

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XX НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Областен кръг на олимпиадата по астрономия

24 февруари 2017 г.

Възрастова група VII-VIII клас – решения

1 задача. Посоки. На снимките виждате едно и също съзвездие, фотографирано от различни места по земното кълбо.

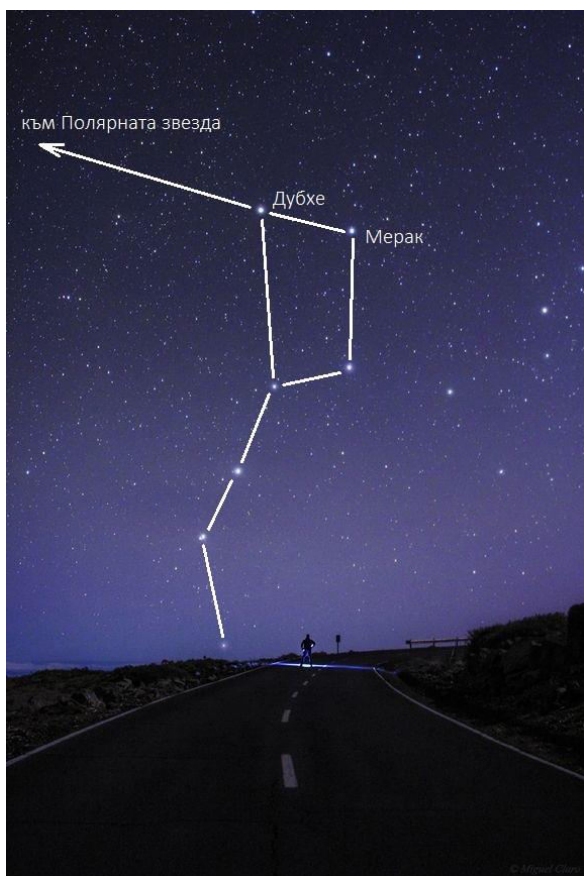
- А) Кое е съзвездието?
- Б) Коя от двете снимки 1 и 2 е направена от по-северно място?
- В) Нарисувайте приблизително положението на Полярната звезда за снимка 3.

Откъде е направена тази снимка? Приблизително в каква посока е гледал фотографът?

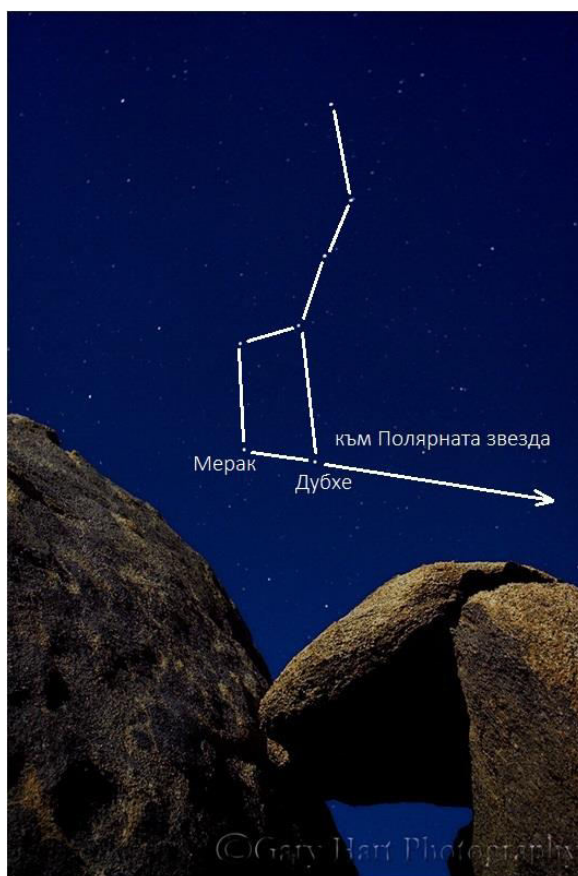
Обяснете вашите отговори.

Решение:

Съзвездието е Голямата Мечка.



