

Решение задачи 1.

Можно ли использовать системы GPS и ГЛОНАСС для определения положения автоматических межпланетных станций? Объясните свой ответ.

101. (4 б.) Системы GPS и ГЛОНАСС определяют задержку сигнала между спутниками и приёмником.
102. (2 б.) По задержке сигнала определяется расстояние от спутников до приемников.
103. (2 б.) Зная положение трех спутников и их расстояния от приемника в определенный момент, можно определить положение приемника.
104. (1 б.) На АМС не устанавливают приемники GPS/ГЛОНАСС, соответственно, нельзя определить местоположение АМС без приемника.
105. (3 б.) В состав приемника должны входить часы, синхронизированные с часами спутников GPS/ГЛОНАСС. Из-за задержки сигнала от АМС точную синхронизацию провести нельзя.
106. (3 б.) Для определения положения приемника требуется прием минимум от 4 спутников.
107. (2 б.) Для определения положения приемника требуется знать расстояние с разных направлений. АМС улетают так далеко, что вся группировка спутников GPS и ГЛОНАСС находится практически на одной линии и на одном расстоянии.
108. (2 б.) Антенны спутников GPS и ГЛОНАСС направлены в сторону Земли.
109. (2 б.) При не очень далеких полетах и наличии приемника на борту GPS/ГЛОНАСС можно использовать для определения положения космических аппаратов (например, МКС).

Решение задачи 2.

Как наблюдения за Луной в ясную погоду могут позволить проводить мониторинг глобального изменения облачного покрова Земли? При условии хорошей погоды явление, помогающее это отслеживать, можно наблюдать и сегодня, в день олимпиады.

201. (2 б.) Луна светит отраженным светом.
202. (2 б.) Мониторинг облачного покрова можно проводить, измеряя яркость Луны.
203. (3 б.) Луна всегда повернута одной стороной к Земле, и ее отражательная способность не меняется со временем.
204. (3 б.) Со временем меняется яркость пепельного света.
205. (4 б.) Пепельный свет - явление, когда мы видим Луну целиком, хотя Солнцем освещена только её часть.

206. (3 б.) Свечение неосвещённой прямым солнечным светом поверхности Луны вызвано солнечным светом, рассеянным Землёй, а затем вторично отражённым Луной на Землю.
207. (3 б.) Яркость пепельного света зависит от отражающей способности Земли.
208. (3 б.) На отражающую способность Земли влияет количество облаков.
209. (3 б.) Чем больше облаков, тем ярче пепельный свет.
210. (3 б.) В день олимпиады можно наблюдать пепельный свет растущей Луны.
211. (2 б.) При наблюдениях с Земли яркость и цвет Луны (или планет) зависят от локальных свойств земной атмосферы (прозрачность, поглощательная способность света разных длин волн и т.д.).
212. (2 б.) Данные о локальных свойствах атмосферы также можно получить, измеряя рефракцию света.

Решение задачи 3.

BepiColombo МРО - автоматический межпланетный зонд, запущенный в ноябре 2018 года. Одна из его задач - определить размер и плотность ядра планеты Меркурий. Но посадку на планету он делать не будет. Какими способами можно узнать размер и плотность ядра, не касаясь планеты? Как реализовать подобное исследование? Опишите все известные вам варианты.

301. (2 б.) Ядро планеты имеет более вязкую структуру, чем поверхностные слои.
302. (3 б.) При изменении силы притяжения меняется угловая скорость вращения планеты.
303. (3 б.) Чем больше ядро, тем больше смещается центр тяжести и уменьшается скорость вращения (скорость вращения сырого яйца меньше, чем варёного).
304. (3 б.) BepiColombo по эффекту Доплера измеряет скорость вращения Меркурия.
305. (4 б.) По скорости планеты и внешней силе притяжения вычисляется момент вращения. По изменению момента вращения определяется размер ядра и плотность.
306. (2 б.) Ядро планеты имеет более высокую температуру, чем остальные её части.
307. (2 б.) Количество излучаемого тепла зависит от размера ядра. Чем больше ядро, тем выше температура поверхности.
308. (2 б.) BepiColombo с помощью инфракрасного детектора измеряют температуру поверхности.
309. (2 б.) Измерения нужно проводить и на освещенной солнцем стороне, и на ночной стороне, а также измерять поток солнечного излучения.

