

**Т1. Газы!**

Комета движется по орбите с большой полуосью  $a = 20.00$  а. е. и эксцентриситетом  $e = 0.800$ . В некоторый момент комета получает дополнительный импульс<sup>1</sup>, соответствующий скорости  $6.00$  км/с.

Определите максимальный угол  $\alpha$  между векторами текущей орбитальной скорости и добавочного импульса, при котором итоговой скорости будет достаточно для преодоления притяжения Солнца, если

- импульс придается в перигелии?
- импульс придается в афелии?
- импульс придается в произвольной точке на орбите?

Постройте график зависимости предельного угла  $\alpha$  от текущего значения истинной аномалии  $\nu$  с шагом не более  $10^\circ$ .

**Т2. Без негатива**

Известно, что в звёздах класса А поглощение излучения из недр происходит за счёт ионизации водорода. В атмосферах более холодных звёзд (например, Солнца) поглощение происходит за счёт ионизации отрицательного иона водорода  $\text{H}^-$  — системы из протона и 2 электронов в конфигурации  $1s^2$  в основном состоянии.

Оцените энергию однократной ионизации такого иона в грубой модели: электроны находятся на круговой орбите вокруг протона, напротив друг друга относительно него.

*Подсказка:* с чего начинается вывод формулы Ридберга?

**Т3. Disconnecting People**

Некоторая космическая цивилизация решила общаться с соседями, посылая сигналы с помощью рукотворного метанольного мазера (рабочая частота  $6.7$  ГГц).

- Рассчитайте массу метанола ( $\text{CH}_3\text{OH}$ , не путать с этанолом!), необходимую для создания такого мазера, если по техническому заданию мазер должен иметь яркостную температуру  $1$  млн К при концентрации метанола  $1 \text{ см}^{-3}$  и обеспечивать передачу сигнала на  $500$  пк для приёмников с чувствительностью  $10$  Ян.
- Какое минимальное время потребуется для передачи слова астроному азбукой Морзе с помощью такого мазера?

**Т4. Чуть выше нуля**

Найдите величину атмосферной рефракции для светила, наблюдаемого на горизонте ( $z = 90^\circ$ ), в модели изотермической атмосферы с  $T_0 = 10$  °С. Показатель преломления воздуха при  $P_0 = 101.3$  кПа,  $T_0 = 10$  °С равен  $n_0 = 1 + 3.03 \cdot 10^{-4}$ .

*Подсказка:*  $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$ .

---

<sup>1</sup>В источнике, послужившем вдохновением для автора, причиной была *вспышечная активность*.

**Т5. Пересечёмся**

Два спутника движутся по круговым геоцентрическим орбитам на высоте  $1.00 \cdot 10^4$  км. Наклоны орбит спутников составляют  $60^\circ$  (первого) и  $110^\circ$  (второго). Известно, что восходящий узел орбиты второго спутника находится на  $40^\circ$  восточнее восходящего узла орбиты первого спутника. В некоторый момент времени спутники оказались одновременно в восходящих узлах орбиты.

Определите:

- расстояние вдоль орбит от восходящих узлов до точек пересечения орбит;
- минимальное и максимальное расстояние между спутниками.

**Т6. Но это не точно**

Околоспутный спутник движется по круговой полярной орбите. Наблюдатель на Северном полюсе заметил, что при прохождении через зенит спутник обладал мгновенной угловой скоростью  $\omega = 6.0'/\text{с} \pm 3\%$  относительно наблюдателя.

- Определите радиус орбиты и период обращения спутника.
- Как долго, без учёта влияния атмосферы, спутник будет находиться над видимым горизонтом для наблюдателя?

Не забудьте оценить погрешности полученных результатов!

**Т7. В чём фокус?**

Два одинаковых астероида обращаются вокруг далёкой одиночной звезды в одной плоскости. Орбита первого астероида представляет собой эллипс, второго — гиперболу. Известно, что фокусы и фокальные параметры  $p$  орбит совпадают, причём  $p = 2c$  — расстоянию между фокусами. В полярной системе координат плоскости орбит с центром в звезде полярный угол первого астероида возрастает со временем, а второго — убывает.

В некоторый момент времени после прохождения вторым астероидом периастра происходит абсолютно неупругое столкновение объектов. Опишите движение образовавшегося тела.

**Т8. Перевод стрелок**

В какой день 1600 года Вега ( $\alpha = 18^{\text{h}} 23^{\text{m}}$ ,  $\delta = +38^\circ 27'$ , J1600.0) наблюдалась из точки с координатами  $60^\circ$  с. ш.,  $30^\circ$  в. д. в верхней кульминации в 18:00 по местному солнечному времени?