Снимка 1 - решение

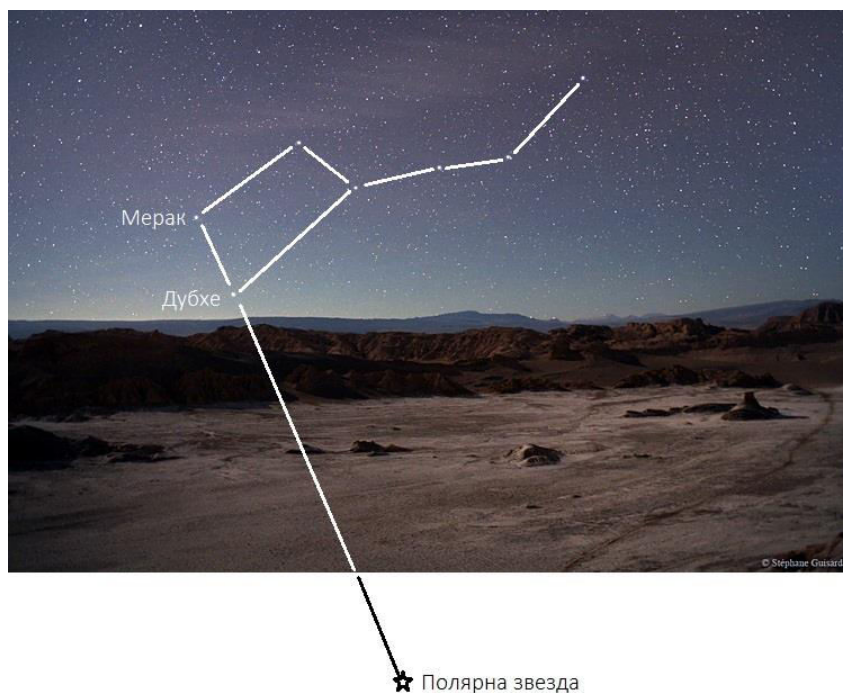


Снимка 2 - решение

Както е известно, направлението към Полярната звезда се определя приблизително от правата линия, която свързва звездите Мерак и Дубхе от Голямата мечка. Като направим това построение на Снимка 1, ние виждаме, че Полярната звезда трябва да е на по-голяма височина над хоризонта от седемте ярки звезди от Голямата мечка. На Снимка 2 направлението към Полярната звезда показва, че тя е по-ниско над хоризонта от тези седем звезди. Общото заключение е, че положението на Полярната звезда на Снимка 1 е по-високо над хоризонта, отколкото положението на Полярната звезда на Снимка 2. В Северното полукуълбо височината на северния небесен полюс (близо до който е Полярната звезда) над хоризонта е равно на

географската ширина на наблюдателния пункт. Следователно Снимка 1 е направена от място, което има по-северна географска ширина, отколкото мястото, откъдето е направена Снимка 2.

Прилагаме същото правило и построяваме направлението към Полярната звезда на Снимка 3. Освен това знаем, че ъгловото разстояние от звездата Дубхе до Полярната звезда е около 5 пъти по-голямо от разстоянието между Мерак и Дубхе. Като използваме това, построяваме приблизителното положение на Полярната звезда. Тя се оказва определено под хоризонта, което означава, че мястото, откъдето е направена снимката, се намира в южното полукълбо на Земята. Освен това Полярната звезда е почти точно под средата на снимката. Следователно фотографът е гледал на север.



Снимка 3 - решение

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За разпознаване на съзвездията – 2 т.

За правилни разсъждения по въпроса дали Снимка 1 или Снимка 2 е направена от по-северно място – 3 т.

За правилно заключение – 1 т.

За правилно построение на позицията на Полярната звезда на снимка 3 – 3 т.

За правилни разсъждения къде е направена снимка 3 и правилен отговор – 2 т.

За правилно определяне на посоката в която е гледал фотографът – 1 т.

