

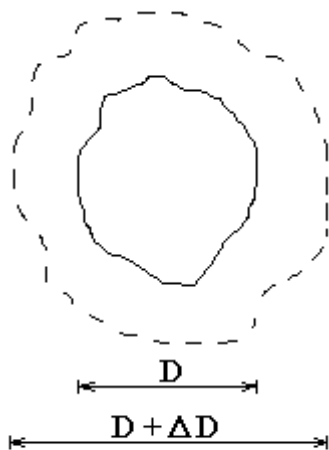
IV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
ПОДБОРЕН КРЪГ
ЗА ИЗБИРАНЕ НА БЪЛГАРСКИЯ НАЦИОНАЛЕН ОТБОР
ЗА УЧАСТИЕ В VI МЕЖДУНАРОДНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
3 август 2001 г., Стара Загора

Ученици 14 – 16 год.

1 задача. Ракообразната мъглявина е остатък от избухването на свръхнова звезда, наблюдавана от древните китайци през 1054 г. Намира се в съзвездието Бик. Видимият размер на мъглявината е $5'$ (дъгови минути). Както е известно, разделителната способност на окото е $1'$. Защо тогава не виждаме Ракообразната мъглявина с просто око, а само с телескоп? Мъглявината се разширява във всички посоки със скорост около 1000 km/sec . След колко време видимият ѝ ъглов диаметър ще се увеличи с 10% ? Разстоянието до мъглявината е 6500 ly .

Решение:

Не можем да видим Ракообразната мъглявина с просто око, защото блясъкът ѝ е много слаб.



Фиг. 1

Означаваме с $v = 1000 \text{ km/s}$ скоростта на разширение на мъглявината, $r = 6500 \text{ ly}$ разстоянието до нея, $\delta = 5'$ видимия ѝ ъглов диаметър, D – линейния ѝ диаметър понастоящем, $D + \Delta D$ – линейния ѝ диаметър след време t , когато той се е увеличил с 10% , т.е. $\Delta D / D = 0.1$ (Фиг.1). Търсим периода от време t . В сила са съотношенията:

$$D = r\delta \text{ [rad]}$$

$$\Delta D = 2vt$$

Коефициентът 2 идва от това, че мъглявината се разширява със скорост v във всички посоки. Следователно:

$$t = (r\delta / 2v) (\Delta D / D)$$

След като превърнем r в километри, δ в радиани и t от секунди в години, получаваме:

$$t \approx 150 \text{ год.}$$

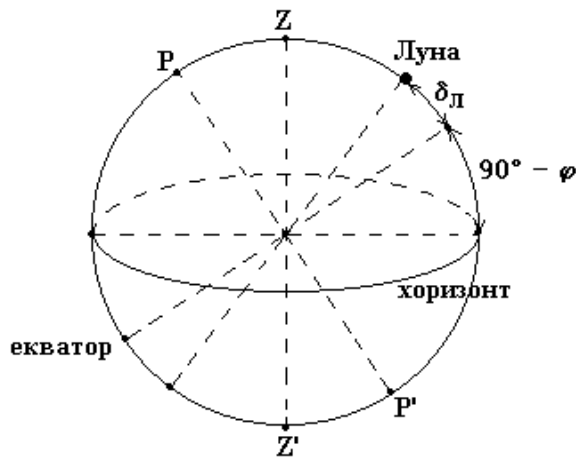
2 задача. В Стара Загора ($\lambda = 1^{\text{h}}42^{\text{m}} \varphi = 42^{\circ}32'$) се наблюдава пълно лунно затъмнение. В момента на максимална фаза на затъмнението Луната се намира в горна кулминация. Височината ѝ над хоризонта е $70^{\circ}55'$. Приблизително в колко часа по UT се случва това? Как трябва да бъдат облечени кръжочниците, наблюдаващи затъмнението – по къси панталони и тениски, по анцузи, или с дебели якета, шапки и ръкавици? Възможно ли е при същите обстоятелства, описани в задачата, височината на Луната над хоризонта да е $76^{\circ}04'$?

