

### Ключи ответов

*Решение каждого задания оценивается по 8-балльной системе. Альтернативные способы решения задачи, не учтенные составителями задач в рекомендациях, при условии их правильности и корректности также оцениваются в полной мере. Ниже представлена общая схема оценивания решений.*

- 0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;
- 1 балл — правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;
- 1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;
- 2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;
- 3–6 баллов — задание частично решено;
- 5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;
- 8 баллов — задание решено полностью.

Выставление премиальных баллов (оценка за задание более 8 баллов) на муниципальном этапе не допускается. Общая оценка за весь этап получается суммированием оценок по каждому из заданий. Таким образом, максимальная оценка за весь муниципальный этап составляет **40** баллов.

**Итоговая рейтинговая таблица результатов муниципального этапа олимпиады по астрономии составляется и передается Организатору олимпиады в стобалльной системе.**

Рекомендуем формировать итоговую рейтинговую таблицу результатов олимпиады по астрономии с переводом в 100 балльную систему после проведения апелляции.

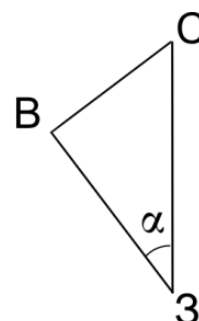
В случае дробного итогового результата он округляется до сотых.

В итоговой рейтинговой таблице результатов муниципального этапа олимпиады по астрономии максимальная оценка по итогам выполнения заданий олимпиады 100 баллов.

В параллелях 9-11 классов оценка по итогам выполнения заданий за муниципальный этап не более 40 баллов, тогда для перехода к 100 балльной системе необходимо:  $40 \times 2,5 = 100$  баллов, т.е. оценка по итогам выполнения заданий **умножается на коэффициент 2,5**.

**1) Оцените максимальную элонгацию Венеры. Радиус орбиты Венеры принять равным 108 млн. км, радиус орбиты Земли принять равным 150 млн. км.**

**Решение:**



Так как элонгация максимальна, то угол СВЗ прямой, тогда

$$\sin \alpha = \frac{BC}{C3} = \frac{108}{150} = 0,72, \text{ откуда } \alpha = 46^\circ$$

Ответ:  $\alpha = 46^\circ$

**2) Объект пояса Койпера Аррокот был исследован с близкого расстояния космическим аппаратом NASA «Новые горизонты». На данный момент — это самый далекий объект Солнечной системы, рядом с которым пролетел земной космический аппарат. Период его обращения вокруг Солнца составляет 293 года, оцените радиус его орбиты. Орбиту Аррокота считать круговой. Ответ выразить в а.е. (Астрономическая единица равна среднему расстоянию от Земли до Солнца, 1 а.е.= 150 млн. км).**

**Решение:**

Период обращения Аррокота вокруг Солнца составляет 293 года.

Согласно третьему закону Кеплера  $\frac{T_A^2}{T_3^2} = \frac{a_A^3}{a_3^3}$ , где  $T_A$  - период обращения

Аррокота вокруг Солнца,  $T_3$  - период обращения Земли вокруг Солнца,  $a_3$  - большая полуось орбиты Земли. Полагая  $T_3 = 1$  год,  $a_3 = 1$  а.е., получим

$$a_A = a_3 \sqrt[3]{\frac{T_A^2}{T_3^2}} = 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{293^2}{1^2}} = 44 \text{ а.е.}$$

Ответ:  $a_A = 44$  а.е.