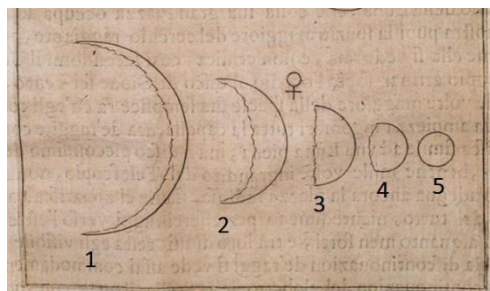
2 задача. Венера в XVII век. В 1610 г. Галилео Галилей за първи път наблюдава планетата Венера със своя новоизобретен телескоп и проследява изменението на нейните фази и видими ъглови размери. Пред вас са зарисовките на Венера, направени от Галилей с много добра точност.

- А) Направете необходимите измервания и определете приблизително радиуса на орбитата на Венера около Слънцето в астрономически единици (една астрономическа единица е радиусът на земната орбита).

- Б) Нарисувайте схема със Слънцето и орбитите на Венера и Земята. Изберете едно положение на Земята по нейната орбита. Отбележете върху схемата положенията на Венера спрямо Земята в представените от Галилей фази. Не се изискват пресмятания – рисувайте положенията приблизително.

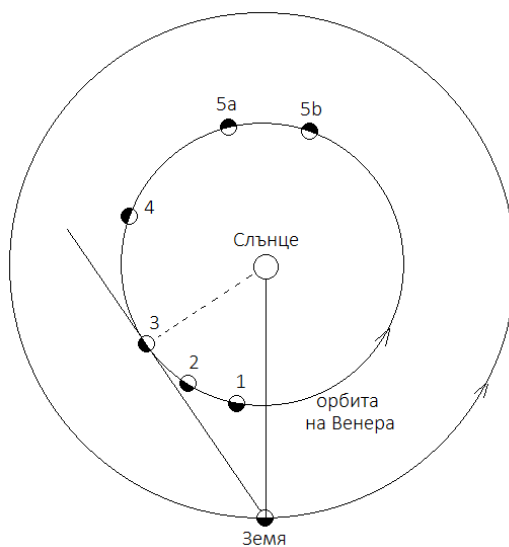
Решение:

Да номерираме изображения на Венера, зарисувани от Галилей, от 1 до 5.



На зарисовките се вижда как се променя не само фазата на Венера, а и нейният видим размер. Промяната на видимия размер се дължи на изменението на разстоянието между Венера и земния наблюдател. На схемата към нас е обърнат северният полюс на Земята и околоосното въртене на Земята, също както и орбиталното движение на планетите става обратно на часовниковата стрелка.

Във фаза 1, както я е зарисувал Галилей, Венера е с голям видим ъглов размер и изглежда като много тънък сърп – към нас е обърната по-голямата част от нейната неосветена от Слънцето страна. Това означава, че Венера е близо до долно съединение, когато разстоянието между нея и Земята е минимално. Сърпът на Венера е с изпъкналата си страна надясно, следователно за земния наблюдател в северното полукълбо, където е Италия, тя е на малко ъглово отстояние източно от Слънцето, или в положение 1 на схемата.



Във фаза 2 според зарисовката, от Земята се вижда малко повече от осветената от Слънцето страна на Венера и тя се намира в положение 2 на схемата.

Във фаза 3 точно половината от видимата за Земята страна на Венера е осветена. Това означава, че Венера е в максимална източна елонгация и ъгълът Слънце – Венера – Земя е прав. Венера е в положение 3 на схемата.

Във фаза 4 към Земята е обърната по-голямата част от осветената от Слънцето страна на Венера. Само малка част от неосветената ѝ страна е към земния наблюдател от източната (лявата) страна на планетата. Тогава тя е в положение 4 на схемата.

Във фаза 5 Галилео Галилей е виждал почти цялата осветена страна на Венера и планетата е била с най-малки ъглови размери. Тогава Венера е била близо до горно съединение, когато е максимално отдалечена от Земята. Все пак, за да може да се наблюдава от нашата планета, тя не трябва да е твърде близо по ъглово отстояние от Слънцето. Тъй като Галилей я е

нарисувал като пълен кръг, Венера вероятно е била в едно от положенията 5а или 5б, но не може да се каже точно дали е била на изток или на запад от Слънцето.

