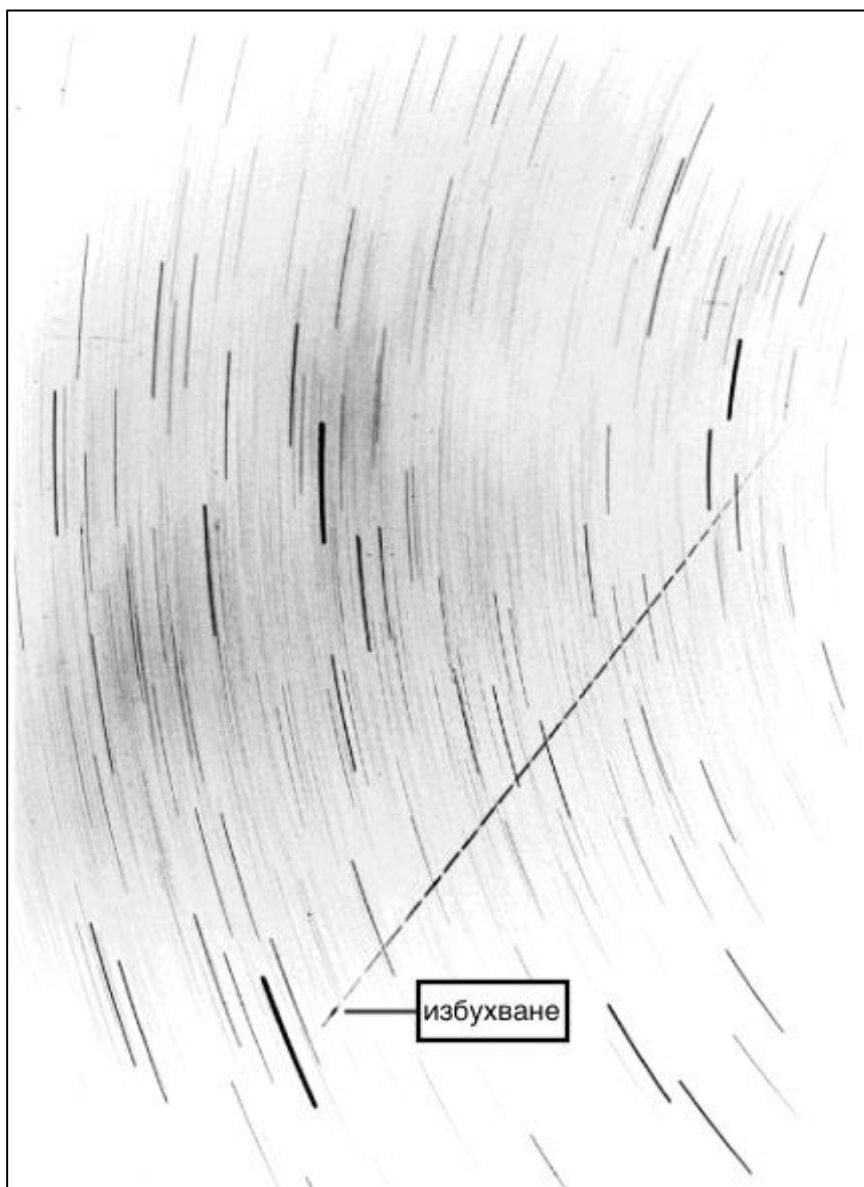


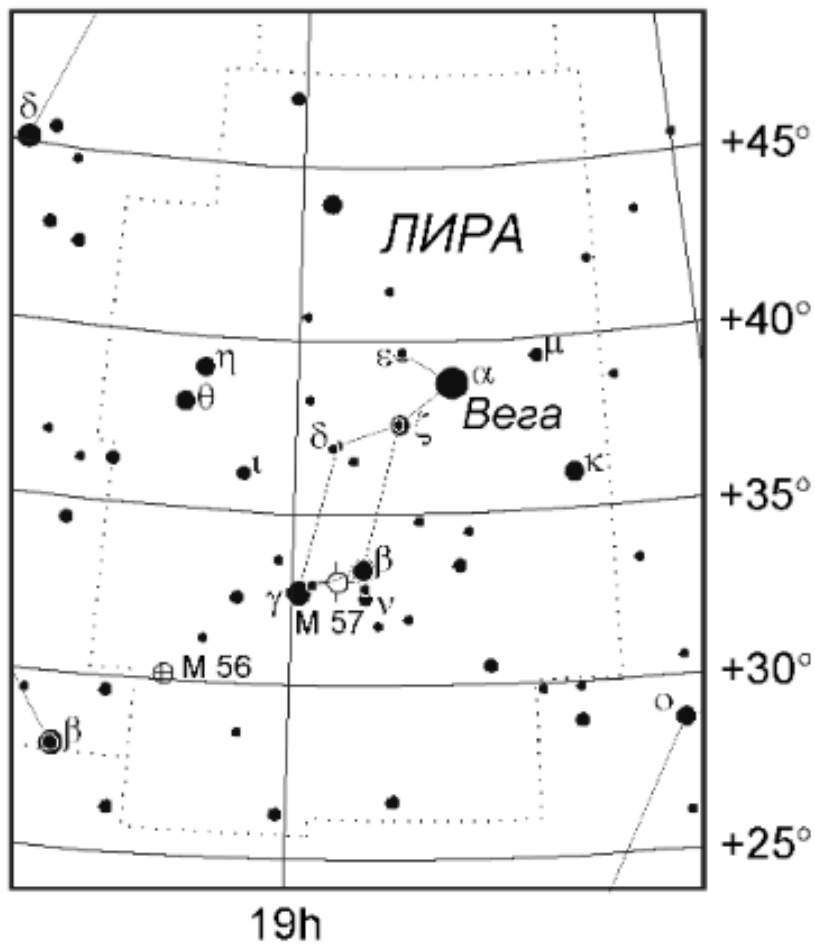
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ЦЕНТРАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ
XIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
<http://astro-olymp.org>

IV кръг
Практически тур

Старша възраст – решения

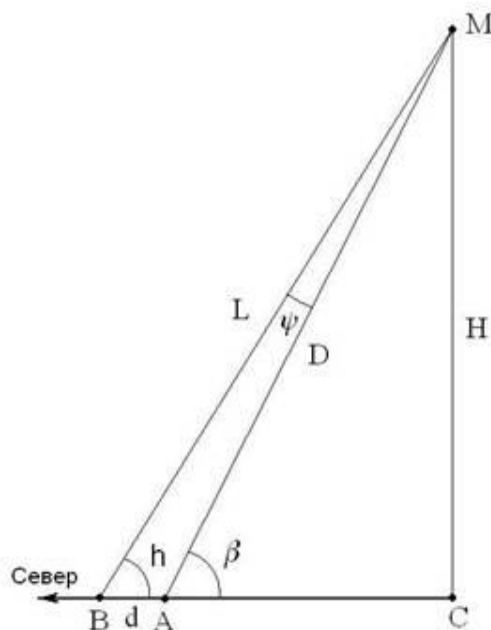
1 задача. Метеор близо до Вега. Разполагате със снимка на метеор от метеорния поток Персеиди, получена при наблюдателна експедиция на място с координати ($\lambda = 37^\circ$ и.д. , $\varphi = 55^\circ$ с.ш.). Снимката е направена с камера, пред която се е намира двувитлов обтюратор (електромотор с перка, която през определени интервали от време засенчва обектива на камерата) с период на въртене 900 оборота в минута. Към края на метеорната следа се забелязва неголямо избухване на метеора. Това избухване е видно от друг наблюдател, който се е намирал на 3км на север от камерата. Той забелязва, че избухването е точно върху звездата Вега, която в този момент е в горната си кулминация. Определете височината на метеора над земната повърхност в момента на избухването и средната скорост на метеора в атмосферата на Земята. Ъгловото разстояние между Вега и радианта на метеорния поток Персеиди в момента на наблюдение е 74° . Използвайте приложената карта на съзвездие Лира.





Решение:

Нека първо определим височината на метеора. Да означим мястото на наблюдение като точка **A**, мястото от което е видяно съвпадащото с Вега избухване на метеора – като точка **B**. Точката на избухване на метеора означаваме с **M**.



За географска ширина $\varphi = 55^\circ$ Вега кулминира на юг от зенита. Построяваме схема на разположението на двамата наблюдатели и точката на избухване на метеора – **M**. Когато наблюдателят от по-северната точка **B** вижда избухването на метеора, Вега е

в горна кулминация. Тъй като наблюдателят в точка **A** се намира на същия меридиан, то и за него Вега е в горна кулминация. За да намерим паралактичното отместване на метеора относно двамата наблюдатели, трябва да определим ъгъла, на който се е преместил метеорът (избухването на метеора) за първия наблюдател. Това е ъгловото отстояние на избухването на метеора от изображението на Вега.

