



Региональный этап

Условия задач. 11 класс

1. Честно и прямолинейно

В таблице приведены данные о положении, компонентах скорости и видимой звездной величине некоторой звезды. Рассчитайте такой же набор данных для второго положения звезды, считая ее движение относительно Солнца прямолинейным и равномерным. Все данные приведены к эпохе J2000.0.

| α | δ | π , " | μ , "/год | V_r , км/с | m |
|----------|----------|-----------|---------------|--------------|--------------------|
| 3h00m | 0°00' | 0".10 | 0.40 | -30.0 | +3 ^m .0 |
| 3h15m | 0°00' | | | | |

2. Взрыв нечерного тела

Вспышки новых звезд объясняются взрывным синтезом гелия из водорода, происходящим на поверхности белого карлика, являющегося одним из компонент двойной звезды. Пусть вспышка произошла на белом карлике с массой, равной массе Солнца, и радиусом, равным радиусу Земли, в результате чего видимая звездная величина звезды изменилась на 10^m и в максимуме блеска составила $+10^m$. Известно, что в результате вспышки 1% массы водородной оболочки преобразовался в гелий, общая энергия, высвеченная при вспышке, составила 10^{38} Дж, а вспышка продолжалась 11 суток, в течение которых блеск новой практически не менялся. Оцените:

- ускорение свободного падения на поверхности белого карлика;
- массу взорвавшейся водородной оболочки белого карлика (в массах Солнца);
- расстояние до новой звезды;
- характерную температуру водородной оболочки непосредственно перед вспышкой;
- характерную толщину водородной оболочки непосредственно перед вспышкой.

В реакциях синтеза гелия из водорода 0.7% массы прореагировавшего вещества переходит в энергию. Все болометрические поправки считать равными нулю, межзвездным поглощением пренебречь.

3. Я календарь переверну...

На некоторой далекой экзопланете продолжительности солнечных и звездных суток соотносятся как 2014 : 2025. Считая, что жители этой планеты используют солнечный календарь, определите продолжительность обычного (невисокосного) календарного года на этой планете в местных солнечных сутках. Как часто в таком календаре будут встречаться високосные года? Прецессией оси экзопланеты пренебречь.

11 класс

Региональный этап

15 января 2025 г.

4. Межгалактическая слежка

С поверхности Земли на широте 60° с.ш. наблюдается эллиптическая галактика, состоящая из 50 миллиардов звезд, похожих на Солнце. Склонение галактики равно 60° , а ее красное смещение составляет 0.01. Галактика наблюдается в «окне прозрачности». Оцените

- A. расстояние до галактики;
- B. абсолютную звездную величину галактики;
- C. минимальную и максимальную высоты над горизонтом, на которых она наблюдается;
- D. минимальную и максимальную видимую звездную величину галактики в течение года.

Атмосферное поглощение в зените составляет $0^m.2$.

5. Сферическое в вакууме

Искусственный спутник Земли «Эхо-2» представлял собой зеркальный шар диаметром 41 м и массой 256 кг. Оцените, во сколько раз ускорение, которое ему сообщалось световым давлением Солнца, меньше минимально возможного действующего на него гравитационного ускорения со стороны Луны, если высота его орбиты равнялась $1.3 \cdot 10^3$ км.

6. Очень страшная задача

В 2007 году был открыт первый быстрый радиовсплеск FRB 010724. На рисунке 1 приведена запись сигнала всплеска с телескопа Parkes (Австралия) в 96 частотных каналах через 1 мс. Экваториальные координаты источника всплеска $\alpha = 01^h 18^m 06^s$, $\delta = -75^\circ 12' 19''$.

Известно, что при распространении в плазме радиоволны испытывают дисперсию. Скорость распространения длинных волн в плазме меньше, чем коротких. Разность прихода сигнала на частотах ν_1 и ν_2 равна

$$t_2 - t_1 = \frac{e^2}{2\pi m_e c} \left(\frac{1}{\nu_2^2} - \frac{1}{\nu_1^2} \right) DM,$$

где e и m_e — заряд и масса электрона, а DM — мера дисперсии:

$$DM[\text{пк}/\text{см}^3] = \bar{n}_e d,$$

где \bar{n}_e — средняя концентрация электронов на луче зрения и d — расстояние до источника.

В астрономии принято пользоваться гауссовой системой единиц, в которой масса выражается в граммах, время в секундах, а длина в сантиметрах. В этих единицах заряд электрона $e = 4.8 \cdot 10^{-10}$ г^{1/2}см^{3/2}с⁻¹, а мера дисперсии имеет размерность см⁻². Однако меру дисперсии обычно принято выражать в пк/см³.