За да определим радиуса на орбитата на Венера в астрономически единици, нека вземем две нейни положения – 1 и 5. Да означим радиусите на орбитите на Земята и Венера около Слънцето съответно с r' и r'' . Понеже от нас се иска приблизително решение, ще считаме, че в положение 1 Венера е била на разстояние от Земята $r_1 = r' - r''$, а в положение 5 – на разстояние $r_5 = r' + r''$. Измерваме диаметрите на Венера върху зарисовката в положенията 1 и 5. Получаваме: $d_1 = 65.5 \text{ mm}$, $d_5 = 11.5 \text{ mm}$. Тези диаметри са пропорционални на видимите ъглови диаметри на планетата, както е била наблюдавана от Галилей. Следователно те трябва да са обратно пропорционални на разстоянията между Земята и Венера в двата случая. Така получаваме:

$$\frac{d_1}{d_5} = \frac{r_5}{r_1}$$

$$\frac{d_1}{d_5} = \frac{r' + r''}{r' - r''}$$

За да намерим радиуса на орбитата на Венера в астрономически единици, ние фактически трябва да пресметнем отношението r''/r' :

$$\frac{r''}{r'} = \frac{\frac{d_1}{d_5} - 1}{\frac{d_1}{d_5} + 1}$$

$$\frac{r''}{r'} \approx 0.7$$

Радиусът на орбитата на Венера е приблизително 0.7 астрономически единици, което е доста точен резултат.

Може да намерим този радиус като използваме и друга комбинация от положения на Венера – 1 и 3. Измерваме видимия диаметър на Венера върху зарисовката във фаза 3. Получаваме $d_3 = 27 \text{ mm}$. Да означим разстоянието от Земята до Венера в положение 3 с r_3 . В сила е съотношението:

$$\frac{d_1}{d_3} = \frac{r_3}{r_1}$$

Когато Венера е в положение 3, триъгълникът Слънце – Венера – Земя е правоъгълен и за него можем да напишем Питагоровата теорема:

$$r'^2 = r''^2 + r_3^2$$

От последните две уравнения намираме:

$$r_3 = \sqrt{r'^2 - r''^2}$$

$$\frac{d_1}{d_3} = \frac{\sqrt{r'^2 - r''^2}}{r' - r''}$$

$$\frac{r''}{r'} = \frac{\left(\frac{d_1}{d_3}\right)^2 - 1}{\left(\frac{d_1}{d_3}\right)^2 + 1}$$

$$\frac{r''}{r'} \approx 0.7$$

Така получаваме същия резултат и още веднъж се убеждаваме, че Галилей е направил своите зарисовки наистина точно.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За правилна идея и избор на две положения на Венера с цел определяне на орбиталния радиус по един от начините – 2 т.

За измервания върху зарисовките – 2 т.

За алгебрични преобразувания – 2 т.

За верен числен резултат – 1 т.

За правилно нанасяне на петте положения на Венера върху схема и обяснение – 5 т.

3 задача. Еклиптика. Дадена ви е екваториална карта на звездното небе. Небесният екватор представлява права линия, минаваща по средата на картата. Поради орбиталното движение на Земята, в течение на годината за нас Слънцето се проектира в различни места на фона на звездите и описва своя видим годишен път. Той се нарича еклиптика. Равнината на еклиптиката е наклонена към равнината на небесния екватор на ъгъл приблизително 23.5° .

- А) Пролетната и есенната равноденствени точки, в които еклиптиката пресича небесния екватор, са означени на картата със съответните символи – Υ и Ω . Отбележете точките, в които Слънцето се намира в моментите на лятно и зимно слънцестояние.

- Б) Нарисувайте приблизително еклиптиката на картата.

