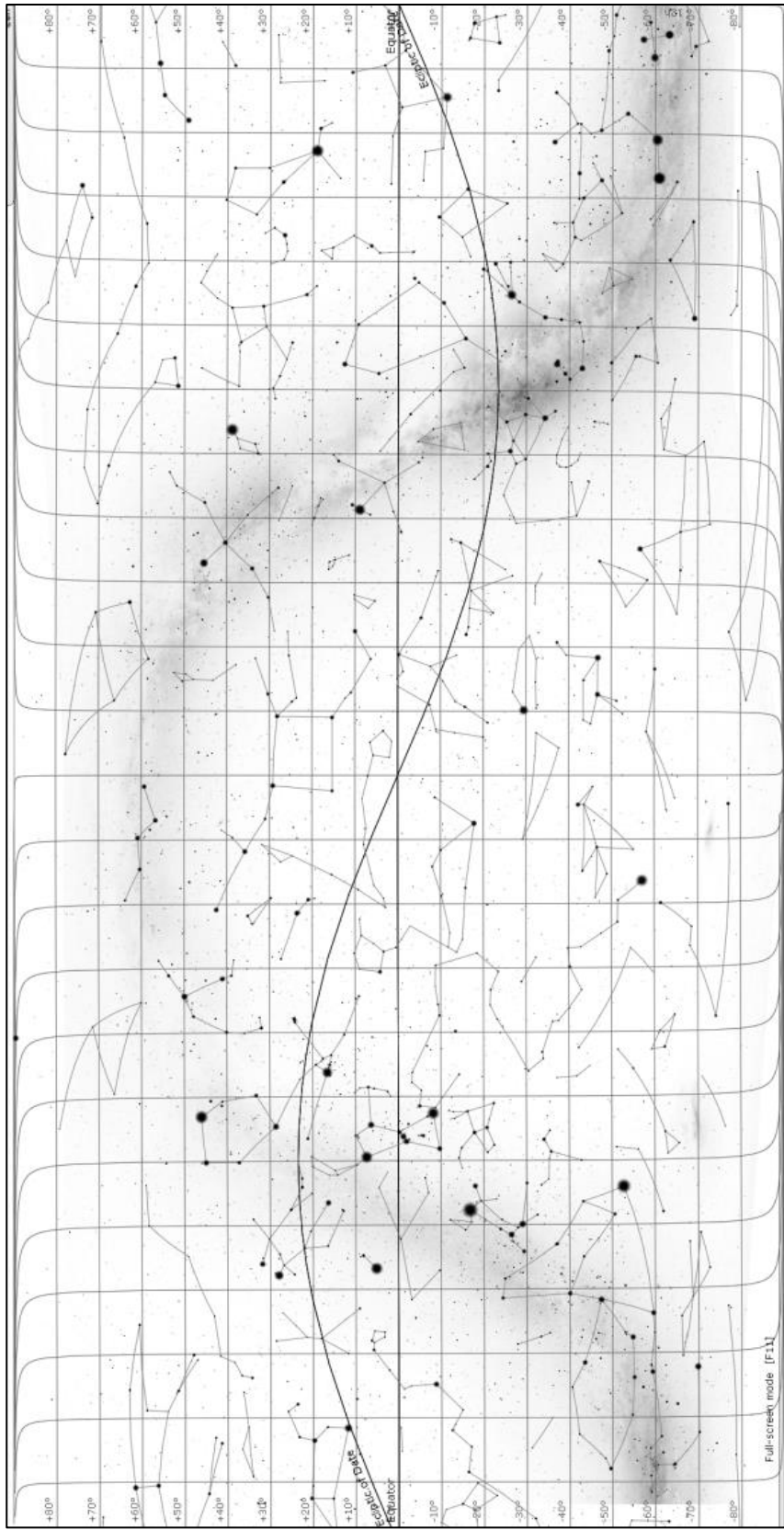
Г) Въз основа на получената от вас скорост оценете възрастта на мъглявината. Сравнете я с действителната ѝ възраст съгласно годината на наблюдение от Тихо Брахе и обяснете разликата.



