

** Обозначением «Л!» предметная группа выделила лучший ответ в каждом задании. Обозначение информирует участника, что его ответ на данный вопрос, вне зависимости от ответов на другие вопросы, является лучшим среди всех ответов участников. Он ставится не только за количество набранных баллов и полноту ответа, но и за оригинальность, необычность, логичную структуру ответа и его читаемость. На итоговый результат данное обозначение не влияет.*

Задание 1.

Недавно у Юпитера было открыто 12 новых спутников. Теперь у самой большой планеты в Солнечной системе их 92. Открытие новых спутников Юпитера часто совпадает с появлением нового телескопа. Со спутниками Сатурна это работает не так. В основном они открываются два раза за 30 лет (1 оборот Сатурна вокруг Солнца). Как вы думаете, почему?

Критерии.

101. (3 балла) Большинство спутников Сатурна располагаются в плоскости колец планеты.

102. (4 балла) Ось вращения Сатурна наклонена к плоскости орбиты.

103. (4 балла) У Сатурна меняются времена года в соответствии с наклоном оси вращения к Солнцу.

104. (5 баллов) Плоскость орбиты Сатурна практически совпадает с плоскостью орбиты Земли.

105. (6 баллов) Два раза за 1 оборот Сатурна вокруг Солнца кольца разворачиваются к Земле ребром.

106. (3 балла) Кольца разворачиваются к Земле ребром во время равноденствия на Сатурне.

107. (2 балла) Концентрация частиц пыли и льда в кольцах Сатурна очень высокая.

108. (3 балла) При наблюдении колец Сатурна плашмя в них сложно различить спутники, так как они сливаются с материалом колец.

109. (3 балла) Кольца Сатурна очень тонкие.

110. (3 балла) Во время равноденствия на Сатурне на Земле практически не видно колец планеты.

111. (3 балла) При наблюдении колец Сатурна с ребра легче обнаружить в них более крупные объекты, чем вещество колец.

112. (3 балла) При наблюдении колец Сатурна с ребра легче обнаружить спутники, имеющие наклон орбиты к плоскости колец.

113. (3 балла) При наблюдении колец Сатурна с ребра меньше засветка и можно различить более тусклые объекты.

114. (3 балла) Наибольшее сближение Земли и Сатурна, а значит, и наи-

лучшая видимость, бывают каждый земной год.

115. (3 балла) У Юпитера есть кольца, но они к Земле наклонены ребром.

Задание 2.

В этом году к Солнцу прилетела комета C/2022 E3 (ZTF), которую за необычный цвет прозвали Зелёной. Действительно, обычно кометы белые. Как вы думаете, с чем связан необычный цвет кометы? Кстати, пока долгопериодические кометы далеко от Солнца и пролетают мимо орбит Юпитера и Сатурна, они очень часто бывают зелёными, но потом свой цвет меняют. Объясните природу этого эффекта.

Критерии.

201. (2 балла) Цвет кометы зависит от химического состава кометы.

202. (3 балла) При приближении кометы к Солнцу вещество кометы будет сублимироваться (испаряться).

203. (3 балла) Пылевой хвост кометы отражает свет.

204. (3 балла) Газовый хвост кометы светится за счет ионизации.

205. (4 балла) Ионизация осуществляется излучением Солнца.

206. (4 балла) Комета C/2022 E3 (ZTF) зеленая из-за присутствия двухатомного углерода (диуглерода).

207. (4 балла) Свечение двухатомного углерода происходит за счет ионизации.

208. (4 балла) Комета светится зеленым, если в ее составе есть много азота.

209. (3 балла) Азот сублимируется при низкой температуре (около -200 С).

210. (3 балла) Когда комета находится у орбит Юпитера и Сатурна, температура ее поверхности достаточна для сублимации легкоиспаряемого материала (азота), но недостаточна для сублимации воды.

211. (3 балла) При приближении к Солнцу весь легкоиспаряемый материал (азот) испаряется.

212. (3 балла) При приближении к Солнцу начинает активнее сублимироваться вода.

213. (3 балла) При приближении к Солнцу белый пылевой хвост становится больше размером, нежели зелёный ионный хвост.

214. (2 балла) Орбиты долгопериодических комет имеют большой эксцентриситет.

Задание 3.

Недавно в средствах массовой информации стали появляться заголовки о том, что ядро Земли остановилось. Новость появлялась после публикации научной работы, которая всего лишь говорит об исследовании неравномерной скорости вращения твердого ядра относительно вращения всей планеты и о его текущем замедлении.

Как вы думаете, а как можно узнать скорость вращения ядра планеты? Рассмотрите все варианты.