За целта първо определяме ъгловото разстояние на две или повече звезди, които се виждат както на снимката, така и на картата на съзвездията Лира. Примерно избираме звездата γ Лира и най-горната звезда на картата, с която разполагаме. Те са на приблизително еднаква ректасценция и е удобно да използваме разликата в деклинациите им, за да определим мащаба на снимката. За снимката получаваме мащаб приблизително $0.172^\circ/\text{мм}$. Определяме ъгловото разстояние между избухването на метеора и Вега. В горна кулминация Вега се движи по направление от изток на запад, което е перпендикулярно на паралактичното отместване на метеора. Затова от точката на избухване спускаме към трека на Вега перпендикуляр и по него мерим ъгловото разстояние. Получаваме, че за първия наблюдател избухването е отместено на ъгъл $\psi = 2^\circ.24$, относно втория наблюдател. Приемаме, че височината на Вега е еднаква за двамата наблюдатели. Разстояние от три километра дава само една и половина дъгови минути разлика в географските ширини. За височината на избухването на метеора може да запишем:

$$H = L \sin h$$

От синусовата теорема следва:

$$L = d \frac{\sin(h + \psi)}{\sin \psi}$$

$$[\sin(180^\circ - (h + \psi)) = \sin(h + \psi)]$$

Следователно:

$$H = d \frac{\sin(h + \psi) \sin h}{\sin \psi}$$

Височината h на Вега над хоризонта намираме от географската ширина на мястото на наблюдение и деклинацията на звездата, която определяме от приложената карта. За деклинацията на Вега получаваме: $\delta \approx 39^\circ$. Намираме височината на Вега над хоризонта:

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta = 74^\circ.$$

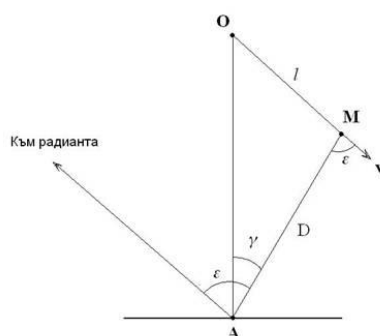
Накрая пресмятаме и получаваме за височината на метеора: $H = 72 \text{ km}$.

Разстоянието до метеора от т.А получаваме от правоъгълния триъгълник АСМ и от определената височина H :

$$D = \frac{H}{\sin \beta} = \frac{H}{\sin(h + \psi)} = d \frac{\sin h}{\sin \psi} = 74 \text{ km}$$

За да получим средната скорост на метеора, първо измерваме ъгловата му дължина γ , като използваме получения мащаб за снимката. При измерването на дължината се стремим да отчетем и най-слабите следи оставени от метеора. Линеината му дължина върху снимката е около 193 мм, а ъгловата е $\gamma = 33^\circ$. Възстановяваме щрихите в началото на следата, където границата им не се вижда ясно. Накрая преброяваме около 33 щриха в цялата следа на метеора.

Пространствената дължина на метеора получаваме като отново използваме синусовата теорема (Фиг.2).



За наблюдателя в т.А, където се намира камерата с обтюратора, крайната точка на метеорната следа е на около 2° от следата на звездата Вега. Следователно ъгловото отстояние на края на следата от радианта на Персеиди е $\varepsilon = 72^\circ$.

$$l = D \frac{\sin \gamma}{\sin(\varepsilon - \gamma)} = 64 \text{ km}$$

Съществен момент в получаване на решението е това, че пространствената скорост на метеора е успоредна на направлението към радианта, гледано от земния наблюдател.

Скоростта на обтюратора е 900 оборота в минута. Това са 15 оборота в секунда. Има две витла които в рамките на един оборот затъмняват обектива на камерата. Следователно прекъсванията са през $1/30$ от секундата. Тъй като изображението има 33 щриха, то продължителността на метеора е $\Delta t = 1.1 \text{ s}$. Остана да получим средната скорост на метеора:

$$v = \frac{l}{\Delta t} \approx 58 \text{ km/s}$$

Критерии за оценяване (16 т.):

За правилни разсъждения и принципна постановка на задачата, при определяне на височината на метеора, както и за правилно определяне на мащабите на снимката – 4т.

За правилна математическа постановка на задачата и за пресмятане на височината – 4т.

За правилна принципна постановка на задачата при определянето на дължината на метеорната следа – 3т.

За правилни измервания, разсъждения и определяне на средната ъглова скорост на метеора – 3т.

За правилни разсъждения и определяне на средната пространствена скорост на метеора – 2т.

