

**10-11 класс (РЕШЕНИЯ и КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ. Максимум – 48 баллов)**

**Задача 1**

Что нужно знать, чтобы по солнечным часам проверить городские часы?

**Решение:**

Для такой проверки нужно знать:

- уравнение времени на данный день;
- долготу пункта наблюдения;
- номер часового пояса, в котором находится пункт;
- наличие или отсутствие декрета (закона, изменяющего для данного пункта поясное время).

**Критерии оценивания:**

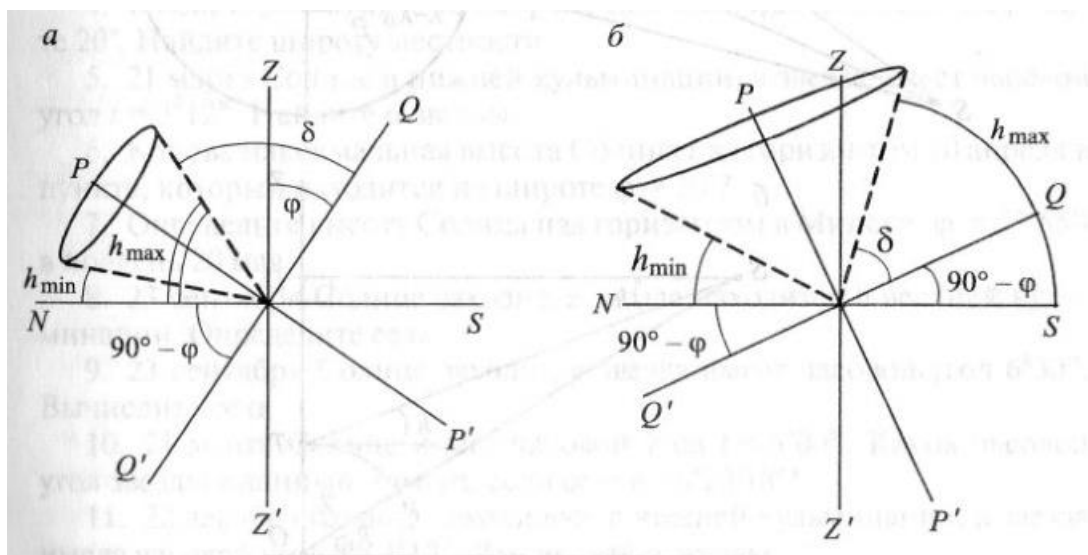
Каждый из приведенных факторов можно оценить в **2 балла**.

**Задача 2**

Незаходящая звезда находится на высоте  $20^\circ$  в нижней кульминации и  $50^\circ$  в верхней. Определите склонение этой звезды и широту места наблюдения.

**Решение:**

Задача имеет 2 решения в зависимости от того, как выбрано положение верхней кульминации — к северу или к югу от зенита:



- 1) Пусть верхняя кульминация наблюдалась к северу от зенита (рис. а). Тогда имеем:

$$\begin{cases} \delta = 90^\circ - \varphi + h_{\min} \\ 180^\circ = 90^\circ - \varphi + h_{\max} + \delta \end{cases} \text{ или } \begin{cases} \delta = 110^\circ - \varphi \\ \varphi = \delta - 40^\circ \end{cases} \text{ Следовательно, } \begin{cases} \delta = 75^\circ \\ \varphi = 35^\circ \end{cases}$$

2) Пусть верхняя кульминация наблюдалась к югу от зенита. Тогда:

$$\begin{cases} \delta = 90^\circ - \varphi + h_{\min} \\ \delta = h_{\max} - (90^\circ - \varphi) \end{cases} \text{ или } \begin{cases} \delta = 110^\circ - \varphi \\ \delta = \varphi - 40^\circ \end{cases} \text{ Следовательно, } \begin{cases} \delta = 35^\circ \\ \varphi = 75^\circ \end{cases}$$

**Критерии оценивания:**

- сделан чертеж для случая 1 (2 балла)
- проведены верные расчеты для случая 1 (2 балла)
- сделан чертеж для случая 2 (2 балла)
- проведены верные расчеты для случая 2 (2 балла).

