

XXIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

<http://astro-olymp.org>

III кръг, 6 юни 2021 г.

Ученици от 7-8 клас

1 задача. Космическа разходка.

• **А)** Романтичният австралиеца от Мелбърн, когото познавате от задачата за втория кръг, се разхожда със своята приятелка на лунна светлина към 18 часа по местно време. Нарисувайте как изглежда за него фазата на Луната, ако пълнолунието се очаква да бъде след около седмица. В каква посока се вижда Луната?

• **Б)** Избройте две съзвездия, с които граничи съзвездието Андромеда. Не изброявайте повече от две съзвездия.

• **В)** Съвременният човек – Homo Sapiens – се е сформирал преди около 100 000 години. Съществувал ли е той по времето, когато е била излъчена светлината, пристигаща при нас сега от следните обекти:

- Плеядите;
- галактиката Андромеда;
- квазара 3C 273;
- кълбовидния звезден куп M13?

• **Г)** В кои съзвездия се намират звездите

- Ригел;
- Алтаир;
- Спика?

• **Д)** Отговорете и обяснете дали можем да наблюдаваме метеори:

- от повърхността на Меркурий;
- от повърхността на Венера;
- от борда на Международната космическа станция?

2 задача. Китайски радиотелескоп. През 2016 г. в Китай е построен огромният радиотелескоп Тианян („Небесно око“). Той има диаметър 500 m и е най-големият съвременен радиотелескоп, състоящ се от една цяла отразителна антена. Радиотелескопът може да наблюдава обекти, отстоящи на ъглово разстояние до 40° във всички посоки от зенита. Той работи на честоти от 70 MHz до 3 GHz ($1 \text{ MHz} = 10^6$ херца, $1 \text{ GHz} = 10^9$ херца, 1 херц е едно трептене в секунда. Радиовълните се разпространяват със скоростта на светлината $c = 300\,000 \text{ km/s}$).



- А) Географските координати на радиотелескопа са $\lambda = 106^{\circ} 51' 24''$ източна дължина, $\varphi = 25^{\circ} 39' 11''$ северна ширина. Разполагате с карти на северното и на южното звездно небе. Обозначете върху тях областта от небесната сфера, която е достъпна за наблюдение с този радиотелескоп.

- Б) Защо за построяването на телескопа е предпочетена рядко населена планинска област в южната част на Китай, а не например подобна рядко населена област в централната или северната част на страната?

- В) Може ли с този радиотелескоп да се правят наблюдения на хладните космически облаци от водород, излъчващи на дължина на вълната 21 см?

- Г) За всеки от следните космически източници на радиоизлъчване посочете какво представлява и дали е достъпен за наблюдение с телескопа:

- Центърът на нашата Галактика в съзвездие Стрелец;
- Ракообразната мъглявина в съзвездие Бик;
- Мъглявината М42 в съзвездие Орион.

3 задача. Свръхмасивни черни дупки. Почти всяка голяма галактика има в центъра си свръхмасивна черна дупка. Радиусът на една черна дупка е $R = R_S(M/M_S)$, където R_S е приблизително равно на 3 километра, M е масата на черната дупка, а M_S е масата на Слънцето.

През 1999 г. астрономи установяват, че масата на черната дупка в центъра на дадена галактика е свързана с движението на звездите в балджа (централната част) на галактиката чрез следната приблизителна зависимост:

$$M/M_S = 3.1 \times 10^8 \left(\frac{\sigma}{200 \text{ km/s}} \right)^4$$

В това уравнение σ е дисперсията на скоростите на звездите – величина, която показва, с колко се различават хаотичните скорости на движение на звездите в балджа на галактиката една спрямо друга.

- А) Дисперсията на скоростите на звездите в балджа на галактиката NGC 4374 е $\sigma = 300 \text{ km/s}$. Пресметнете масата в слънчеви маси и радиуса в астрономически единици (AU), които се очаква да има черната дупка в центъра на тази галактика. Разстоянието Земя-Слънце е $1 \text{ AU} = 149.6 \times 10^6 \text{ km}$.

