

★ Белорусские астрономические олимпиады ★

Задания для III этапа
республиканской олимпиады по астрономии

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

14 января 2014 года



Красная Луна в Париже

(а) Определите, с какой угловой скоростью (в $^{\circ}/\text{час}$) движется ночью в момент весеннего равноденствия тень от Эйфелевой башни, освещенной полной Луной в верхней кульминации. (b) Чему равна длина тени в этот момент? Поверхность, на которую падает тень считайте плоской и перпендикулярной башне. Луна находится в точности в восходящем узле своей орбиты.

Через Атлантику

Утром 20 мая 1927 года американский летчик почтовой авиации Чарльз Линдберг поднял в воздух свой одномоторный "Дух Сент-Луиса" из аэродрома в окрестности Нью-Йорка, взяв курс на Париж... и 21 мая поздно вечером успешно приземлился в Ле-Бурже, став первым пилотом, в одиночку перелетевшим через Атлантический океан. Сравните длину трансатлантического полета из Нью-Йорка в Париж: (i) вдоль географической параллели и (ii) по дуге большого круга. Поверхность Земли считайте сферической, а аэродромы взлета и посадки — находящимися на одинаковой широте (45°N).

Продолжение следует...

Двойной Сириус

Самая яркая звезда на ночном небе, Сириус, в действительности является двойной системой, состоящей из горячей звезды главной последовательности (Сириус А) и белого карлика (Сириус В). Астрометрические наблюдения показали, что эксцентриситет орбиты системы $e = 0.59$, период обращения $P = 50.05$ лет, а большие полуоси компонент относительно центра масс: $a_A = 6.18$ а. е. и $a_B = 13.6$ а. е. (а) Найдите суммарную массу системы и массу каждой звезды. (b) Вычислите наибольшее удаление (в а. е.) звезд друг от друга.

Сфера Дайсона

Около 50 лет назад астрофизик Фримен Дайсон предположил, что развитая цивилизация будущего, для оптимального использования энергии своей звезды, может сконструировать вокруг нее замкнутую сферическую оболочку и жить на ее внутренней поверхности. Представьте, что Вы захотели создать вокруг Солнца такую "Сферу Дайсона", радиус которой равен радиусу земной орбиты. Считайте, что в Вашем распоряжении есть весь отличный от Солнца материал Солнечной системы общей массой $0.0014M_{\odot}$ и все необходимые технологии преобразования доступного вещества в твердое состояние плотностью 5.0 г/см^3 . Чему будет равна толщина такой оболочки?

Синие и зеленые лучи

Видимые звездные величины двух звезд в зеленых лучах одинаковы и равны $m_V = 7.5$, а в синих — различны: $m_{B1} = 7.2$ и $m_{B2} = 8.7$. (а) Чему равны их показатели цвета ($B - V$)? (b) Какая звезда излучает больше в синих лучах? Во сколько раз?

Солнечный бриллиант

В далеком будущем Солнце превратится в углеродный белый карлик, который затем, с течением времени, продолжит остывать. Будем считать, что масса такого белого карлика станет равной $0.8M_{\odot}$, а температура и мощность излучения в какой-то момент времени

составят 5000 К и 1×10^{24} Вт соответственно. (а) Вычислите радиус звезды. (б) Какая масса вещества карлика поместится в чайную ложечку объемом 1 см^3 ?

Астроном

Астроном наблюдает двойные звезды в телескоп Meade 90ETX, разрешающая способность которого равна дифракционному пределу. При этом, невооруженным глазом в темноте (диаметр зрачка — 7.0 мм, чувствительность — 530 нм) она может видеть звезды до 5.5 звездной величины. (а) Какие из перечисленных ниже двойных звезд астроном увидит в телескоп как одну звезду / разрешит на компоненты? (б) Какая из перечисленных систем будет видна невооруженным глазом?

$\mu \text{ Dra}$ ($m_1 = 5.8$, $m_2 = 5.8$, $\theta = 2.2''$)

$\tau \text{ Cyg}$ ($m_1 = 3.8$, $m_2 = 6.3$, $\theta = 0.8''$)

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Физические постоянные

Скорость света в вакууме	$c = 2.9979 \times 10^8 \text{ м/с}$
Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Постоянная Стефана-Больцмана	$\sigma = 5.6704 \times 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$
Постоянная Больцмана	$k = 1.3807 \times 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Вина	$b = 2.898 \times 10^6 \text{ нм} \cdot \text{К}$

Геодезические данные

Высота Эйфелевой башни	324 м
Географические координаты Парижа	$48^\circ 51' \text{N}$, $2^\circ 21' \text{E}$
Географические координаты Нью-Йорка	$40^\circ 40' \text{N}$, $73^\circ 56' \text{W}$
Средний радиус Земли	$R_\oplus = 6.371 \times 10^6 \text{ м}$

Астрономические данные

Наклон эклиптики к небесному экватору	$\varepsilon = 23^\circ 26'$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \times 10^{11} \text{ м}$
Звездные сутки	$T_\oplus = 23 \text{ часа } 56 \text{ минут}$
Тропический год	$T_0 = 365.24 \text{ суток}$
Сидерический год	$T_S = 365.26 \text{ суток}$
Юлианский год	$T_J = 365.25 \text{ суток}$
Сидерический период обращения Луны	$T_M = 27.32 \text{ суток}$
Синодический период обращения Луны	$P_M = 29.53 \text{ суток}$
Масса Солнца	$M_\odot = 1.989 \times 10^{30} \text{ кг}$