2 задача. Собствено движение на звезда. На поредица от фотографии, направени от космическия телескоп “Хъбъл” в продължение на една година, е заснета една и съща област от небето, намираща се в съзвездие Дракон. Една от звездите на снимките се е оказала на сравнително малко разстояние от Земята, което позволява да се наблюдава нейното по-бързо преместване спрямо останалите звезди.

Според измерванията на астрономите, нейната хелиоцентрична лъчева скорост е равна на $+20 \text{ км/сек}$. Установено е, че тя е звезда, която няма спътници. Използвайки фотографиите, намерете тази звезда, определете разстоянието до нея и пространствената ѝ скорост спрямо Слънцето.

Имайки предвид всички получени при решението на задачата данни, какво още бихте казали за тази звезда?

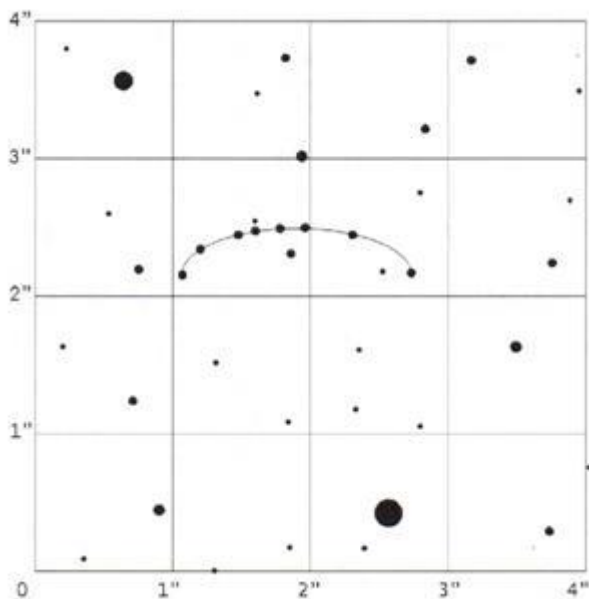
Решение:

Посредством нанасянния върху паусна хартия се определя последователността от отделните положения на звездата, получени в различни наблюдателни моменти в продължение на една година. През това време звездата е описала кръг по небесната сфера за сметка на паралактичното ѝ движение (нека припомним, че тя се намира в съзвездие Дракон, близо до северния еклиптичен полюс). Кръгът обаче, се е превърнал в разтеглена дъга, тъй като върху паралактичното преместване на звездата се е наложило нейното собствено движение в западна посока, което е равно на $1,6''$. Можем да определим амплитудата на преместване на звездата в посока перпендикулярна на собственото движение (около $0,35''$). Това е удвоената стойност на годишния паралакс на звездата.

Използвайки тези данни и формулата $D = a/\sin \pi$, където a е голямата полуос на орбитата на Земята, а π – годишният паралакс на звездата, чрез допълнителни пресмятания можем да получим разстоянието до звездата D , равно на 6 парсека.

След всичко това, можем да изчислим тангенциалната скорост на звездата v_t , равна на $1,6'' / 0,35'' \approx 9$ а.е./год. или 43 км/сек. Като знаем лъчевата скорост v_r , пространствената скорост на звездата можем да получим от уравнението $v = (v_r^2 + v_t^2)^{1/2} \approx 47$ км/сек.

Фотографската звездна величина на звездата определяме, използвайки фотографските стандарти, представени графично в горната част на схемата. Можем да преценим, че блясъкът на звездата е равен на 17^m . Оттук можем да определим стойността на абсолютната звездна величина по формулата $M = m + 5 - 5 \lg r$, където r е разстоянието до звездата. Получаваме за нея $M = 18^m$. Имайки предвид получените данни за разстоянието и светлинните характеристики на звездата, можем да кажем, че тя е много слаба звезда – джудже.



Критерии за оценяване (16 т.):

За откриване на звездата на фотографиите и отразяването на нейното годишно движение сред звездите върху предварително разграфен лист паус-хартия – 2 т.

За правилен теоретичен подход при определяне на паралактичното движение на звездата в рамките на една година – 2 т.

За правилното разбиране на влиянието на собственото движение на звездата върху паралактичната елипса – 2 т.

За числовото определяне на стойностите на тези две движения на звездата – 2 т.

За определянето на разстоянието до звездата – 2 т.

За изчисляване на тангенциалната скорост на звездата – 2 т.

За определянето на фотографската звездна величина на звездата – 1 т.

За определяне на абсолютната звездна величина на звездата – 1 т.

За дадени коментари на всички получени при решението на задачата данни, както и за вида на звездата – 2 т.