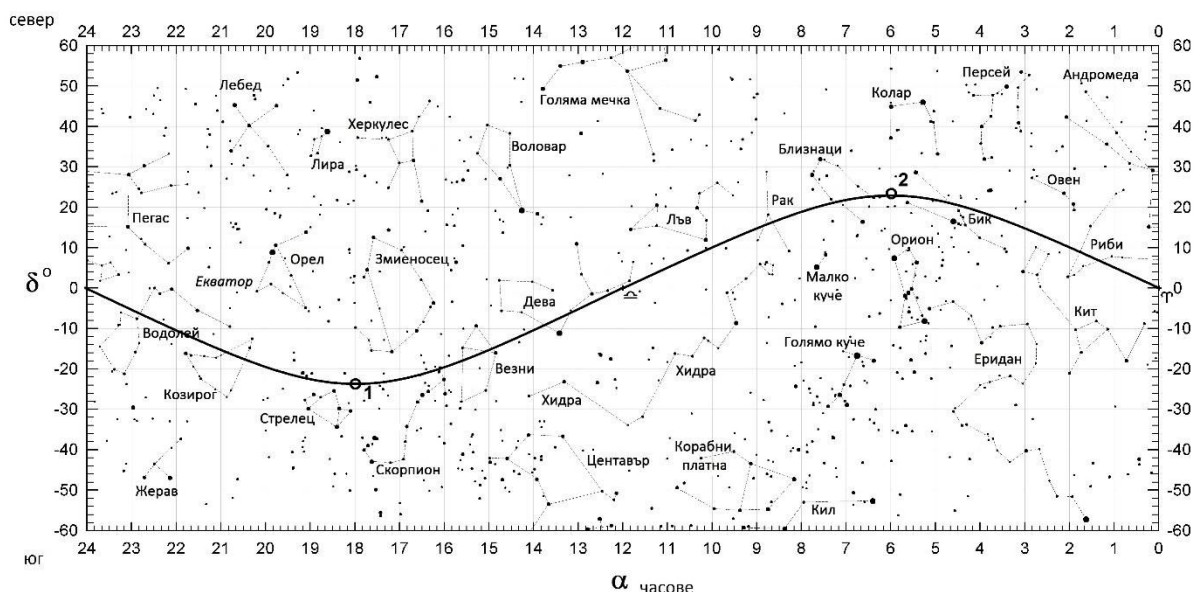
- В) Като започнете от пролетната равноденствена точка, избройте последователно през кои съзвездия минава Слънцето при своето видимо годишно движение по еклиптиката.

Решение:

В момента на зимно слънцестояние Слънцето е в точката от еклиптиката, която е максимално отклонена на юг от небесния екватор. Деклинацията на Слънцето тогава е -23.5° . Точката е равноотдалечена от точките на есенно и пролетно равноденствие и има ректасцензия 18^h . Като използваме това, нанасяме на картата точката 1, която е точката на зимно слънцестояние. При лятно слънцестояние Слънцето е в точка от еклиптиката, максимално отклонена на север от екватора. Тогава неговата деклинация е $+23.5^\circ$, а ректасцензията е 6^h . На картата това е точка 2.

Като знаем, че еклиптиката минава през точките на зимно слънцестояние, пролетно равноденствие, лятно слънцестояние и есенно равноденствие, прекарваме през тези точки плавна крива и това е еклиптиката.

ЕКВАТОРИАЛНА КАРТА НА ЗВЕЗДНОТО НЕБЕ



По своя видим годишен път Слънцето се движи от запад на изток – отдясно наляво на картата. Започвайки от пролетната равноденствена точка, то минава през съзвездията Риби,

Овен, Бик, Близнаци, Рак, Лъв, Дева, Везни, Скорпион, Стрелец, Козирог, Водолей. Това са дванадесетте зодиакални съзвездия, които са били съставени именно с цел да обозначават видимия път на Слънцето. Между съзвездията Скорпион и Стрелец Слънцето пресича и част от съзвездието Змиеносец. Това се е получило в резултат от начина, по който са били очертани границите на съзвездията според решението на Международния астрономически съюз, взето през 1928 г. Тогава е била приета нова дефиниция на съзвездията като области от небето с определени граници. Преди това съзвездията са били възприемани като фигури от ярки звезди, изобразяващи митични герои и фантастични същества.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За нанасяне на точките на зимното и лятното слънцестояние и обяснение – 4 т.