Решение:

При лунно затъмнение Луната е около фаза пълнолуние и следователно е на приблизително 180° от Слънцето. При условията на задачата това се

изпълнява почти точно, понеже става въпрос за момента на максимална фаза на пълно затъмнение. Щом Луната е в горна кулминация, то Слънцето е в долна кулминация и по местно време е полунощ (24^h). Местното време в Стара Загора е с λ^h напред от UT. Следователно по UT моментът от време е:

$$UT^h - \lambda^h = 24^h - 1^h42^m = 22^h18^m UT$$



Фиг.2

Височината на Луната над хоризонта е:

$$h_l = \delta_l + 90^\circ - \varphi$$

където δ_l е деклинацията на Луната (Фиг.2). Като имаме предвид, че $h_l = 70^\circ55'$, получаваме:

$$\delta_l = h_l + \varphi - 90^\circ = 23^\circ27'$$

Тъй като деклинацията на Луната е равна на наклона на земната ос към еклиптиката, заключаваме, че Луната е близо до точката на лятното слънцестояние. Това значи, че Слънцето е близо до точката на зимното слънцестояние.

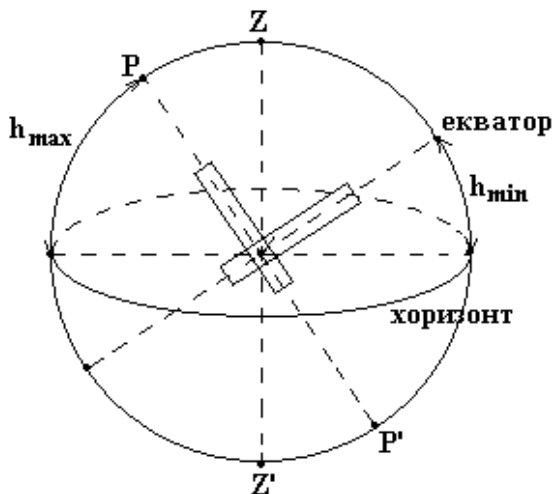
Следователно кръжочниците трябва да са облечени в зимни дрехи по време на наблюдението на лунното затъмнение.

Ако $h_l = 76^\circ04'$, то минималното разстояние от Луната до еклиптиката би се получило, в случай че Луната е точно в точката на лятно слънцестояние, и би било $76^\circ04' - 70^\circ55' = 5^\circ09'$, което е равно на наклона на лунната орбита към еклиптиката. По принцип Луната би могла да има такава височина над хоризонта. Тогава, обаче, не би могло да има лунно затъмнение, понеже Луната би била далеч от възела на своята орбита – Луната би била извън земната сянка, чиито център лежи на еклиптиката.

3 задача. В астрономическа обсерватория, намираща се на 50° северна ширина, има телескоп с алтазимутална монтировка. Той може да се върти на 360° по азимут и от 40° до 50° по височина. Каква част от небесната сфера е достъпна за наблюдение с този телескоп?

Решение:

Минималната деклинация δ_{\min} , която ограничава достъпната за наблюдения област от небесната сфера, се получава, като се насочи телескопът на юг и на минималната височина над хоризонта $h_{\min} = 40^\circ$ (Фиг.3). Но тази стойност е равна на височината на небесния екватор над хоризонта за същата географска ширина $\varphi = 50^\circ$, която е $h_{\text{екв}} = 90^\circ - \varphi = 40^\circ$. Следователно $\delta_{\min} = 0^\circ$ и границата на достъпната за наблюдения област от небето лежи на небесния екватор.



Фиг. 3

Максималната деклинация на достъпната за наблюдения област се получава, като се насочи телескопът на север и на максималната височина над хоризонта $h_{\max} = 50^\circ$. Но тази стойност е равна на височината на северния небесен полюс над хоризонта $h_{\text{пол}} = \varphi = 50^\circ$. Следователно $\delta_{\max} = 90^\circ$.

По ректасцензия областта няма ограничения, понеже телескопът може да се върти на 360° по азимут. Така, с течение на времето, благодарение на денонощното въртене на небесната

сфера и промяната на вида на нощното небе през годината, за телескопа ще бъде достъпна цялата северна небесна полусфера.

Практическа задача. Върху фотографска плака с определена звездна област са идентифицирани 21 звезди. От каталог са взети фотографските звездни величини на звездите. С помощта на микрофотометър са определени относителните плътности на почернението (Δ) на образите на звездите, представени в таблицата.