**Задача 3**

Наблюдения покрытия Луной Крабовидной туманности в рентгеновском диапазоне показали, что покрытие половины туманности длится около 1 мин. Оцените диаметр области туманности, излучающей в рентгеновском диапазоне, считая расстояние до нее 1.7 кпк.

**Решение:**

Угловая скорость движения Луны среди звезд составляет  $\omega = 360^\circ / 28 \text{ дн.} = 0.54' / \text{мин.}$

Тогда угловой диаметр покрываемой области равен  $d = 2 \text{ мин} \times \omega = 1'$ .

Линейный диаметр составит  $D = d \times R = 1' \times \pi / (60 \times 180) \times 1.7 \text{ кпк} = 0.5 \text{ пк.}$

**Критерии оценивания:**

- оценена скорость движения Луны среди звезд (2 балла)
- определен угловой размер туманности (2 балла)
- осуществлены корректные переводы единиц (минут в радианы) (2 балла)
- проведены верные итоговые расчеты (2 балла).

**Задача 4**

Во сколько раз увеличится число звезд на фотопластинке при увеличении экспозиции в 2.5 раза?

**Решение:**

Будем считать для простоты, что при увеличении экспозиции в 2.512 раза на фотопластинке будут зарегистрированы звезды на 1m более слабые (хотя, строго говоря, связь между освещенностью и экспозицией более сложная).

Из фотометрического закона обратных квадратов имеем, что для звезд фиксированной светимости уменьшение блеска в 2.512 раз означает удаление от наблюдателя в  $2.512^{1/2}$  раза. При этом объем пространства и число наблюдаемых звезд (в предположении, что они распределены в нем равномерно) возрастают в  $2.512^{3/2} = 4$  раза.

**Критерии оценивания:**

- оценен блеск звезд, появляющихся на фотопластинке при увеличении экспозиции (**2 балла**)
- оценен объем пространства, свет звезд в котором регистрируется фотопластинкой после увеличении экспозиции (**4 балла**)
- проведены верные итоговые расчеты (**2 балла**).

### Задача 5

Расстояние до Сириуса (2.7 пк) уменьшается на 8 км каждую секунду. Через сколько лет блеск Сириуса возрастет в 2 раза?

#### Решение:

Выведем общую формулу. Пусть  $R$  — расстояние до звезды,  $v$  — скорость в направлении наблюдателя,  $n$  — число раз, во сколько увеличивается блеск звезды. Учитывая закон обратных квадратов, имеем:

$$n = [R / (R - vt)]^2,$$

где  $t$  — время, за которое освещенность изменится в  $n$  раз. Отсюда можно получить:

$$t = R / v [1 - (1/n)^{0.5}].$$

Подставляя числовые данные, получим, что блеск Сириуса увеличится вдвое через 97 тыс. лет.

#### Критерии оценивания:

- получена формула для коэффициента изменения освещенности (**2 балла**)
- получена формула для времени изменения освещенности (**2 балла**)
- осуществлены корректные переводы единиц (**2 балла**)
- проведены верные итоговые расчеты (**2 балла**).

### Задача 6

При взрыве сверхновой звезда сбросила оболочку, масса которой составляла 70% ее массы до взрыва. Сохранится ли планетная система, обращающаяся вокруг остатка этой звезды?

#### Решение:

Сравним между собой первую космическую скорость на расстоянии  $R$  от звезды до ее взрыва, когда она имела массу  $M$ , и после взрыва, когда ее масса стала равна  $0.3M$ .

$$(V_1)^2 = GM / R$$

$$(V_2)^2 = 0.3 GM / R.$$

Видно, что  $V_1 > V_2$ .

Известно, что сброс оболочки сверхновой происходит со скоростью, многократно превышающей возможную скорость движения планет по орбите, поэтому планеты «почувствуют» как бы мгновенное уменьшение массы звезды. Те объекты планетной системы, чья скорость была близка к  $V_1$ , изначально двигавшиеся по круговым орбитам, перейдут на орбиты гиперболические и покинут звезду.

#### Критерии оценивания:

- записана формула для первой космической скорости звезды в изначальном состоянии (**2 балла**);
- записана формула для первой космической скорости звезды в изначальном состоянии (**2 балла**);
- сделан правильный вывод о переходе звезд с круговых орбит на гиперболические при быстром изменении масс звезды (**4 балла**).

**Максимум – 8 баллов.**