310. (2 б.) Измеряя магнитное поле (при наличии модели магнитного динамо), можно косвенно узнать размер ядра. (У Меркурия очень слабое магнитное поле и нет подходящей модели магнитного динамо.)
311. (2 б.) Узнать размер ядра можно, просвечивая планету нейтрино или другими частицами, которые легко проходили бы сквозь планету. По рассеянию в средах разной плотности можно было бы установить размер и плотность ядра. (Такой технологии пока нет.)
312. (2 б.) Имея модель распределения веществ, размер и плотность ядра можно определить по объему и массе планеты.
313. (2 б.) Массу можно определить по ускорению свободного падения на планете с помощью акселерометра.

Решение задачи 4.

В августе 2018 года стартовал автоматический зонд Parker Solar Probe, который должен приблизиться к поверхности Солнца (фотосфере) на расстояние 6,2 миллиона километров. Температура солнечного ветра на таком расстоянии составляет 1 млн. К. Почему аппарат не плавится при такой температуре? Также известно, что температура солнечного ветра у Земли составляет порядка 100 000 К. Почему не плавится Земля?

401. (2 б.) Солнечный ветер - разреженный поток заряженных частиц.
402. (2 б.) Температура как представление о различной степени нагретости тел в космическом вакууме, при крайне низкой концентрации частиц, не имеет смысла.
403. (2 б.) Под температурой солнечного ветра понимают меру скорости движения частиц.
404. (2 б.) Концентрация частиц солнечного ветра крайне мала.
405. (2 б.) В космическом вакууме тепло передается электромагнитным излучением (светом, инфракрасным излучением и т.д.).
406. (2 б.) Многие частицы солнечного ветра имеют настолько маленький размер, что проходят сквозь твёрдые тела, не реагируя с ними.
407. (1 б.) Частицы солнечного ветра плохо расходуют энергию на тепло при столкновении с веществом.
408. (2 б.) Частицы солнечного ветра много энергии тратят на ионизирующие эффекты (радиация) при столкновении с веществом.
409. (1 б.) Магнитное поле и плотная атмосфера защищают Землю от радиации.
410. (2 б.) От излучения на расстоянии 6,2 млн км от Солнца тела могут нагреваться до 2000 С° и более.

411. (2 б.) От излучения Солнца зонд Parker защищает специальный белый экран с высокой отражающей способностью (как зеркало).

412. (2 б.) Вращение планеты и циркуляция атмосферы не дают излучению сильно нагреть Землю.

Решение задачи 5.

Самые распространенные химические элементы во Вселенной - водород и гелий, на третьем месте - углерод. Но в периодической системе Д.И. Менделеева между гелием и углеродом идут литий, бор и бериллий, которых во Вселенной мало. Почему их меньше, чем углерода, кислорода, азота и многих других? Откуда эти элементы берутся и куда исчезают?

501. (2 б.) Литий, бериллий и бор очень быстро вступают в термоядерные реакции в звездах, в отличие от водорода, гелия углерода и других.

502. (2 б.) В результате основного процесса появления химических элементов - термоядерных реакций в звездах - образуются легкие и нестабильные изотопы бериллия и бора.

503. (3 б.) Нестабильные изотопы бериллия и бора быстро распадаются на более легкие элементы.

504. (3 б.) Стабильные изотопы бериллия и бора ^9Be , ^{10}B и ^{11}B возникают в результате распада более тяжелых элементов.

505. (3 б.) Литий в небольшом количестве происходит из первичного нуклеосинтеза после Большого взрыва.

506. (3 б.) Литий остается после взрывов сверхновых.

507. (4 б.) В звездах основными реакциями термоядерного синтеза являются реакции pp-цикла и CNO-цикла.

508. (4 б.) Литий в звездах быстро превращается в два ядра гелия $^7\text{Li} + \text{p} \rightarrow ^4\text{He} + ^4\text{He}$

509. (4 б.) Ядро ^7Be под воздействием электронов превращается в литий $^7\text{Be} + \text{e} \rightarrow ^7\text{Li}$

510. (4 б.) Ядро ^8Be практически мгновенно распадается из-за малого времени жизни ($\sim 10^{-16}$ с) $^8\text{Be} \rightarrow ^4\text{He} + ^4\text{He}$

511. (4 б.) Углерод образуется из реакции соединения трех ядер гелия или $^8\text{Be} + ^4\text{He} \rightarrow ^{12}\text{C}^*$

512. (4 б.) $^3\text{He} + ^4\text{He} \rightarrow ^7\text{Be}$

513. (4 б.) $^7\text{Be} + \text{p} \rightarrow ^8\text{B}$

514. (4 б.) $^8\text{B} + \text{p} \rightarrow ^8\text{Be} + \text{e}^+$