¹	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
m_{ph}	0,55	1,37	1,52	1,79	2,50	2,85	2,32	3,57	3,86	4,34	4,66
Δ	110	131	144	153	186	242	272	304	362	413	462

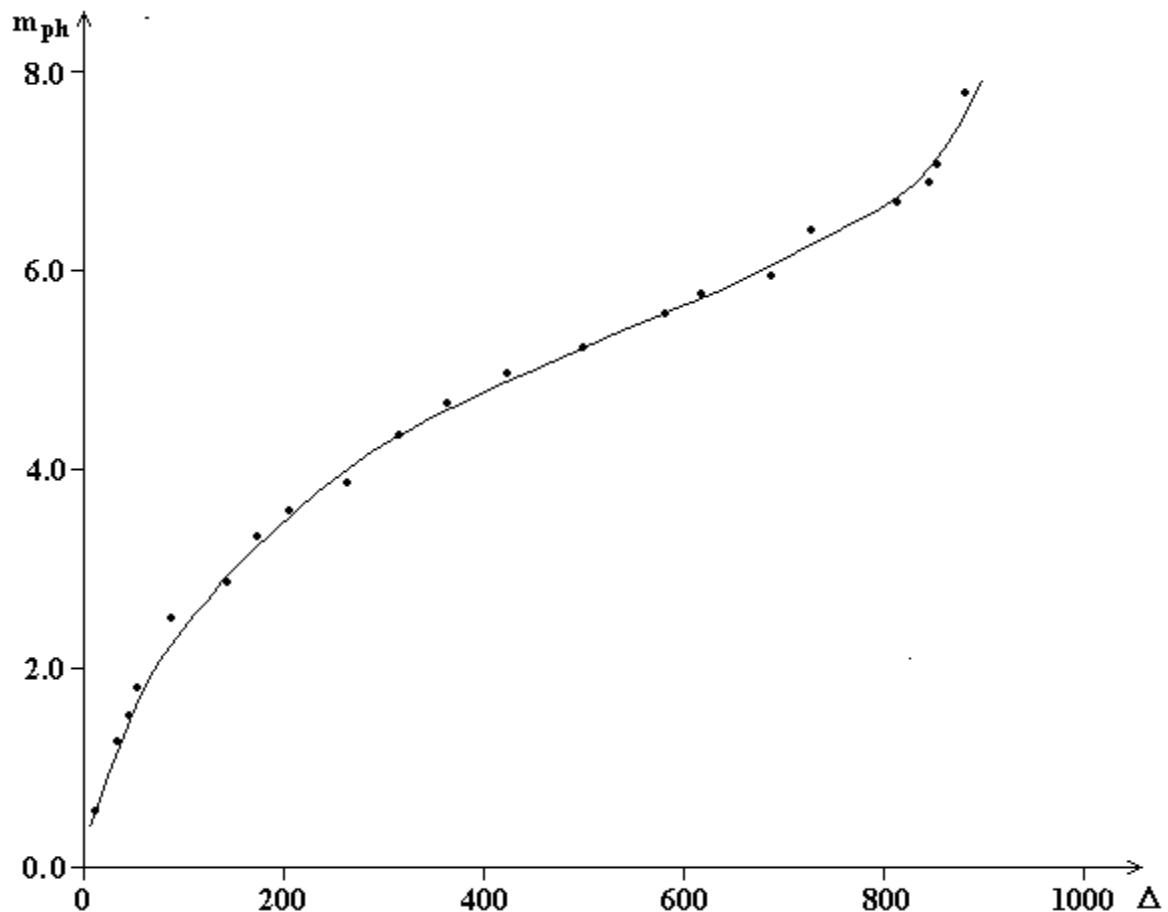
¹	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
m_{ph}	4,95	5,21	5,56	5,75	5,93	6,39	6,67	6,88	7,06	7,78
Δ	522	598	680	715	785	826	911	943	952	960

Определете звездните величини на четири други звезди, за които почернението е $\Delta_A = 289$, $\Delta_B = 510$, $\Delta_C = 520$, $\Delta_D = 792$. Ако приемем, че звездите В и С се намират на едно и също разстояние от нас, пресметнете отношението на светимостите им.

Решение:

По данните от таблицата построяваме графика на зависимостта $m_{\text{ph}}(\Delta)$. По нея графично определяме фотографските звездни величини на четирите звезди:

Звезда	A	B	C	D
Δ	289	510	520	792
m_{ph}	$3^{\text{m},5}$	$4^{\text{m},8}$	$4^{\text{m},9}$	$6^{\text{m},1}$



Осветеностите E_A и E_B , които звездите А и В създават на Земята, се намират в следното съотношение, съгласно формулата на Погсон:

$$E_A / E_B = 2.512^{m_B - m_A}$$

Ако E е осветеността, която една звезда създава на Земята, r е разстоянието до нея, а L – светимостта ѝ, то:

$$E = L / 4\pi r^2$$

Следователно, тъй като разстоянията до двете звезди А и В са равни, то:

$$L_A / L_B = E_A / E_B$$

където L_A и L_B са светимостите на звездите. И така за отношението на светимостите на звездите получаваме:

$$L_A / L_B = 2.512^{m_B - m_A}$$

$$L_A / L_B \approx 1.1$$