

### Задание 1.

Перед вами изображение на пластинке, которая сейчас располагается на борту спутника Echostar 16 на геостационарной орбите. Эта пластина должна дать потенциальным инопланетным археологам информацию о том, когда послание было сделано.

На изображении демонстрируется участок вблизи южного полюса небесной сферы с тремя типами объектов. Они отмечены треугольниками, кружочками и квадратиками.

Как вы думаете, что это за объекты? Как они помогут определить время отправки пластины в космос?



### **Критерии.**

101. Кружочки — это звезды.

102. У звезд есть собственное движение. По смещению звезд относительно друг друга можно определить прошедшее с момента запуска спутника время.

103. В результате прецессии полюс Земли будет смещаться относительно звезд, и по смещению можно определить прошедшее с момента запуска спутника время.

104. В результате прецессии ось Земли делает полный оборот за 26 тыс. лет (на большем масштабе времени способ не будет работать).

105. Размер кружочков связан с яркостью звезд.

106. Треугольники — это пульсары.

107. Пульсары излучают с определенной частотой и периодом, которые закодированы бинарным кодом.

108. Период пульсаров медленно меняется со временем, и по изменению можно определить прошедшее с момента запуска спутника время.

109. Квадратики — это квазары.

110. Квазары настолько далеки, что их положение на небе не поменяется в течение миллионов лет.

111. Квазары используют за отправную точку для расчетов.

112. В основе расчетов лежит длина волны и частота нейтрального излучения атома водорода (21 см и 1420 МГц соответственно).

113. На геостационарной орбите спутник обращается вокруг Земли с той же угловой скоростью, что и Земля вращается вокруг своей оси.

114. На геостационарной орбите спутник будет «висеть» над одной точкой Земли.

115. Геостационарные спутники обращаются вокруг Земли в плоскости, перпендикулярной полярной оси планеты.

116. Для инопланетных археологов важен большой промежуток времени.

117. Время можно определить по вспышкам сверхновых и новых звезд.

118. Время можно определить по красному смещению.

### **Задание 2.**

Как можно определить скорость движения литосферных плит? Как сейчас могут определить скорость плит в далеком прошлом (до появления человека)?

### **Критерии.**

201. Скорость смещения плит в прошлом можно определить с помощью горячих точек.

202. При движении плит смещаются горячие точки.

203. Горячие точки — это отдельный поток мантии Земли,двигающийся

от основания мантии у ядра планеты к коре в отдельных точках внутренних районов литосферных плит.

204. Из горячих точек вырывается лава и образуется вулкан.

205. Цепочки вулканов показывают направление движения литосферных плит.

206. По возрасту породы определяют время образования вулкана.

207. Расстояние между вулканами показывает перемещение плиты.

208. Скорость плит можно определить по расположению магнитных аномалий.

209. В разные временные промежутки магнитное поле Земли имело разное направление.

210. При подъеме мантийные породы намагничиваются под действием глобального магнитного поля.

211. После затвердевания породы магнитное поле остается “вмороженным”.

212. Скорость больших тектонических плит мало зависит от внешних факторов и почти не меняется.

213. Скорость сдвигающихся плит можно определить по длине разлома и высоте образовавшихся гор.

214. Скорость раздвигающихся плит можно определить по ширине разлома между плитами.

215. Балл дается за верное описание любого метода определения текущей скорости литосферных плит в современности.

### **Задание 3.**

На фото и видео с Луны горизонт кажется ближе к наблюдателю, чем на Земле. Почему? На фото Венеры горизонт тоже кажется ближе. Почему там возникает такое ощущение? Одинаковы ли причины искажения наблюдения горизонта у Луны и Венеры?

### **Критерии.**

301. Нет. Горизонт на Луне и Венере кажется ближе, чем на Земле, по разным причинам.

302. Линия наблюдаемого горизонта — это касательная к сферической поверхности планеты/спутника.

303. Чем больше радиус, тем дальше точка касания, тем дальше горизонт.

304. Радиус Луны в 6 раз меньше радиуса Земли.

305. Радиус Венеры почти такой же, как радиус Земли (чуть-чуть меньше).

306. Расстояние до горизонта  $L = \sqrt{(R + h)^2 - R^2}$ , где  $R$  — радиус планеты,  $h$  — высота наблюдателя над поверхностью планеты.

307. На Венере плотная атмосфера.

308. В плотной атмосфере происходит сильное преломление света.

309. В результате рефракции горизонт кажется ближе.

310. На Луне нет атмосферы.

311. Искажения в наблюдении линии горизонта вносят широкоугольные линзы панорамных камер космических аппаратов.

#### **Задание 4.**

В ходе протон-протонного цикла термоядерных реакций на Солнце из 4 протонов образуется ядро атома гелия и позитрон, а также выделяется 24.7 МэВ энергии. Однако известно, что удельно на один цикл на Солнце выделяется 26.7 МэВ энергии. Благодаря чему энергии выделяется больше?

#### **Критерии.**

401. В результате термоядерных реакций образуются позитроны, которые также имеют энергию

402. Позитрон является античастицей электрона.

403. Частицы и античастицы сталкиваются и аннигилируют с выделением энергии.

404. Количество выделяемой энергии характеризуется дефектом масс

405. Весомая доля энергии Солнца выделяется из-за постепенного сжатия ядра звезды.