За очертаване на еклиптиката – 4 т.

За изброяване на 12-те зодиакални съзвездия, през които минава Слънцето – 4 т.

За посочване сред тях и на съзвездието Змиеносец могат да се дават допълнителни точки за награда.

4 задача. Полет до Луната. Космонавтът Нийл Армстронг е вашият герой. В негова чест вие решавате да повторите пътешествието на Аполо 11 до Луната, макар и не съвсем точно. На 26 февруари 2017 г. е новолуние. Стартът на вашия космически кораб е на 5 март.

- А) В нощта преди старта вие гледате в небето Луната. Нарисувайте приблизително как ще изглежда нейната фаза.

- Б) За три дни вие стигате до Луната, после влизате в орбита около нея и изучавате района, в който предстои да кацнете. След необходимите маневри на 9 март вашият кораб каца близо до кратера Тихо. Нарисувайте как ще изглежда тогава Луната за вашите колеги от центъра на управление на полета на Земята. Нарисувайте как ще изглежда за вас Земята на лунното небе. Каква ще бъде нейната фаза?

- В) В продължение на два дни вие извършвате изследвания и наблюдения. На 11 март отлитате от Луната. Как ще изглежда за земните жители Луната в този момент? Как ще се промени положението на Слънцето на лунното небе по време на вашия двудневен престой?

Не се изискват пресмятания – опишете ситуациите и отговорете качествено.

Решение:

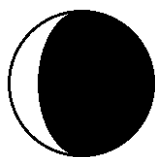
Нашият космически кораб излита на 5 март. В нощта преди старта датата е все още 4 март. Щом на 26 февруари Луната е била в новолуние, то на 4 март, 6 дни по-късно, тя ще е във фаза около един ден преди първа четвърт. Следователно тогава Луната ще изглежда за земния наблюдател така:



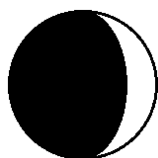
След като кацнем на Луната на 9 март, вече ще са изминали 11 дни след новолунието. Тогава Луната ще бъде във фаза между първа четвърт и пълнолуние. За хората от земния център за управление на полета, Луната ще изглежда така:



А за лунен наблюдател по същото време Земята ще има около 4 пъти по-големи видими ъглови размери и ще бъде в противоположната фаза – между последна четвърт и „новоземие“:



Но ние се намираме близо до кратера Тихо, който е в южното полукълбо на Луната. Следователно, като застанем на лунната повърхност там, ние ще виждаме Земята завъртяна на 180°. За нас Земята ще изглежда така:



При нашето излитане на 11 март ще са изминали 13 дни от новолунието. Луната за земните жители ще бъде във фаза около два дни преди пълнолуние и от северното земно полукълбо ще изглежда така:



От разположението на кратера Тихо се вижда, че при нашето кацане на Луната на 9 март, ние ще се намираме близо до терминатора на Луната. За нас Слънцето тъкмо ще е изгряло на източния лунен хоризонт. Именно такива моменти от лунното денонощие са били избирани при кацането на пилотираните кораби от програмата Аполо. Тогава лунните релефни форми хвърлят дълги сенки и за космонавтите е било по-лесно да ги различават и да намират достатъчно равен терен, подходящ за кацане. Лунното денонощие е с продължителност един синодичен лунен месец, или 29.5 земни денонощия – периода, за който се сменят лунните фази. За двата дни от нашия престой на Луната, от 9 до 11 март, ще е изминала малка част от лунния ден. За това време Слънцето ще се издигне малко повече над източния лунен хоризонт (около 24°) в сравнение с момента на нашето кацане, но ще си остане на не много голяма височина.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За определяне на лунната фаза на 4 март и зарисовка – 2 т.