- Б) Ако поставим черната дупка от центъра на галактиката NGC 4374 на мястото на Слънцето, колко от осемте планети ще влязат в границите ѝ? А ако вместо нея, поставим на мястото на Слънцето черната дупка от центъра на галактиката Андромеда, колко от осемте планети ще влязат в границите ѝ? Черната дупка в ядрото на галактиката Андромеда (M31) е с маса 200 милиона пъти по-голяма от масата на Слънцето.

- В) Черната дупка в ядрото на Млечния път е с маса около 4 милиона слънчеви маси. Кой типове космически обекти, наблюдавани от нас в нощното небе, могат да имат по-голяма маса от тази черна дупка?

4 задача. Галилеевите спътници. Четирите най-големи спътника на Юпитер се наричат Йо, Европа, Ганимед и Калисто. Те са открити от великия италиански учен Галилео Галилей преди повече от 4 века, при едно от първите му наблюдения с новоизобретения от него телескоп. Тези спътници се движат по кръгови орбити, лежащи в равнината на екватора на Юпитер, в същата посока, в която Юпитер се върти около оста си. Дадена ви е таблица с данни за спътниците.

- А) Можем ли от повърхността на Юпитер да наблюдаваме пълно слънчево затъмнение, причинено от спътника Йо?

- Б) Опишете в каква посока се извършва видимото денонощно движение на всеки от спътниците, за наблюдател, който се намира на екватора на Юпитер. Има ли сред четирите спътници някои, които при видимото си денонощно движение по небето да изгряват от запад и да залязват на изток?

Както е известно, при наблюдение от Земята планетите понякога обръщат посоката на видимото си движение относно звездите. За външните планети това т.нар. ретроградно движение се наблюдава около точката на опозиция (противостояние). При Луната обаче не се наблюдава ретроградно движение.

- В) Пресметнете скоростта на движение на точка от екватора на Юпитер при неговото околоосно въртене, а също така и скоростите на движение на четирите спътника по техните орбити. Проверете дали за някои от тях няма да има период от време, в който да изглежда, че те обръщат посоката на видимото си движение спрямо съзвездията – дали има спътници, при които понякога се наблюдава ретроградно движение.

Спътник	Орбитален радиус, km	Орбитален период в денонощия	Радиус, km
Йо	422 000	1.77	1 830
Европа	671 000	3.55	1 561
Ганимед	1 070 000	7.15	2 634
Калисто	1 883 000	16.70	2 410

Екваториалният радиус на Юпитер е 71500 km, а периодът на въртене около оста, за точка от екватора – 9h 55min. Радиусът на Слънцето е 696 000 km, а Юпитер се намира на разстояние от него 778.57 милиона km. Луната се движи по орбитата си със скорост около 1 km/s, а точка от земния екватор – със скорост около 465 m/s.

5 задача. Окултация на Венера от Луната.



На 1 декември 2008 г. вечерта от България наблюдавахме интересно и сравнително рядко астрономическо явление – покритие (окултация) на планетата Венера от диска на Луната.

А) На какво видимо ъглово разстояние е била Луната от Слънцето? Определете това разстояние с максимална точност графично, като направите необходимите допълнителни построения и измервания върху негативното изображение на увеличената снимка, което ви е дадено след условията на задачите.

Б) Каква е била възрастта на Луната – колко дни са минали от най-близкия момент, в който фазата ѝ е била новолуние)?

