



# 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.

$\alpha$	$\delta$	$\pi$ , "	$\mu$ , "/год	$V_r$ , км/с	$m$
3h00m	0°00'	0".10	0.40	-30.0	+3 <sup>m</sup> .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. 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 превратился 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:

- A. ускорение свободного падения на поверхности белого карлика;
- B. массу взорвавшейся водородной оболочки белого карлика (в массах Солнца);
- C. расстояние до новой звезды;
- D. характерную температуру водородной оболочки непосредственно перед вспышкой;
- E. 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, установите 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  $60^\circ$  с.ш. наблюдается эллиптическая галактика, состоящая из 50 миллиардов звезд, похожих на Солнце. Склонение галактики равно  $60^\circ$ , 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 представлена 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  $\nu_1$  и  $\nu_2$  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<sup>1/2</sup>см<sup>3/2</sup>с<sup>-1</sup>, а мера дисперсии имеет размерность см<sup>-2</sup>. Однако меру дисперсии обычно принято выражать в пк/см<sup>3</sup>.

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

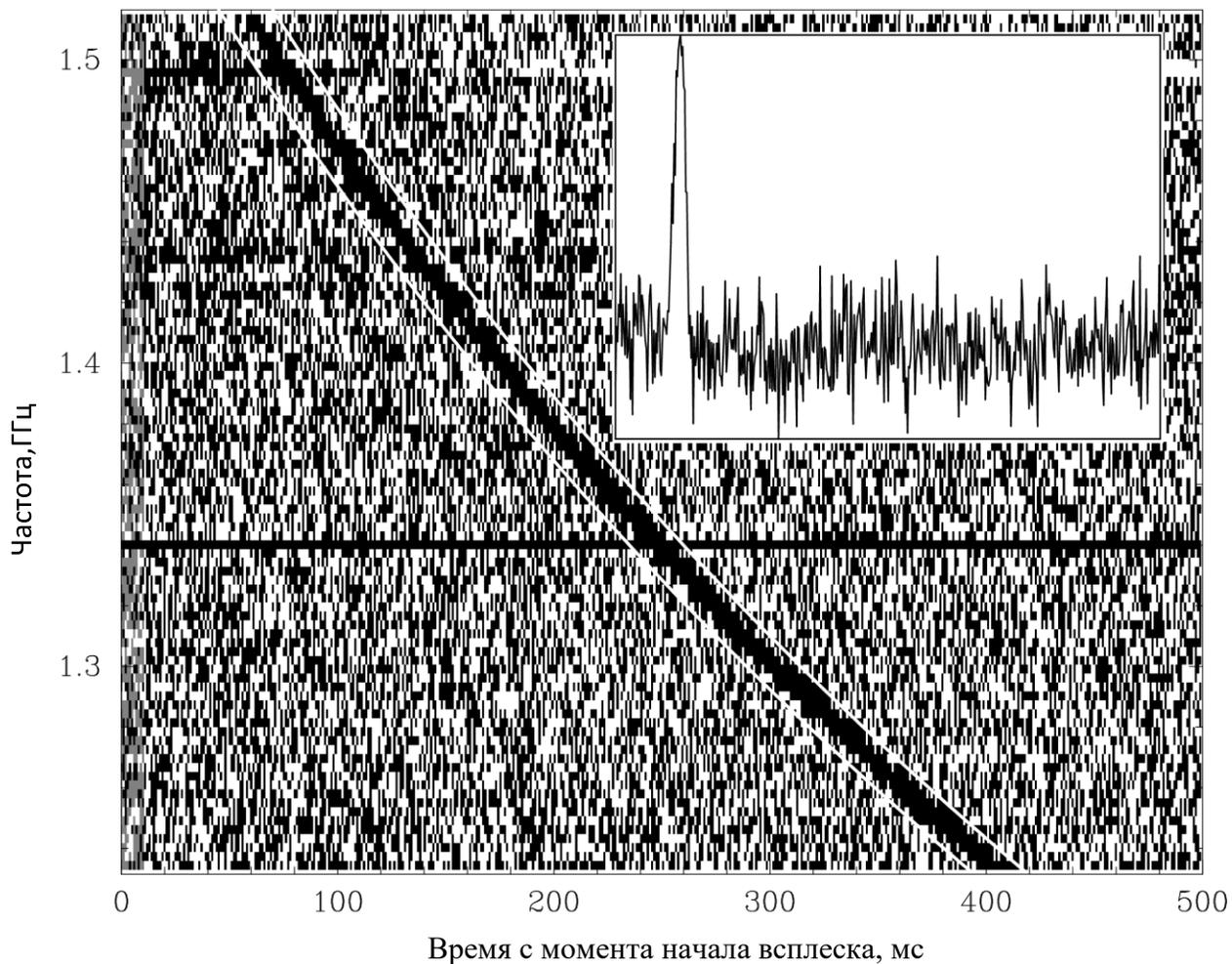


Рис. 1: Запись сигнала всплеска с телескопа Parkes (Австралия) в 96 частотных каналах. Горизонтальная линия — артефакт, связанный со сбоем аппаратуры. На вставке приведен средний по всем частотам временной профиль всплеска.