

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ЦЕНТРАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ
НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ

XII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
<http://astro-olymp.org>

II кръг
8 март 2009 г.

Ученици от 7-8 клас – решения



1 задача. Съзвездия с опашки. За да се ориентират по-лесно по звездите, хората от древни времена са съставяли от тях съзвездия.

- Посочете поне 10 съзвездия, изобразяващи същества с опашки.
- В кои две съзвездия се съдържат по две опашки?

Решение:

Много от съществата, пренесени на небето като съзвездия от човешката фантазия, имат опашки. Притежатели на най-дълги опашки са Дракон, Змия, Водна змия, Хидра. Опашки имат Голямото куче, Малкото куче, Ловджийските кучета, Голямата мечка, Малката мечка, Заек, Вълк, Лисичка, Лъв, Малък лъв, Рис, Овен, Бик, Жираф и Малък кон; фантастичните същества Козирог и Единорог, крилатия кон Пегас, Центавър (или кентавър – наполовина човек, наполовина кон) и Стрелец, който също е кентавър. Опашки имат и морските животни – Рак, Риби, Южна риба, Летяща риба, Златна рибка, Делфин и Кит; птиците – Лебед, Орел, Гарван, Гълъб, Жерав, Тукан, Паун, Райска птица и митичната птица Феникс. Не бива да забравяме за опашките и на Гуцера и Хамелеона. Може би най-опасната опашка е на Скорпиона.

В зодиакалното съзвездие Риби има две опашки, тъй като рибите са две. Другото съзвездие, в което има две опашки, е Ловджийски кучета, защото и те също са две.

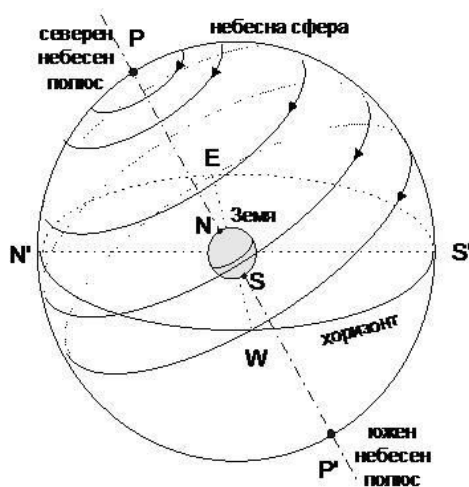
2 задача. Звездни следи. На снимката виждате звездното небе. За да се получат следите на звездите, трябва да се натрупа дълго въздействие от слабата звездна светлина. Затворът на фотоапарата трябва да се задържи отворен продължително време – минути или даже часове.

- Защо на снимката звездите са оставили следи като дъги – части от концентрични окръжности?
 - В каква посока е мислената точка, която е център на тези окръжности?
 - Коя е ярката звезда, оставила къса следа най-близо до този център?
 - Как ще се изменя височината на този център над хоризонта, ако тръгнем да пътуваме на север? А на юг?
 - Има ли места по Земята, от които този център не може да се види над хоризонта?
- Обяснете вашите отговори.



Решение:

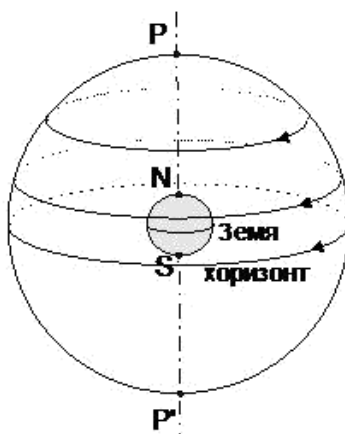
Когато се прави снимка на звездното небе с продължителна експонация, при която фотоапаратът е неподвижен, звездите оставят върху изображението следи като концентрични дъги. Причината е във видимото денонощно въртене на звездното небе, дължащо се на околоосното въртене на Земята. На Фиг. 1 с N и S са означени северният и южният полюси на Земята, а с N', S', E, W – съответно точките север, юг, изток, запад на хоризонта.



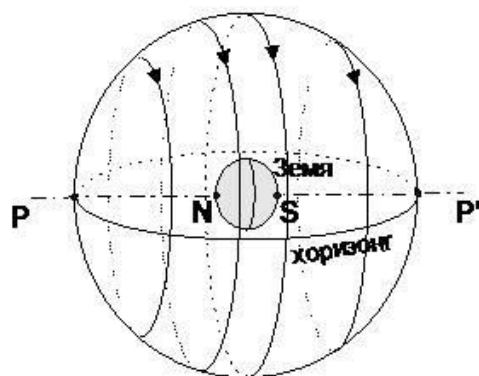
Фиг. 1

Центърът на концентричните дъги, получени от звездите, е по направление на оста на въртене на Земята. Тези дъги са части от денонощните паралели, описвани при видимото денонощно движение на звездите. Посоката на видимото движение (изток – запад) е означена със стрелки на фигурата. Снимката е направена в северното полукълбо и центърът на дъгите е в посока север. Това е точката от небесната сфера, наречена северен небесен полюс и означена с P на фигурата. Изводът, че снимката е от северното полукълбо, можем да направим именно поради наличието на ярка звезда близо до северния небесен полюс – Полярната звезда. Тя е оставила късата ярка следа около центъра на дъгите. Известно е, че близо до южния небесен полюс няма ярки звезди.