- A. Определите меру дисперсии DM FRB 010724 в пк/см³.
- B. Предполагая, что концентрация электронов на луче зрения постоянна и равна средней для диска Галактики $n = 3 \cdot 10^{-2}$ см⁻³, найдите расстояние до источника всплеска.
- C. Как Вы думаете, полученное Вами расстояние завышено или занижено? Поясните свой ответ.

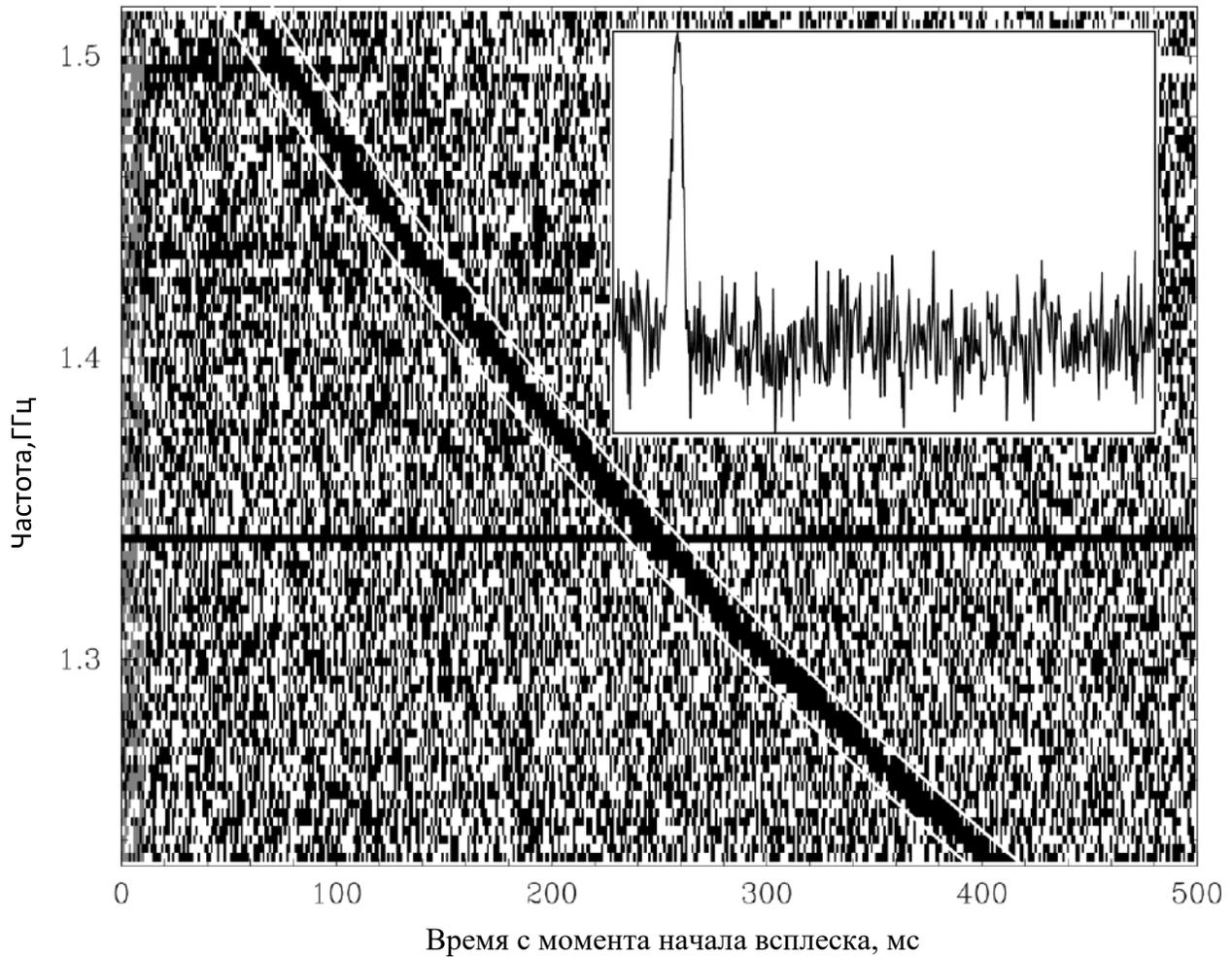


Рис. 1: Запись сигнала всплеска с телескопа Parkes (Австралия) в 96 частотных каналах. Горизонтальная линия — артефакт, связанный со сбоем аппаратуры. На вставке приведен средний по всем частотам временной профиль всплеска.