

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ****(1) (8 баллов за задачу)**

**а) Правда,** и связано это именно с прецессией (**1 балл**).

**б) Ложь.** С таким «округлением» ошибка в целые сутки набежит не за четыре года (как в случае с високосными годами), а ровно за один год. И связано это различие в продолжительности звездных ( $23^{\text{h}}56^{\text{m}}$ ) и солнечных ( $24^{\text{h}}$ ) суток всего лишь с движением Солнца на фоне звезд вследствие орбитального обращения Земли. (**1 балл за ответ и 1 балл за пояснения**)

**в) Ложь.** В основу солнечных календарей кладется не звездный год (сидерический период Земли), а тропический год (промежуток времени между двумя последовательными прохождениями Солнца через точку весеннего равноденствия). Именно тропический год является промежутком времени, через который меняются поры года. (**1 балл за ответ и 1 балл за пояснения**)

**г) Правда.** Из-за эллиптичности земной орбиты зимой мы проходим перигелий, а летом – афелий. Следовательно, летний период (от весеннего до осенного равноденствия) будет немного длиннее из-за более медленного движения Земли. А если еще учесть, что восходом и заходом Солнца называется пересечение горизонта не центром, а верхним краем его диска, а также учесть рефракцию, то мы получим еще дополнительную прибавку к продолжительности полярного дня для Северного полюса. (**1 балл**)

**д) Ложь.** Эта точка находится в Рыбах. Когда-то она была в Овне, но вследствие прецессии земной оси перешла в Рыбы около 2000 лет назад. (**1 балл за ответ и 1 балл за пояснения**)

**(2) (6 баллов за задачу)**

**а)** На экваторе Солнце и все остальные светила восходят и заходят перпендикулярно горизонту. В дни равноденствий суточное движение Солнца происходит вдоль небесного экватора с угловой скоростью  $\omega = 360^{\circ}/24^{\text{h}}$ . Тогда, чтобы преодолеть дополнительные  $35'$ , ему потребуется время  $t = 35'/\omega = 140^{\text{s}}$ . А поскольку такая прибавка будет и утром, и вечером, то долгота дня вырастает на 280 секунд или 4 минуты 40 секунд. (**4 балла**)

**б)** «... уменьшаются». Если быть точным, то размеры объектов по горизонтали остаются неизменными, а по вертикали они «сжимаются». Причина кроется в том, что чем ниже объект, тем больше его поднимает рефракция. В итоге нижний край того же Солнца приподнимается больше, чем верхний, и угловые размеры по вертикали уменьшаются (см. фото в задаче). Если вдруг кто-то из вас видел, каким огромным было Солнце в момент восхода или захода, то знайте, что это всего лишь обман зрения. (**2 балла**)

**(3) (6 баллов)** Поскольку звезды находятся очень близко друг к другу, фигуру на небесной сфере, образованную суточными параллелями и кругами склонений, проходящими через обе звезды, можно считать плоским прямоугольником. А расстояние между звездами будет являться его диагональю.

Тогда по теореме Пифагора это угловое расстояние составит  $\rho = \sqrt{(\Delta\alpha \cdot \cos\delta)^2 + (\Delta\delta)^2} = 34,2''$ .

Самое главное в этой задаче – не забыть про  $\cos\delta$ . Суточные параллели имеют разную длину: чем ближе к полюсу, тем параллель будет короче. И эта длина как раз будет пропорциональна косинусу склонения. Если участник олимпиады  $\cos\delta$  забыл, то максимальный балл за задачу - 3.

**(4) (5 баллов)** Время на часах жителя столицы Германии связано с истинным солнечным временем формулой:

$$T_B = T_{\odot} + \eta - \lambda + n,$$

где  $n = 1^h$  для зимнего периода и  $n = 2^h$  для летнего. Действительно, практически вся Европа по-прежнему переводит стрелки на летнее время и назад, на зимнее.

Допустим, что в данный момент у нас зимнее время и истинный полдень наступил ровно в 12:00. Тогда

$$12^h00^m = 12^h00^m + \eta - 0^h54^m + 1^h$$

(здесь мы уже перевели долготу Берлина в часовую меру). Отсюда можно выразить уравнение времени, оно получится равным  $\eta = -0^h6^m$ . Глядя на график уравнения времени, можно заметить, что такое значение уравнения времени принимает дважды за год – приблизительно 15 сентября и 13 декабря (в ответе допускается отклонение  $\pm 5^d$ ). Однако первая дата не подходит, так как 15 сентября Германия живет по летнему времени. Остается лишь 13 декабря.

Если мы захотим решить задачу для летнего времени с  $n = 2^h$ , то нетрудно заметить, что получится значение уравнения времени, которое оно никогда не может принимать. Следовательно, в летний период подобная ситуация реализоваться не может.

**(5) (5 баллов)** Рассчитаем параболическую скорость для расстояния 43,4 а. е. от Солнца:

$$v_p = \sqrt{\frac{2GM_{\odot}}{r}} = 6,4 \text{ км/с.}$$

Скорость корабля была намного большей, следовательно, «Новые горизонты» движется по гиперболической траектории – значит, никогда не вернется назад в Солнечную систему.

Самые внимательные могут заметить, что скорость 14,3 км/с была дана относительно Аппокота, а не Солнца. Однако скорость самого объекта пояса Койпера была вполне невелика, потому даже если мы отнимем ее от 14,3 км/с, все равно траектория останется гиперболой.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

**(6) (8 баллов, по 2 за каждый пункт)**

- а) Юпитер и Сатурн
- б) Марс
- в) Венера
- г) Самая яркая – Венера, а самая тусклая - Сатурн

**(7) (8 баллов)**

а) Орион (**2 балла**)

б) Это восход Ориона (**2 балла**)

в) Для ответа на данный вопрос следовало бы вспомнить, что Орион – экваториальное созвездие, небесный экватор проходит через одну из звезд пояса Ориона примерно перпендикулярно его фигуре.

Угол, под которым экватор пересекает горизонт, равен  $90^\circ - \varphi$ . Измерив его транспортиром, получим  $76^\circ$ . Тогда широта составит  $14^\circ$ . **(2 балла)**

Заметим, что «голова» Ориона расположена ниже «ног» - это говорит о том, что широта южная. Поэтому окончательный ответ -  $14^\circ$  ю. ш. Поскольку идеально помнить положение экватора удается далеко не каждому участнику олимпиады, допускается погрешность  $\pm 10^\circ$ . **(2 балла)**

Итого – **46 баллов** за всю олимпиаду.

Остались вопросы? Нашли ошибку? Звоните +375 29 2570809.