Критерии.

301. (2 балла) Скорость вращения твердого ядра планеты можно определить по сейсмической активности.

302. (2 балла) Сейсмические колебания будут изменяться при отражении от ядра.

303. (3 балла) Скорость распространения волн будет меняться в зависимости от скорости вращения ядра.

304. (3 балла) Частота отражённых сейсмических колебаний изменится под действием эффекта Доплера.

305. (2 балла) Скорость вращения твердого ядра планеты можно определить по изменению магнитного поля.

306. (2 балла) Магнитное поле формируется благодаря движущимся заряженным частицам.

307. (3 балла) Скорость вращения твердого ядра планеты можно определить по изменению положения магнитного полюса.

308. (2 балла) Скорость вращения твердого ядра планеты можно определить по изменению момента вращения всей планеты.

309. (3 балла) Скорость вращения твердого ядра планеты можно определить по изменению положения полюса вращения.

310. (2 балла) Скорость вращения твердого ядра планеты можно определить по изменению длительности суток.

312. (2 балла) Скорость вращения твердого ядра планеты теоретически можно определить по прохождению сквозь него нейтрино или других лёгких элементарных частиц, но такой технологии нет.

313. (2 балла) Невозможно с современными технологиями пробурить скважину к ядру и измерить его параметры напрямую.

Задание 4.

В фильме «НЛО» 2018 года выхода герои получают послание от инопланетного объекта, в котором зашифровано сообщение с координатами их пребывания с помощью так называемой постоянной тонкой структуры. Что это за постоянная? Как вы думаете, почему инопланетяне в фильме пользуются именно этой фундаментальной физической константой? Как с ее помощью можно определять положение в космосе?

**Для ответа на вопрос смотреть фильм и знать его содержание не нужно.*

Критерии.

401. (3 балла) Постоянная тонкой структуры характеризует силу электро-

магнитного взаимодействия.

402. (3 балла) Постоянная тонкой структуры определяет размер очень малого изменения величины (расщепления) энергетических уровней атома.

403. (3 балла) Постоянная тонкой структуры определяет вид спектров излучения.

404. (3 балла) Постоянная тонкой структуры равна примерно $1/137$.

405. (4 балла) Постоянная тонкой структуры является константой для всей Вселенной.

406. (4 балла) Любопытная цивилизация будет, наблюдая за звездами и галактиками, знать эту постоянную.

407. (5 баллов) Постоянная тонкой структуры может служить основой для декодирования информации.

408. (5 баллов) Постоянная тонкой структуры – безразмерная величина.

409. (5 баллов) Инопланетяне могут иметь другую математику или использовать другую систему единиц измерения, а постоянная тонкой структуры не зависит от системы единиц измерения и точки отсчёта.

410. (4 балла) Постоянная тонкой структуры участвует в расчетах, объединяющих все физические взаимодействия (гравитация, ядерное, слабое, электромагнитное).

411. (3 балла) Спектры помогают в исследованиях красного смещения.

412. (3 балла) Красное смещение помогает определить расстояния до галактик.

413. (2 балла) Вселенная расширяется.

414. (3 балла) Скорость расширения Вселенной зависит от расстояния между наблюдателем и движущимся вследствие расширения Вселенной объектом.

415. (3 балла) Связь наблюдаемого красного смещения и расстояния до объекта описывается законом Хаббла.

416. (5 баллов) В постоянную тонкой структуры входят константы: скорость света, постоянная Планка и электрический заряд.

417. (3 балла) Постоянная тонкой структуры через скорость света может помочь найти общую единицу измерения расстояния и времени.

418. (3 балла) Постоянная тонкой структуры через постоянную Планка может помочь найти общую единицу измерения времени и энергии.

419. (3 балла) Постоянная тонкой структуры через электрический заряд может помочь найти общую единицу измерения массы.

420. (3 балла) Расстояние можно найти по времени прохождения электромагнитного сигнала с помощью скорости света.

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.

Пульсары

Объекты под названием пульсары были открыты с помощью радиотелескопа. Чувствительный прибор зафиксировал периодически появляющийся и пропадающий электромагнитный коротковолновый сигнал, причём период между сигналами был очень стабильным. Высокоточные электронные часы имели большее отставание со временем. Первое время это казалось невозможным. Поначалу некоторые учёные даже предполагали, что сигнал могут создавать жители какой-нибудь далёкой экзопланеты, и прозвали его «маленькие зелёные человечки» (LGM-1 Little Green Men). Однако версия инопланетного происхождения была быстро отброшена, так как у сигнала не наблюдался эффект Кеплера. Вращаясь вокруг центра масс, например, звезды, планета будет то приближаться к наблюдателю, то удаляться от него, а от этого длина волны излучения будет уменьшаться или увеличиваться соответственно.