Нека отбележим, че за който и да е пункт от земната повърхност северният небесен полюс остава през цялото време неподвижен на небето, в една и съща посока (север) и на една и съща височина. Ако пътуваме по Земята на север, обаче, ще виждаме северния небесен полюс все по-високо над хоризонта. Когато достигнем до северния полюс на Земята (Фиг. 2), ще виждаме северния небесен полюс точно над нас – в зенита. Ако пътуваме на юг, северният небесен полюс ще се вижда все по-ниско на хоризонта. На екватора той е на самия хоризонт (Фиг. 3). По-нататък, в южното полукълбо на Земята северният небесен полюс е вече под хоризонта и теоретично не може да се вижда. Ако отчитаме рефракцията обаче, северният небесен полюс ще остава видим над хоризонта както на самия екватор, така и в тясна ивица от южното полукълбо точно до екватора.



Фиг. 2



Фиг. 3

3 задача. Астро-котарак.

На 18 октомври 1963 г. котаракът Феликс, взет от улиците на Париж, е станал първият котарак-космонавт на Франция. Изстрелян е бил от полигона Хамагир в Алжир. Ракетата е достигнала височина около 200 км, след което капсулата с котарака се е приземила благополучно с парашут.

На рисунката виждате бъдещ астро-котарак, вече стъпил на Луната. Разгледайте я внимателно.

- Освен звездите, какви други обекти се виждат на небето?
- Посочете със стрелка върху рисунката в каква посока трябва да се намира Слънцето.
- Авторът на рисунката, който никога не е участвал в олимпиадата по астрономия, е допуснал някои грешки. Кои са те?

Обяснете вашите отговори.



Решение:

Освен звездите на небето се виждат Земята и една комета, намираща се в горния десен ъгъл на рисунката.

Първото, което би могло да ни подсказже посоката към Слънцето, е сянката на астро-котарака. Виждаме, че Слънцето го осветява отзад и отляво (за него). Ако разгледате много внимателно рисунката ще видите, че под сгънатата му лява лапа се подава част от опашката му. Тя сочи, приблизително, посоката към Слънцето.

Нека сега погледнем Земята. За да я осветява така, Слънцето би трябвало да се намира срещу астро-котарака и малко вдясно (за него). Това е почти противоположна посока на посоката, определена по сянката на котарака. Знаем, че опашките на кометите са насочени в посока, противоположна на посоката към Слънцето. Тъй като на рисунката опашката на кометата сочи надясно и нагоре, то Слънцето би трябвало да се намира наляво и надолу, за нас, или надясно и надолу за астро-котарака.

Трите признака, по които определихме посока към Слънцето, дадоха различни и несъвместими резултати. Ако приемем посоката, определена по сянката, за истинска, то фазата на Земята и посоката на опашката на кометата са сгрешени.

4 задача. Слънце на север. Откъде по Земята и кога можем да видим Слънцето на север? Разгледайте всички възможности и пояснете вашия отговор с подходящи схеми.

Решение:

Да видим Слънцето на север означава то, в определен момент от време, да пресича меридиана на мястото на север от зенита.

Очевидно решение изглежда южното полукълбо на Земята. Но и там Слънцето не навсякъде е на север през цялата година. В зоната между екватора и южната тропична окръжност съществува интервал от време, когато Слънцето се вижда на юг. Така например, в момента на зимното слънцестоене, когато Слънцето е в зенита за точка от южната тропична окръжност, от цялата зона между екватора и южната тропична окръжност Слънцето се вижда на юг от зенита. За останалите дати между есенното и пролетното равноденствие Слънцето е на север за места с южна географска ширина по-голяма, по абсолютна стойност, от моментната деклинация на Слънцето.