**3) В научно-фантастический фильме 1968 года «Космическая одиссея 2001 года» режиссера Стэнли Кубрика (в основу сценария лег рассказ «Часовой» английского писателя Артура Кларка) показан космический корабль Discovery One. Жилой отсек этого корабля имел сферическую форму с центрифугой диаметром 11 м. Оцените время одного оборота этой центрифуги, необходимое для того, чтобы находящийся на внутренней поверхности жилого отсека астронавт испытывал на себе ускорение равное ускорению свободного падения на Земле.**

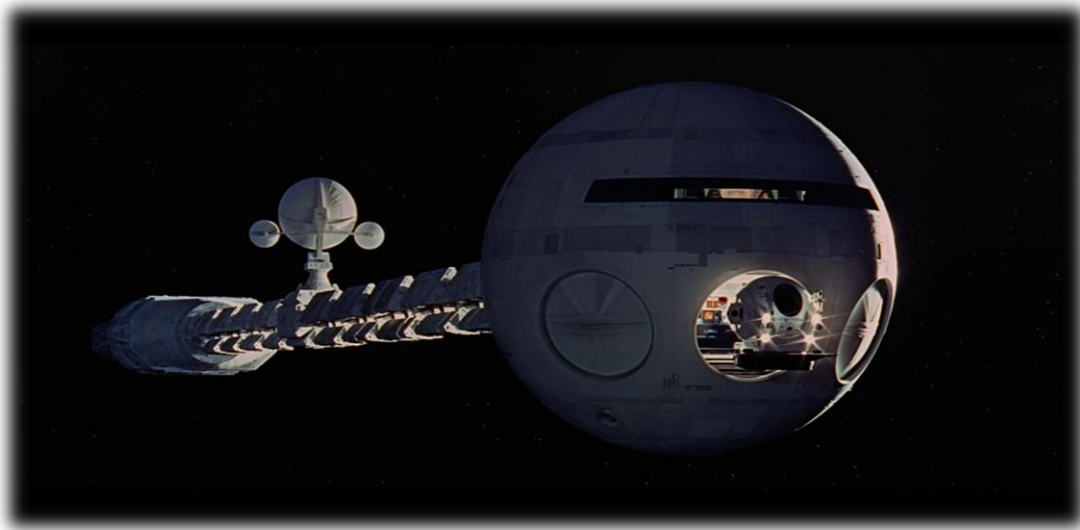


Рис. 1 Космический корабль *Discovery One* (кадр из фильма «Космическая одиссея 2001 года»)



Рис. 2 Внутренний интерьер жилого отсека космического корабля *Discovery One* (кадр из фильма «Космическая одиссея 2001 года»)

**Решение:**

$$a = \frac{4\pi^2}{T^2} R, \quad a = g, \quad T^2 = \frac{4\pi^2}{g} R, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{5,5}{9,8}} = 4,7 \text{ с}$$

Ответ:  $T = 4,7 \text{ с}$

4) На сколько изменится вес марсохода массой 1000 кг, если он переместится с экватора Марса на его полюс. Считать Марс однородным шаром. Радиус Марса 3390 км, период вращения Марса 24 часа 37 минут 23 секунды.

**Решение:**

Вес марсохода на экваторе  $P_1 = m(g + a)$ , на полюсе  $P_2 = mg$ , где  $a$  - ускорение, связанное с вращением планеты.

$$\Delta P = P_1 - P_2 = m(g + a) - mg = mg + ma - mg = ma$$

$$\text{Ускорение } a = \frac{4\pi^2}{T^2} R,$$

$$\Delta P = ma = m \frac{4\pi^2}{T^2} R = 1000 \cdot \frac{4\pi^2}{88643^2} \cdot 3,39 \cdot 10^6 = 17 \text{ Н}$$

Ответ:  $\Delta P = 17 \text{ Н}$

**5) Определите время, которое будут показывать 1 сентября солнечные часы в Гринвиче в тот же самый момент, в который в городе Орле такие же часы покажут 12 часов.**

**Долготу г. Орла принять раной  $36^\circ$  в.д.**

**Решение:**

1 сентября поправка, вносимая уравнением времени, равняется нулю. Долгота г. Орла в часовой мере 2 ч 24 мин (1 час равен  $15^\circ$ ). Так как Гринвич располагается западнее Орла, то там полдень еще не наступил, а значит, солнечные часы в Гринвиче будут показывать 9 ч 36 мин.

Долготу в часовой мере можно найти через пропорцию

60 мин -  $15^\circ$

X мин -  $36^\circ$

Ответ: 9 ч 36 мин.