В конечном итоге естественное происхождение пульсара было установлено. Это быстровращающаяся нейтринная звезда. Когда-то обычная звезда чуть тяжелее нашего Солнца взорвалась новой и сжалась. Магнитное поле, замороженное в плазму, сжалось вместе с ней. В итоге получился относительно небольшой объект диаметром в двести километров с огромной массой, плотностью и мощнейшим магнитным полем у поверхности.

Дальнейшему сжатию пульсара препятствует давление вырожденной нейтронной жидкости. При массе, в два раза превышающей массу Солнца, объект превращается в черную дыру. Верхнее значение массы называется пределом Добровольского — Волкова.

Если сила сжатия невелика, то силы внутри атомов могут противодействовать появлению пульсара. Тогда после взрыва звезды остается коричневый карлик. Нижнее значение массы называется пределом Чандрасекара.

Гравитация пульсара ускоряет падающее на неё вещество до огромных скоростей. Заряженные частицы, двигаясь в магнитном поле, начинают излучать радиоволны. Направлены эти волны в сторону северного и южного магнитных полюсов. Если один из полюсов направлен в сторону Земли, астрономы могут наблюдать эти сигналы.

Пульсары очень быстро вращаются вокруг своей оси. Согласно закону сохранения массы скорость вращения растет, если тело сжимается. Период вращения некоторых пульсаров может достигать сотых долей секунды. Ось вра-

щения может не совпадать с осью магнитного поля. Тогда в результате вращения пульсар то направлен к нашей планете полюсом, то нет. Так получаются колебания. Стабильность вращения осуществляется благодаря огромному весу. Мало какая сила может изменить скорость пульсара. Первая экзопланета была открыта именно у такого объекта. Сила тяжести другого массивного объекта – единственное, что могло менять скорость вращения пульсара. Сигналы же от одиночных пульсаров можно использовать как эталоны времени.

Стабильная и уникальная частота позволяет отделить один пульсар от другого, что делает эти звезды отличным ориентиром. Их используют естественные спутники Земли. При слиянии пульсаров образуются самые легкие химические элементы во Вселенной и недавно открытые гравитационные волны.

Пульсары – одни из самых интересных для астрономов объектов на сегодняшний день.

Критерии.

501. (1 балл) Чувствительный прибор зафиксировал периодически появляющийся и пропадающий электромагнитный не коротковолновый сигнал.

502. (2 балла) Чувствительный прибор зафиксировал периодически появляющийся и пропадающий электромагнитный длинноволновый сигнал.

503. (1 балл) Описанный эффект изменения длины волны от скорости не называется эффектом Кеплера.

504. (2 балла) Описанный эффект изменения длины волны от скорости называется эффектом Доплера.

505. (1 балл) Пульсар – это не нейтринная звезда.

506. (2 балла) Пульсар – это быстровращающаяся нейтронная звезда.

507. (1 балл) Звезда тяжелее нашего Солнца взрывается не новой.

508. (2 балла) Звезда тяжелее нашего Солнца взрывается сверхновой.

509. (1 балл) Пульсар – это небольшой объект, но не диаметром в двести километров

510. (2 балла) Пульсар – это небольшой объект диаметром в двадцать километров

511. (1 балл) Сжатию пульсара препятствует давление не вырожденной жидкости.

512. (3 балла) Сжатию пульсара препятствует давление вырожденного газа.

513. (1 балл) Верхнее значение массы пульсара не называется пределом Добровольского – Волкова.

514. (3 балла) Верхнее значение массы пульсара называется пределом Оппенгеймера – Волкова.

515. (1 балл) После взрыва звезды не остается коричневый карлик.

516. (2 балла) После взрыва звезды остается белый карлик.

517. (1 балл) Скорость вращения растёт, если тело сжимается, не согласно закону сохранения массы.

518. (2 балла) Согласно закону сохранения момента импульса скорость вращения растёт, если тело сжимается.

519. (1 балл) Стабильность вращения осуществляется не благодаря огромному весу.

520. (2 балла) Стабильность вращения осуществляется благодаря огромной массе (вес и масса – разные понятия).

521. (1 балл) Пульсары используют не естественные спутники Земли.

522. (2 балла) Пульсары используют искусственные спутники Земли.

523. (1 балл) При слиянии пульсаров образуются не только самые легкие химические элементы.

524. (2 балла) При слиянии пульсаров образуются самые тяжелые химические элементы.