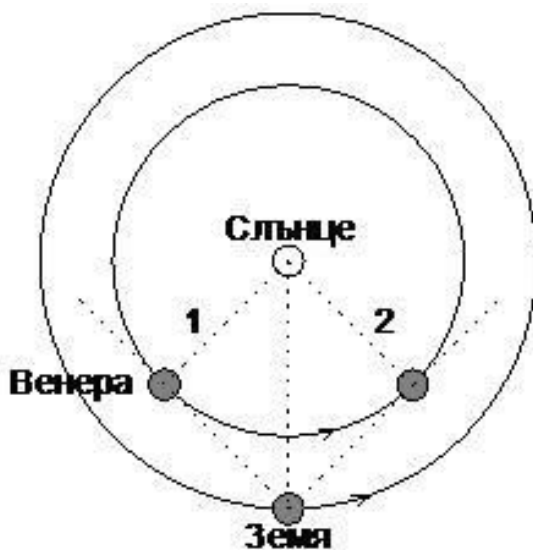
В лятното полугодие за северното полукълбо, т.е. между пролетното и есенното равноденствие, Слънцето е на север за цялото южно полукълбо и за места между екватора и северната тропична окръжност със северна ширина по-малка от моментната деклинация на Слънцето. В момента на лятно слънцестоене Слънцето е в зенита за точка от северната тропична окръжност и следователно е на север за всички точки на юг от нея.

На пръв поглед изглежда, че с това се изчерпват всички възможности, но не е така. На 22 юни, в деня на лятното слънцестоене, Слънцето не залязва за всяка точка от земната повърхност, намираща се на север от северната полярна окръжност. Като изключим северният полюс, където посоката „север“ не е дефинирана, от всички останали точки зад полярната окръжност Слънцето се вижда на север, над хоризонта, в момента на своята долна кулминация, т.е. в полунощ по местно слънчево време. През цялото лятно полугодие съществува зона от която Слънцето може да бъде видяно на север. Това са точки с географска ширина $\varphi > 90^\circ - \delta_S$, където δ_S е моментната деклинация на Слънцето.

5 задача. Венера. На чертежа са показани орбитите на Земята и Венера около Слънцето. Когато Венера е в положение 1 спрямо Земята и Слънцето, казваме, че се намира в максимална източна елонгация, а когато е в положение 2 – в максимална западна елонгация. В периодите около максималните елонгации има най-благоприятни условия за видимост на планетата.

- На 14 януари 2009 г. Венера е била в максимална източна елонгация. Кога най-скоро тя ще бъде отново в максимална източна елонгация? Венера обикаля около Слънцето с период 224.7 денонощия, а Земята с период 365.25 денонощия.

- На 14 януари 2009 г. Венера се е виждала в съзвездие Водолей. Приблизително в кое съзвездие ще бъде планетата в пресметнатата от вас следваща максимална източна елонгация?



Решение:

Времето, което ще измине до следващата максимална източна елонгация на Венера, ще е равно на синодичния период на планетата T_{SYN} . Можем да го намерим от съотношението:

$$\frac{1}{T_{SYN}} = \frac{1}{T_{SID}} - \frac{1}{T_0}$$

където $T_{SID} = 224.7$ d е сидеричният орбитален период на Венера, а $T_0 = 365.25$ d е орбиталният период на Земята.

$$T_{SYN} = \frac{T_{SID}T_0}{T_0 - T_{SID}}$$
$$T_{SYN} \approx 583.93 \text{ d}$$

Следващият път, когато Венера ще бъде в максимална източна елонгация, ще е след 583.93 денонощия. Можем да определим и датата, която очевидно ще бъде през 2010 г.

$$583.93 - 365.25 = 218.68 \text{ дни}$$

$$218.68 = 17 \text{ дни от януари 2010 г.} + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 20.68 \text{ дни от август 2010 г.}$$

Следващата максимална източна елонгация на Венера ще бъде около 21 август 2010 г.

При следващата максимална източна елонгация линията, свързваща Земята и Венера, отново ще е допирателна към орбитата на Венера, но двете планети вече няма да са в същите позиции по орбитите си около Слънцето. Линията, свързваща Земята и Венера, няма да е в същото направление, както на 14 януари 2009 г. Да намерим на какъв ъгъл а ще е отместено положението примерно на Земята около 21 август 2010 г. спрямо положението ѝ на 14 януари 2009 г. Имаме предвид ъгъла, отчетен в посоката на орбиталното движение на планетите. За 583.93 дни Земята е направила една пълна обиколка около Слънцето (360° за 365.25 дни) и е изминала още ъгъл а по своята орбита за остатъка от 218.68 дни.

$$\alpha = \frac{218.68}{365.25} \times 360^\circ \approx 215.5^\circ$$

На същия ъгъл а завъртяна и правата Земя – Венера. Следователно на 20 август 2011 г. Венера ще се наблюдава на около 215.5° източно от положението си при първата максимална елонгация. Тъй като на едно зодиакално съзвездие трябва да се падат по около 30° по небето, то Венера трябва да е със 7 зодиакални съзвездия на изток от Водолей, т.е. в Дева.