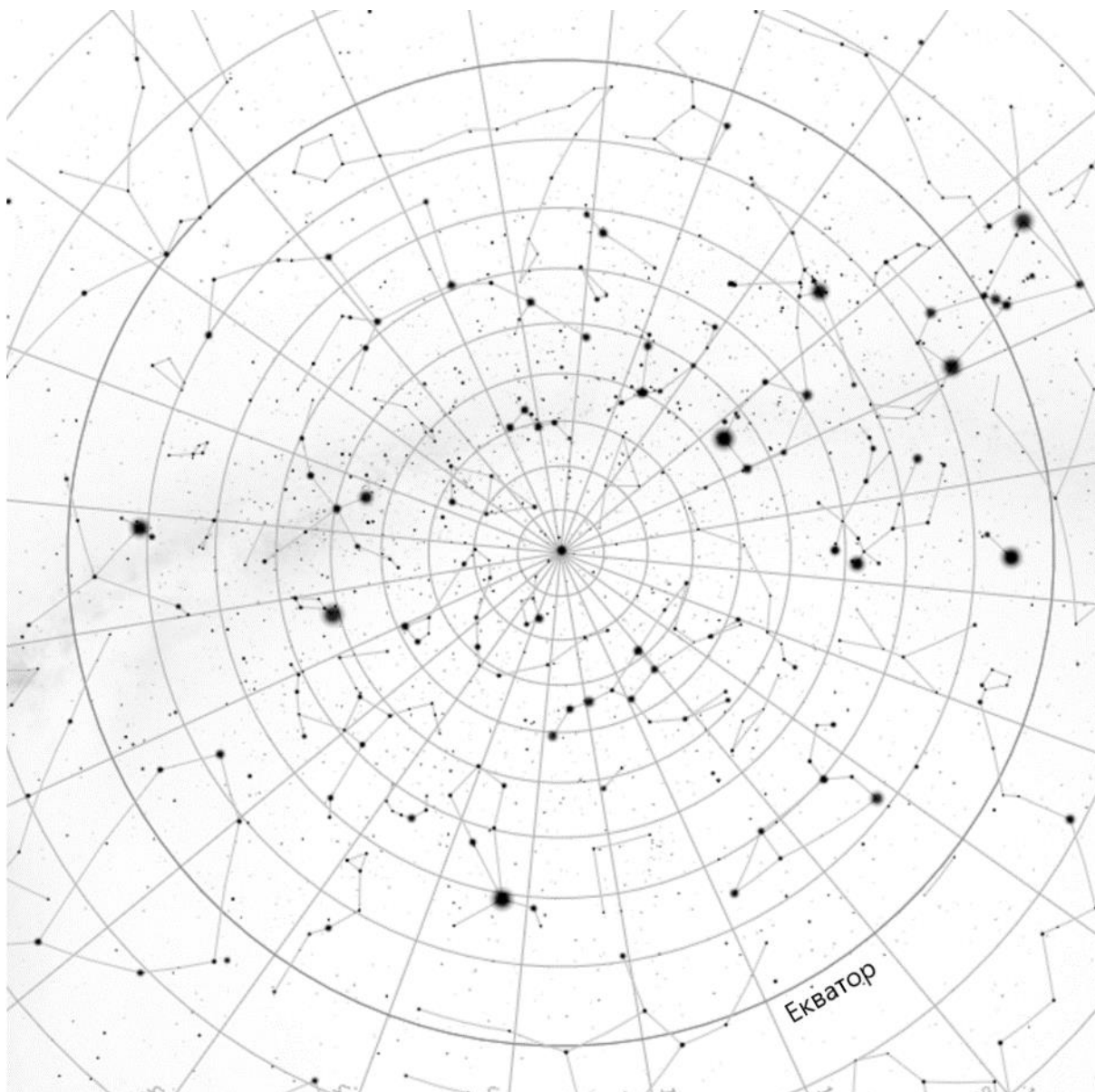
В) Като използвате резултата от подусловие А), начертайте схема, която показва орбитата на Венера и взаимното разположение на Слънцето, Венера и Земята в подходящ мащаб. Нарисувайте как би изглеждала Венера, ако погледнем към нея с достатъчно силен телескоп, с който можем ясно да различим нейната фаза.

Подробно обяснете всяка стъпка във Вашето решение. Това значително ще улесни проверката на писмената Ви работа и може да се отрази благоприятно на Вашия резултат.