За определяне на лунната фаза на 9 март и зарисовка – 2 т.

За определяне на фазата на Земята на 9 март и зарисовка (без отчитане на големите видими ъглови размери) – 2 т.

За отчитане на факта, че от южното лунно полукълбо ще виждаме Земята завъртяна на 180° – 1 т.

За определяне на лунната фаза на 11 март и зарисовка – 2 т.

За обяснение как ще се промени положението на Слънцето в лунното небе – 3 т.

Снимки към 1 задача



1.

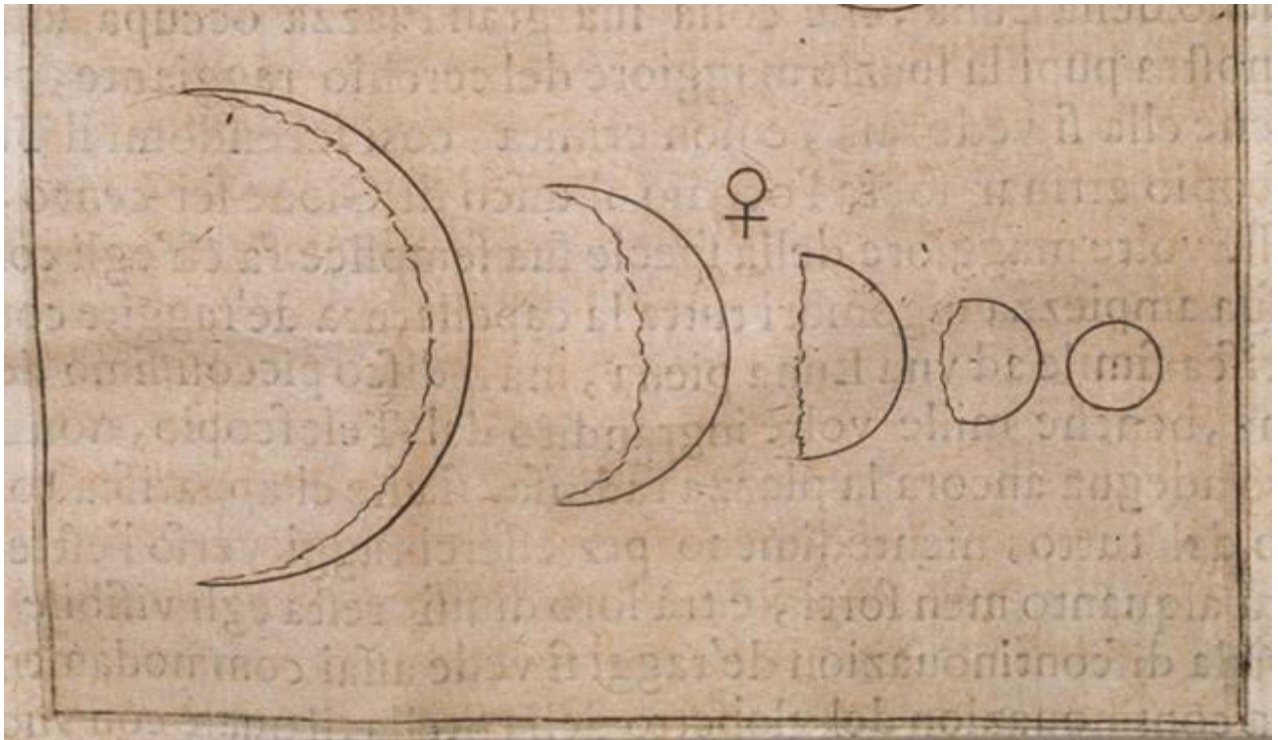


2.



© Stéphane Guisard

3.