406. Формула, описывающая количество выделяемой энергии:  $E = \Delta mc^2$

407. В звездах идут термоядерные и ядерные реакции помимо синтеза гелия.

408. В ходе термоядерных реакций образуются нейтрино, которые также имеют энергию

#### **Задание 5.**

Найдите ошибки в тексте. Составьте список указанных в тексте фактов, которые являются неверными. Исправьте каждую из ошибок, указав, что, как и почему надо изменить, чтобы текст стал верным.

#### Текст с ошибками

Сегодня день проведения олимпиады совпадает с праздником Масленица. Хотя это исключительно религиозный праздник, у него есть и астрономические корни. Во времена язычества Масленица знаменовала окончание зимы и начало весны. Это происходило в равноденствие, когда Солнце в течение суток находилось над горизонтом столько же времени, сколько и под ним.

Точный момент равноденствия в те времена определить было сложно. Нужен был более явный астрономический признак. Им стало новолуние. Как только на небе появлялась полная Луна и день был уже равен ночи, праздновалась Масленица. Сейчас момент равноденствия определяется очень точно, Солнце в своем годичном движении по меридиану пересекает небесный

экватор. Это происходит в период с 19 по 23 марта. Разброс дат связан с високосными годами и неравномерностью скорости вращения Земли вокруг Солнца. Из-за прецессии дата очень медленно и неравномерно смещается к апрелю. В 2022 году солнцестояние будет 20 марта в 15:33 по UTC-0 (международное атомное время).

Можно заметить, что сегодня 6 марта, а вовсе не более позднее 20. Дело в том, что в эпоху христианства принцип определения масленицы изменился. Теперь праздник отмечается за 7 недель до Пасхи. Пасха же определяется как воскресенье после первого полнолуния, наступившее не ранее дня весеннего равноденствия. Полнолуние было выбрано, потому что в Библии было указано, что во время смерти Христа было солнечное затмение, а оно как раз бывает в полнолуние.

Давайте рассчитаем и проверим правильность даты Масленицы по астрономическим данным. В марте в этом году в четвертой фазе Луна будет 18 марта – до равноденствия. Следующее полнолуние через 29 дней – 16 апреля. Это суббота, а значит, Пасха в ближайшее воскресенье, то есть 17 апреля. Масленица за 7 недель до Пасхи, то есть 29 февраля.

Не сходится.

Несоответствие связано с календарём. Православная церковь использует не современный юлианский календарь, а устаревший древнеримский. Каждые 128 лет календари расходятся на 1 день, с 1582 года накопилась разница в 4 дня, на которые православные даты отстают от астрономических. То есть в действительности полнолуние 16 апреля, а по православным расчетам – 20 апреля. Это среда, а значит, Пасха в ближайшее воскресенье, то есть 24 апреля. Масленица – 6 марта соответственно.

Чаще всего астрономическая и православная Пасхи различаются на неделю или даже совпадают, но иногда, когда полнолуние попадает в промежуток в 4 дня перед весенним равноденствием, разница может составить полный лунный цикл 21,5 дней.

Благодаря разнице в календаре фактически между полнолунием перед Пасхой и праздником Масленицы может быть не 7 недель, а 8. Это как раз промежуток времени, за который лунный терминатор проходит по диску Луны. Получается, Масленица празднуется в новолуние, как при язычестве.

### **Критерии.**

501. Фаза новолуния наступает не тогда, когда на небе полная Луна.

502. При фазе новолуния Луна не видна, так как находится на небе рядом с Солнцем.

503. Солнце в своем годичном движении перемещается не по меридиану.

504. Солнце в своем годичном движении перемещается по эклиптике.

505. Разброс дат не связан с неравномерностью скорости вращения Земли вокруг Солнца.
506. Из-за прецессии дата весеннего равноденствия смещается не к апрелю.
507. Из-за прецессии дата весеннего равноденствия смещается к февралю.
508. 20 марта будет не солнцестояние.
509. 20 марта будет равноденствие.
510. UTC-0 не является обозначением международного атомного времени.
511. UTC-0 — это всемирное координированное время.
512. Солнечное затмение не бывает в полнолуние.
513. Солнечное затмение происходит в новолуние.
514. Даты 29 февраля в этом году не было.
515. Верная дата в расчете — 27 февраля.
516. Православная церковь не использует древнеримский календарь.
517. Православная церковь использует юлианский календарь.
518. Юлианский календарь не является современным.
519. Современный календарь — григорианский.
520. Календари расходятся на 1 день не каждые 128 лет.
521. Хотя разница действительно набегаёт за 128 дней, календари устроены так, что расхождение происходит только в года, кратные 100, с чередованием (каждый 400 год разница не набегаёт).
522. Полный лунный цикл длится не 21,5 дней.
523. Полный лунный цикл длится 29,5 дней.
524. Время между Масленицей и полнолунием перед Пасхой не 8 недель.
525. Время между Масленицей и полнолунием перед Пасхой — 6 недель (месяц + 2 недели).
526. Промежуток времени, за которое лунный терминатор проходит по диску Луны, длится не 8 недель.
527. Лунный терминатор проходит по диску Луны за половину полного цикла фаз — за 14,7 дней (2 недели).