Радиоизображение на мъглявината – остатък от свръхновата на Тихо Брахе (Не правете измервания по това изображение, а по големите изображения, които са дадени след условията на задачите. Намерете посочените тук звезди А,В,С,Д върху големите изображения и ги означете). Ъгловото разстояние между звездите А и В е  $10'.79$ , а ъгловото разстояние между звездите С и D е  $10'.09$ .

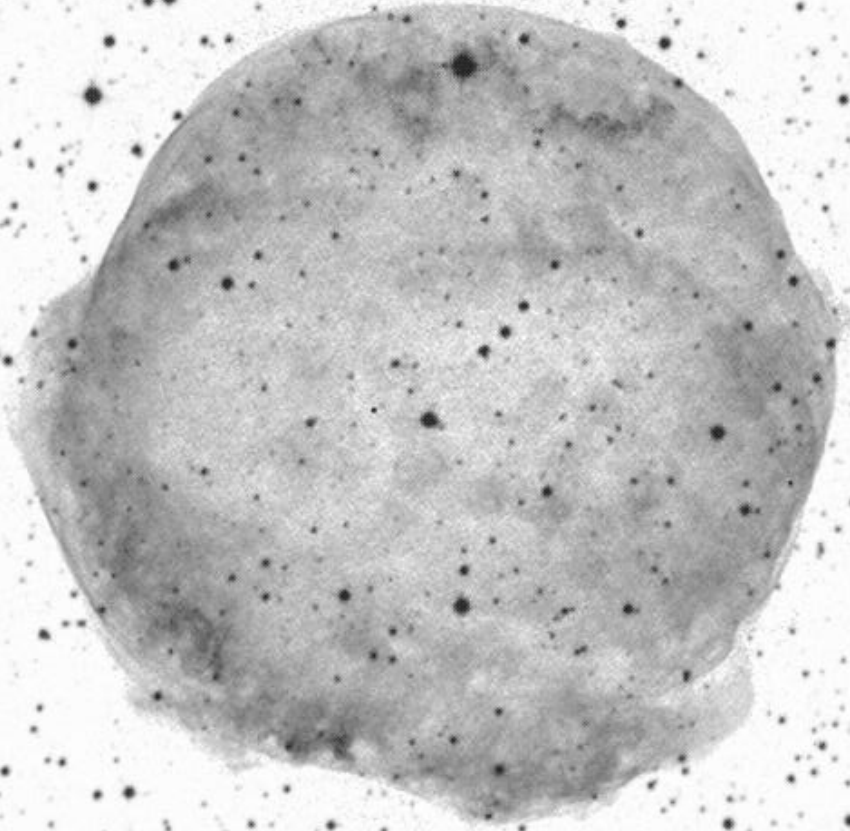


Видимият път на станцията Voyager 1 на фона на звездното небе

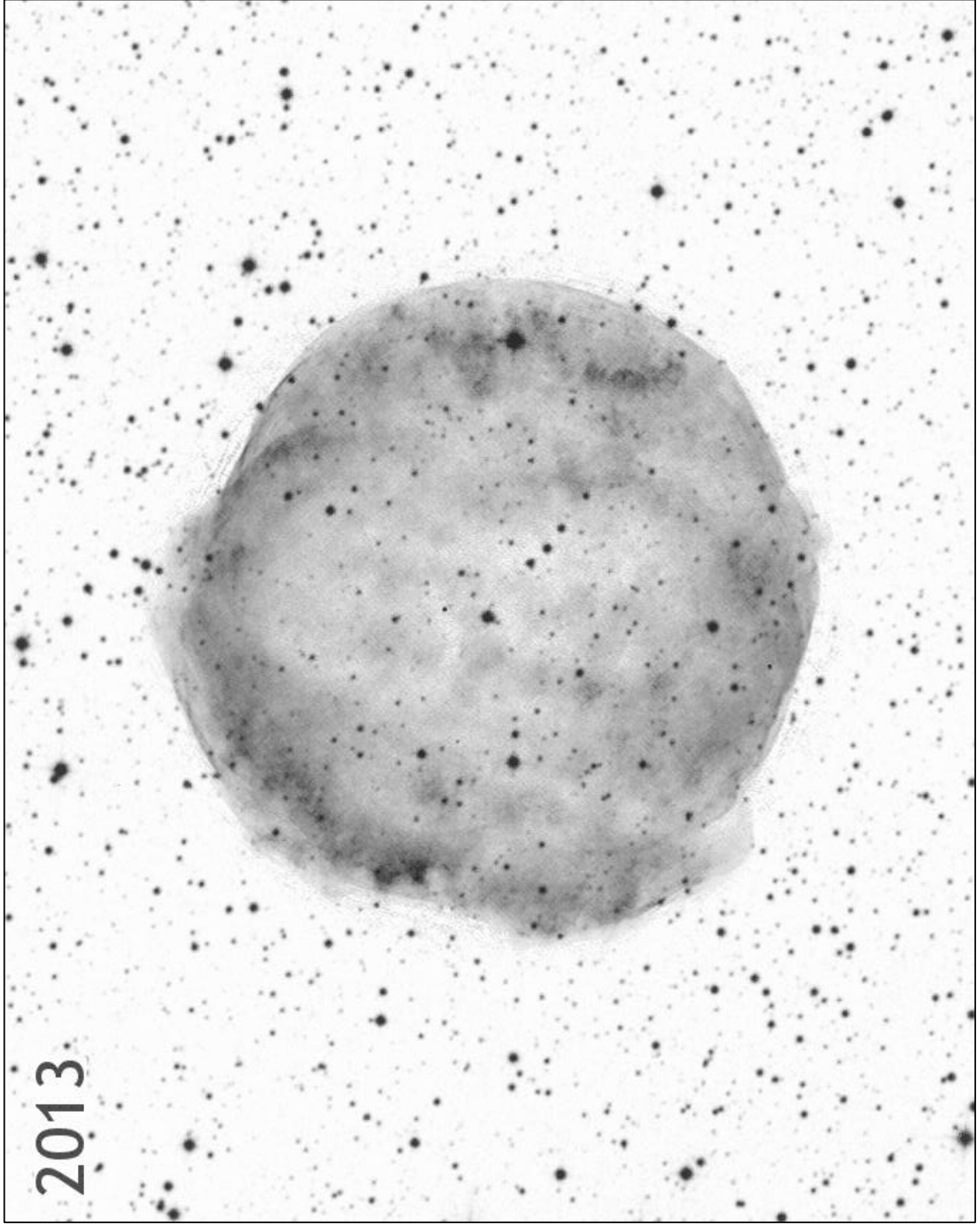


Нанесете на тази карта положението на станцията Voyager-1.

1983



2013



#### **4 Задача. Парад на планетите.**

През месец април 2022г. имахме възможността да наблюдаваме красиво подреждане на планетите Сатурн, Марс, Венера и Юпитер.

Разполагате със снимка, заснета на малко преди изгрева на Слънцето на 21-ви април, на която това явление е показано.

**А)** От кое полукълбо на Земята и кой континент е заснето изображението?

😊 Обосновайте своя отговор.

**Б)** Ако знаете, че датите на последните до този момент опозиции на Юпитер и Сатурн са съответно: 20 август 2021г. и 2 август 2021г., то начертайте в мащаб орбитите на Марс, Земята и Венера и нанесете максимално точно взаимните положения на Земята, Марс и Венера по техните орбити, за датата, на която е получено изображението.

Подробно опишете всяка стъпка от Вашето решение.

**В)** Кои са следващите във времето основни конфигурации на Марс и на Венера, за наблюдател на Земята?

Приемете, че всички орбити са кръгови и лежат в една равнина.

#### **Справочни данни:**

Радиус на орбитата на Венера – 0.72 au

Радиус на орбитата на Марс – 1.52 au

Радиус на орбитата на Юпитер – 5.2 au

Радиус на орбитата на Сатурн – 9.6 au

Орбитален период на Земята – 365d.



• **Сатурн**

• **Марс**

• **Венера**

• **Юпитер**

