

Теоретический тест

Утешев И. А., если не указано иное

1. Гравитационный колодец

Определите толщину H бесконечной пластины, выполненной из вещества с плотностью ρ , равной средней плотности Земли, и создающей в пространстве гравитационное поле с напряжённостью $1.0g$. Выразите ответ в радиусах Земли R_{\oplus} .

2. Звёздная пыль

Некоторая похожая на Вегу звезда наблюдается вблизи полосы Галактики, её галактическая долгота равна 180° . Если бы она вдруг стала в два раза ближе к Солнечной системе, то её, поярчавшую в $K = 5$ раз, можно было на пределе различить невооружённым глазом ($m_{1/2} = 6.0^m$). Определите расстояние до этой звезды, если параллакс Веги $\pi_0 = 0.129''$.

3. Узкие джинсы

«Это Вселенная расширяется, я тут ни при чём!» — заявила Маша. «Допустим», — хмыкнул Ваня: возражать было опасно. Положим, за год масштабный фактор вырос на 5%.

1. Вычислите постоянную Хаббла в описанной Вселенной.
2. Сравните среднюю плотность плоской Вселенной с такой постоянной Хаббла со средней плотностью Маши.

4. Все врут

— *Добрый вам вечер, — обратился к ним кентавр. — Значит, вы школьники? И много вы уже выучили в школе?*

Гарри дернул Гермиону за рукав, боясь, что она сейчас начнёт хвастаться. Но необходимости в этом не было, поскольку кентавр произвел на неё слишком сильное впечатление.

— *Немножко, — робко ответила Гермиона.*

— *Немножко. Что ж, это уже кое-что. — Роман вздохнул, откинул голову и уставился в небо. — Марс сегодня очень яркий.*

Дж. К. Роулинг. Гарри Поттер и философский камень

Любому фанату поттерианы известно, что эта сцена произошла в мае 1992 года, для определённости — 15 мая.

1. Оцените видимую звёздную величину Марса в ту ночь и укажите созвездие, в котором он тогда находился.
2. На протяжении какого времени Марс можно было наблюдать в течение ночи на шотландской равнине ($\approx 54^\circ$ с. ш.)?

Орбиты Земли и Марса считайте круговыми и лежащими в одной плоскости. Последнее великое противостояние Марса произошло 27 июля 2018 года.

5. Непридуманная история

Волбуева М. И.

Ранним утром 14 августа 2018 года четверо преподавателей учебно-тренировочных сборов поднялись на одну из вершин горы Кения ($0^\circ 09' 19''$ ю. ш., $37^\circ 19' 04''$ в. д., высота 4985 м), чтобы наблюдать восход Солнца.

1. Определите время, азимут и продолжительность восхода.
2. Кто и на сколько раньше мог наблюдать восход Солнца в этот день — астрономы на горе или краб на морском пляже в Момбасе ($4^\circ 01' 44''$ ю. ш., $39^\circ 43' 20''$ в. д.)?

В Кении живут по московскому времени.

6. Что-то пошло не так

Веселова А. В.

Спутник обращается по круговой геоцентрической орбите на высоте 14.6 тыс. км. В рамках орбитального манёвра ему должна быть сообщена скорость $+1$ км/с в направлении движения. Что-то пошло не так, и дополнительный импульс оказался передан под углом 150° к радиусу-вектору аппарата (60° к направлению его скорости).

1. Вычислите расстояние между точками апогея расчётной и фактической новой орбиты и разность высот этих двух точек.
2. Оцените удельный импульс ΔV , который необходимо придать спутнику теперь для приведения его орбиты к желаемой за наименьшее количество импульсов двигателя.

7. Временное затруднение

В некоторый день в некоторой точке Земли верхняя кульминация Солнца произошла в $15^{\text{h}} 20^{\text{m}}$ по Гринвичу, а через 38 недель оно пересекло меридиан пункта наблюдения в $15^{\text{h}} 50^{\text{m}}$ УТ на высоте $+15^\circ$. Найдите координаты пункта наблюдения.

8. Главная часть Девы

Скопление Девы, центр которого расположен на расстоянии 17 Мпк от нас, является ядром Местного сверхскопления галактик. Это скопление достаточно массивно для того, чтобы уменьшить хаббловскую скорость удаления Местной группы от него на 10%. Оцените массу скопления Девы в массах Солнца.

9. Жамевю

Акинъщиков А. Н.

В некотором городе Солнце взошло на $\Delta t = +59.4^{\text{s}}$ позже, чем накануне, причём азимут восхода изменился на $\Delta A = -25' 58.4''$, а склонение Солнца за эти сутки возросло на $\Delta \delta = +21' 27.1''$.

Пренебрегая атмосферной рефракцией, понижением горизонта, суточным параллаксом и видимыми угловыми размерами Солнца, определите местное время восхода, дату и широту наблюдателя.

10. Назад в будущее!

В рамках специфической теории относительности (ШТО) метрика пространства-времени определяется так: $ds^2 = c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$. Во сколько раз изменится масса фотонной ракеты при разгоне из состояния покоя до скорости, при которой она «развернётся во времени» с точки зрения ШТО?

11. Умозрительная операция «Искра»

В тёмные времена для передачи экстренных сообщений используется мощный искрообразователь, принцип работы которого основывается на разрядке через эффективное сопротивление $R = 1 \text{ н}\Omega$ высокоёмкого ($C = 10 \text{ к}\Phi$) конденсатора с рабочим напряжением 3 кВ. Оцените абсолютную звёздную величину извлекаемой искры и расстояние, с которого её можно увидеть невооружённым глазом.

12. Взор поперёк линии апсид

Веселова А. В.

Два спутника выведены на компланарные орбиты, угол между линиями апсид которых составляет 90° . При прохождении вторым аппаратом апогея форма его орбиты изменилась, сохранив, однако, направление линии апсид. В итоге первая орбита имеет большую полуось 20.0 тыс. км и эксцентриситет 0.20, вторая орбита — большую полуось 25.0 тыс. км и эксцентриситет 0.30. Определите геоцентрическое расстояние до точек их пересечения.

13. Астероидная опасность

Татарников А. М.

Астероид имеет орбиту с наклоном 90° , эксцентриситетом 0.2 и точкой перигелия, лежащей точно на орбите Земли. Грубо оцените вероятность столкновения этого астероида с Землей, пренебрегая изменением элементов его орбиты под влиянием земной гравитации. Ответ представьте в форме «1 столкновение за N лет».

14. Найдите очки

Сняв очки, старейшина племени Ррыр обнаружил, что с трудом наблюдает Мегрец (γ Ursae Majoris, $m_V = 3.3^m$). Помогите Ррыру оценить оптическую силу его очков, если в очках он вполне различает Семь сестёр.

Справка. В покое преломляющая сила хрусталика составляет в среднем 19 дптр, при максимальном напряжении accommodation — 33 дптр.

15. Лунная призма

Великий волшебник обиделся на учёных и преобразовал вещество Луны в нечто прозрачное и текучее с коэффициентом преломления $n = 5/3$. Найдите видимую звёздную величину Солнца при наблюдении в зените центрального солнечного затмения с фазой 1.000. Поглощением и рассеянием света пренебречь.

Это всё.