

ВАРИАНТ 2

ЗАДАНИЕ 1 НАБЛЮДЕНИЕ СОЛНЦА

В городе Брест, координаты которого $j = 52^{\circ}05'$, $l = 23^{\circ}42'$ в день зимнего солнцестояния наблюдалась верхняя кульминация центра диска Солнца.

А) Каково в этот момент было его зенитное расстояние.

Б) Определите во сколько по поясному времени Беларуси (с учетом +1 часа) наблюдалась верхняя кульминация центра диска Солнца (в часах, минутах и секундах).

В) Вычислить сколько времени длилось прохождение диска Солнца через небесный меридиан (в секундах).

Г) Опишите какое влияние на наблюдение захода Солнца оказывают его размеры, рефракция и суточный параллакс.

Д) Сколько времени прошло после верхней кульминации центра диска Солнца покуда оно полностью зашло за горизонт (учесть размеры Солнца, рефракцию и суточный параллакс).

Подсказка: уравнение времени можно рассчитать по формуле:

$$h = 7,53 \cos(B) + 1,5 \sin(B) - 9,87 \sin(2B), \text{ где } B = 360^{\circ}(N-81)/365.$$

N – порядковый номер дня в году начиная с 1 января.

ЗАДАНИЕ 2 НАБЛЮДЕНИЕ ЗВЕЗДЫ

Звезда, эклиптические координаты которой $\lambda = 4^h45^m44^s$, $\beta = -22^{\circ}20'$ наблюдалась из некоторой точки поверхности Земли. Ее горизонтальные координаты в момент наблюдения были $A=00^h50^m16^s$, $h=12^{\circ}37'$. Наблюдение проводилось в $T_o = 4^h56^m$ по всемирному времени. Звездное время средней полночи в эти сутки на гринвичском меридиане составляло $S_o = 6^h57^m$

А) Определите географические координаты места наблюдения.

Б) Через какое время после наблюдения произойдет верхняя кульминация этой звезды.

В) Определите часовой угол этой звезды в момент ее захода.

Г) Определите зенитное расстояние этой звезды в момент нижней кульминации.

Подсказка: рефракцию не учитывать

ЗАДАНИЕ 3 ПОЛЁТ К ВЕНЕРЕ

Автоматическая межпланетная станция (АМС) совершает перелет с орбиты Земли к Венере по гомановской орбите.

А) В момент времени t_0 , когда АМС переходит на гомановскую орбиту, эклиптическая долгота Солнца равна $\lambda_c = 60^\circ$. Определите положение Венеры в эклиптической гелиоцентрической системе координат в момент времени t_0 .

Б) В момент времени t_1 угол истинной аномалии АМС равен $\theta = 270^\circ$. Вычислите, через какой промежуток времени τ (относительно t_1) АМС достигнет перигелия своей орбиты.

В) Вычислите фазу Венеры при наблюдении с АМС в момент времени t_1 .

Примечание: орбиты планет считать круговыми и лежащими в одной плоскости.

ЗАДАНИЕ 4 ЗВЕЗДНАЯ ПЫЛЬ

Как известно, межзвездная среда заполнена пылевыми частичками, которые поглощают проходящее излучение. При этом, при прохождении излучением каждого кпк расстояния в межзвездной среде, интенсивность излучения ослабевает примерно в 3 раза.

Будем считать, что пылевые частички состоят из двух типов шариков, радиусы которых относятся как 15:1. При этом процентное содержание частиц в межзвездной среде 2% и 98% соответственно. Каждый такой шарик полностью поглощает фотон излучения, если последний попадает в него. Также будем считать, что концентрация пылевых частичек достаточно мала, поэтому они не закрывают друг друга, не создавая тени.

А) Считая, что средняя концентрация пылевых частичек в межзвездной среде составляет $n = 100 \text{ частиц/см}^3$, определите радиусы обоих типов пылевых частиц.

Б) Определите, на сколько изменяется видимая звездная величина источника в межзвездной среде (по отношению к такому же источнику в вакууме) при прохождении излучением расстояния 1 кпк? На сколько изменится видимая звездная величина при прохождении излучением 500 пк? Какова общая зависимость от расстояния, пройденного излучением?

В) Звезда Поллукс находится на расстоянии 10,34 пк и имеет абсолютную звездную величину 1,09. Определите ее видимую звездную величину с учетом межзвездного поглощения.

Г) Как поменяется ответ в пункте Б, если радиусы всех пылевых частиц уменьшатся в 3 раза?

Справочные данные: $l_{пк}$ принять равным $3,1 \cdot 10^{16}$ м.

ЗАДАНИЕ 5 КОСМОЛОГИЧЕСКОЕ РАСШИРЕНИЕ

По данным наблюдений телескопа «Джеймс Уэбб» в современную эпоху плотность обычной материи составляет $1,6 \cdot 10^{-28} \text{ кг/м}^3$, темной материи $1,0 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3$, а темной энергии $1,1 \cdot 10^{-26} \text{ кг/м}^3$. Из данных наблюдений также получено, что на расстоянии 3,6 млрд. пк галактики удаляются от нас со скоростью, в точности равной скорости света. Будем считать, что движение галактик является результатом космологического расширения.

А) Определите значение постоянной Хаббла в современную эпоху.

Б) Определите кривизну пространства (отрицательная, положительная или нулевая)

В) Найдите значение масштабного фактора в современную эпоху (в пк).

Указание: полученное в п. Г уравнение можно решить приближенно.

Гравитационную постоянную считать равной $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$, $l_{пк}$ принять равным $3,1 \cdot 10^{16}$ м, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.