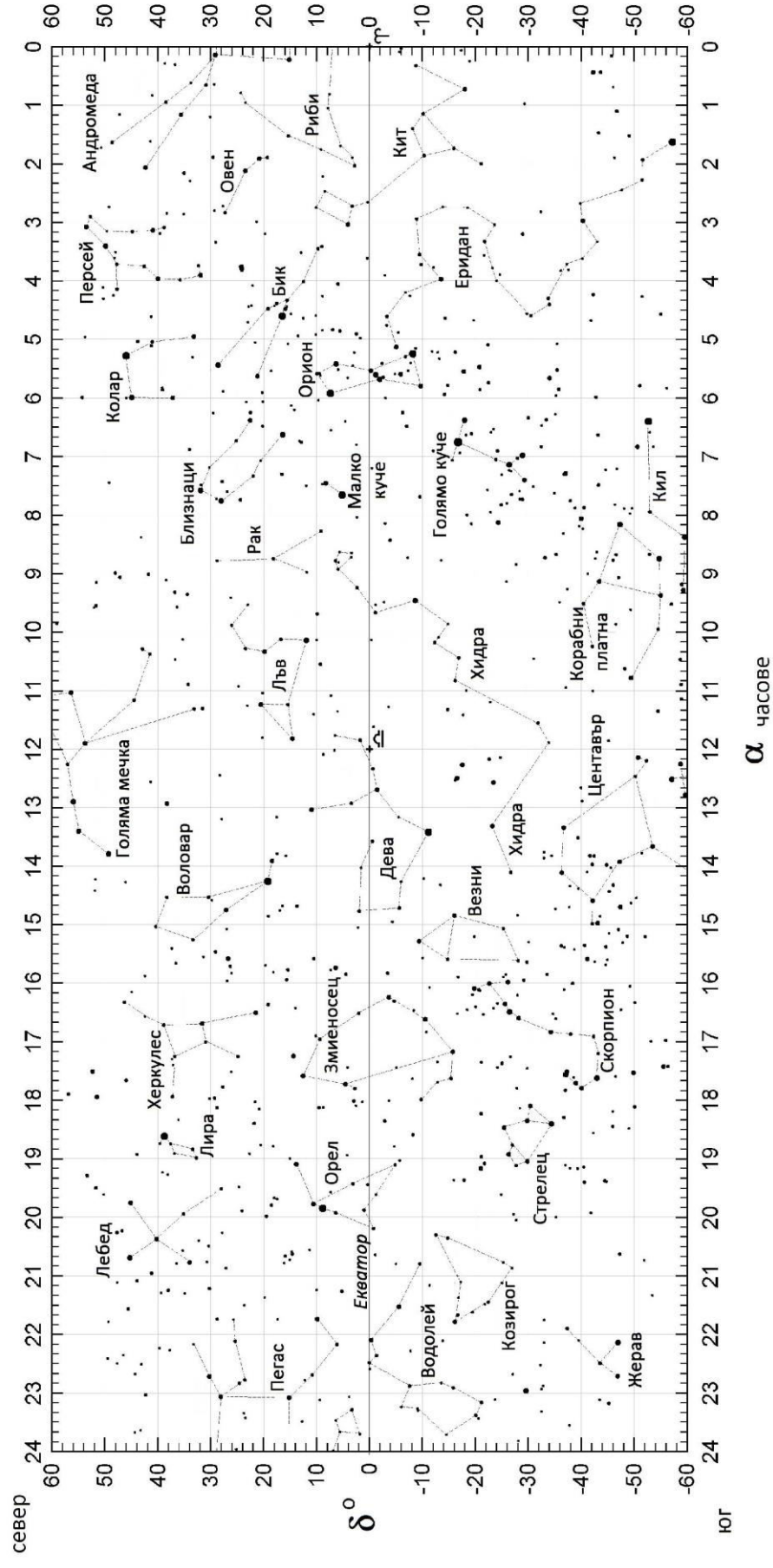


Зарисовки на Венера, направени от Галилео Галилей – към 2 задача.



Луната с кратера Тихо – към 4 задача

ЭКВАТОРИАЛНА КАРТА НА ЗВЕЗДНОТО НЕБЕ



Звездна карта към 3 задача