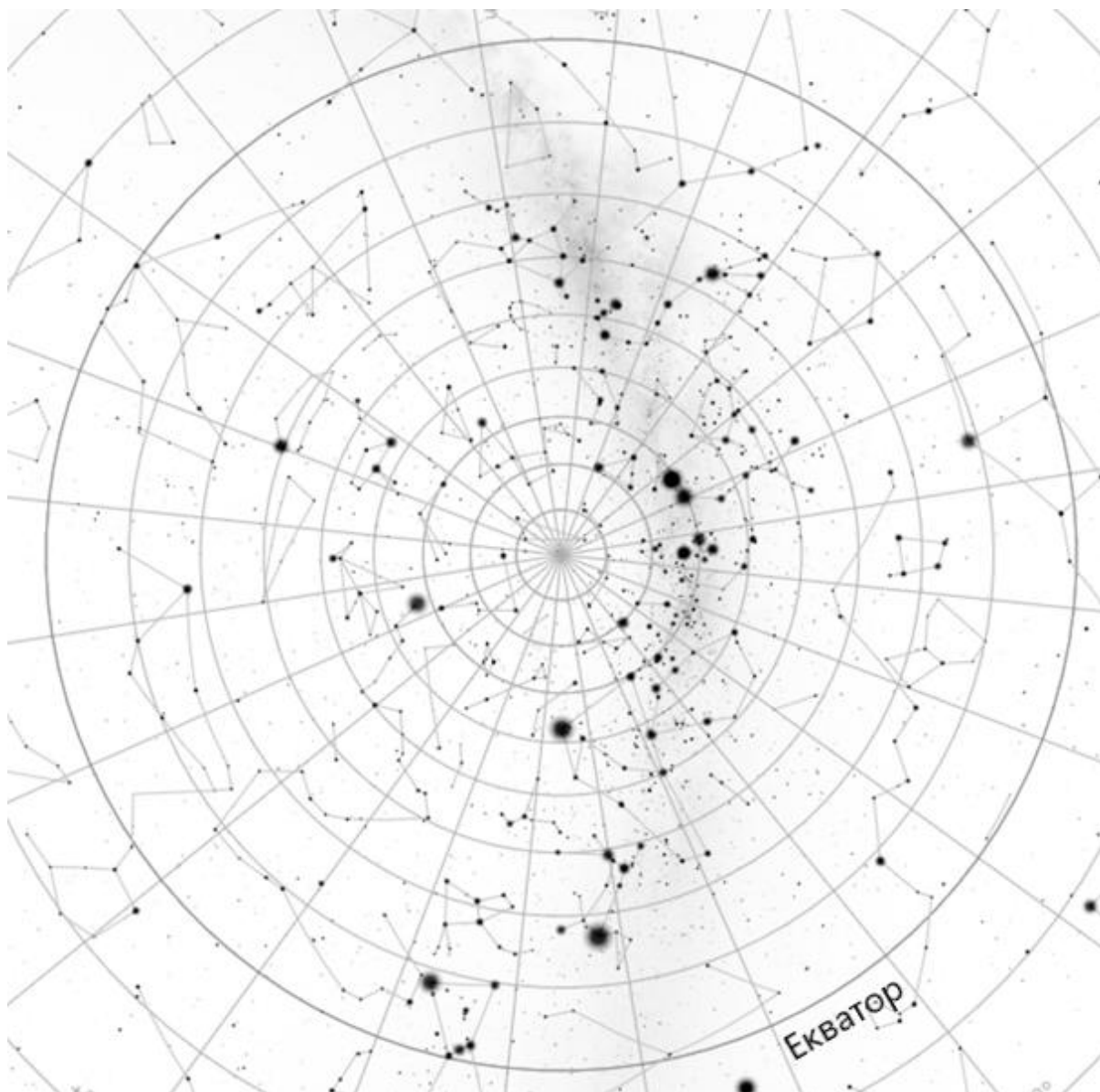
Справочни данни:

Синодичен лунен месец – 29.5 дни

Радиус на орбитата на Венера – 0.723 астрономически единици



Карта на северното звездно небе. Небесните паралели са през 10° .



Карта на южното звездно небе. Небесните паралели са през 10° .



Венера и Луната при окултацията на 1 декември 2008 г. – негативно изображение.