

1. Кто на ком стоял?

Однажды при наблюдении с Земли Венера оказалась в наибольшей западной элонгации, а Марс — в западной квадратуре. Вычислите для этого момента расстояние между Венерой и Марсом. Определите условия наблюдения Земли и Венеры с Марса. Когда можно ожидать их ближайшие прохождения по диску Солнца? Как долго они будут длиться? Орбиты планет считайте круговыми и лежащими в одной плоскости.

2. Вопрос об уплотнении

Вследствие экспериментов коварных инопланетян радиус Земли квазистатически уменьшился на 10 % при неизменной массе. На сколько процентов изменились средняя плотность Земли и относительное сжатие земного эллипсоида?

3. Собачье сердце

Астеризм созвездия Гончие Псы образован двумя относительно яркими звёздами: α CVn и β CVn. Экваториальные координаты этих звёзд приведены в таблице справа. Какова

Звезда	RA	Dec
α CVn	12 ^h 56 ^m	+38° 19'
β CVn	12 ^h 34 ^m	+41° 21'

минимальная и максимальная возможная наблюдаемая продолжительность восхода этого астеризма («отрезка»)? На каких широтах она достигается?

4. Quod licet Jovi

Космический аппарат в некоторый момент находится на расстоянии 5.10 а. е. от Солнца и 0.30 а. е. от Юпитера. При этом его гелиоцентрическая скорость составляет 18 км/с и направлена под углом 60° к радиус-вектору. Какова будет скорость аппарата после пролёта мимо Юпитера? Орбиту Юпитера считайте круговой.

5. Помощь круга

Запишите уравнение $f(h, A) = 0$ галактического экватора в горизонтальных координатах для наблюдателя в Петербурге (60° с. ш., 30° в. д., время московское) в 12:00 5 июля 2021 г.

Экваториальные и галактические координаты некоторых светил

Звезда	RA	Dec	Долгота	Широта
Вега	$18^h 37^m$	$+38^\circ 47'$	67.4482°	$+19.2373^\circ$
Спика	$13^h 25^m$	$-11^\circ 10'$	316.1123°	$+50.8446^\circ$
Капелла	$05^h 17^m$	$+46^\circ 00'$	162.5885°	$+4.5664^\circ$

6. Олды тут

Возраст галактик возможно оценивать при помощи наблюдаемого спектроскопически соотношения долгоживущих изотопов, например, ^{238}U , ^{232}Th и ^{244}Pu (нуклеокосмохронологический метод). Так, возраст некоторой галактики оценили в $12.6_{-1.4}^{+1.8}$ млрд лет. В предположении, что она сформировалась через 0.6 млрд лет после Большого Взрыва, оцените соответствующие вероятные диапазоны значений постоянной Хаббла в наше время и в эпоху образования этой галактики, а также среднюю плотность Вселенной в эти времена. Считайте Вселенную плоской с доминированием «холодной пыли».

7. Пятая точка Лагранжа

Зарисуйте траекторию астероида (617) Патрокл во вращающейся системе отсчёта, связанной с линией Солнце–Сатурн. Определите её максимальный радиус кривизны. Каков минимальный промежуток времени между последовательными стояниями Патрокла при наблюдении с Сатурна? Орбиты Сатурна и Патрокла считайте круговыми и лежащими в одной плоскости.

8. Линзотрон

Предположим, на околосолнечной орбите радиусом 1.5 а. е. находится тонкая стеклянная линза. Диаметр линзы $D = 10$ см, фокусное расстояние $F = 2D = 20$ см, масса $m = 470$ г. Какое увеличение давала бы такая линза при использовании в качестве лупы (при наблюдении прямого изображения)? Вычислите силу светового давления, которую испытывает эта линза.

9. Эффект Сюняева–Зельдовича

Вследствие обратного эффекта Комптона — рассеяния реликтовых фотонов на горячих электронах межгалактического газа — наблюдаются локальные изменения спектрального профиля реликтового излучения, ассоциированные со скоплениями галактик (эффект Сюняева–Зельдовича). Спектральная форма такого эффекта описывается выражением

$$\Delta I_\nu = \frac{(k_B T)^3}{(hc)^2} \cdot 2y g(x),$$

где

$$g(x) = \frac{x^4 e^x}{(e^x - 1)^2} \left[\frac{x(e^x + 1)}{e^x - 1} - 4 \right], \quad x \equiv \frac{h\nu}{k_B T},$$

T — температура реликтового излучения, y — параметр комптонизации, имеющий физический смысл оптической толщины на луче зрения. В результате наблюдается «переброс» спектральной энергии из одной области частот в другую. Вычислите граничную частоту этих областей при $T = 2.7$ К. На каких частотах описанный эффект наиболее заметен?

10. I'm your Venus

Космический аппарат, двигавшийся вдали от Земли по земной орбите, одним коротким включением двигателя переводится на орбиту, в периферии касающуюся орбиты Венеры. На сколько процентов при этом изменилась его масса в оптимальном (наиболее экономичном) случае?

11. One in a million

Среди фотонов, излучаемых некоторой звездой, лишь один из миллиона способен ионизировать атом водорода, находящийся в основном состоянии. К какому спектральному классу принадлежит эта звезда?

12. Абсолютно зловещий шар

Вы наблюдаете абсолютно зловещий чёрный шар радиусом 10 км, зависший рядом с Луной. Температура поверхности шара исходно составляет 666 К и линейно растёт со временем, увеличиваясь на 6 К каждую секунду. За какое время видимая болометрическая звёздная величина шара увеличится в 3 раза?

13. Движение вверх

Какую долю составляют молекулы азота, которые движутся вверх с вертикальной скоростью не меньше средней квадратичной скорости при нормальных условиях в приземной атмосфере?

14. Золотой стандарт

Какую среднюю наблюдаемую лучевую скорость относительно гелиоцентрического стандарта имеют звёзды, наблюдающиеся неподалёку от Венеры в фазе 0.5?