Задачи теоретического тура

Theoretical round. Problems to solve

язык / language	русский

Group A

1. Сегодня исполняется 46 лет "космической эры". История изменилась 4 октября 1957 года, когда наша цивилизация успешно запустила "Спутник I". Первый искусственный спутник Земли был размером с баскетбольный мяч; сфера 580 мм в диаметре имела массу 83,6 кг и была сделана из алюминиевого сплава толщиной 2 мм с хорошо отполированной поверхностью. Русское слово "спутник" означает "компаньон" (или "спутник" в астрономическом смысле). Спутник I имел эллиптическую орбиту (сразу после запуска: 227 километров от поверхности Земли в перигее и 945 – в апогее). Спутник оставался на орбите до 4 января, 1958.

   Оцените (с количественным обоснованием), можно ли было наблюдать первый спутник невооруженным глазом.

2. Оцените по порядку величины, на сколько градусов можно было бы поднять температуру воды в обычном плавательном бассейне ($50 \times 20 \times 2$ м), если собрать всю энергию, которую астрономы-"звёздники", наблюдая ночью с оптическими телескопами, использовали для получения знаний о строении Вселенной. Теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·град). Солнечная постоянная равна 1,37 кВт/м^2. Выпишите в отдельную таблицу все параметры и допущения, которые Вами использованы в решении.

3. Белый Медведь с прошлой Международной астрономической олимпиады продолжает сидеть на северном полюсе. Но в этом году у него появился последователь – Пингвин, сидящий на южном полюсе. Недавно, после окончания полярной ночи, пингвин наблюдал восход Солнца. А что наблюдал в это время Медведь? Нарисуйте, что увидел Белый Медведь в тот момент, когда взору Пингвина открылась ровно половина солнечного диска над горизонтом. Форму Земли считать сферической. Ответ поясните рисунком с изображением Медведя на северном полюсе, на рисунке должны быть указаны необходимые линейные или угловые размеры. Необходимые сведения о животных вспомните сами.

4. В этом году, 28 августа в $17^h\,56^m$ UT произошло Великое противостояние Марса. Следующее Великое противостояние Марса ожидается в 2018 году. Вычислите дату этого противостояния. Для решения можно использовать только данные прилагаемой “Таблицы данных о планетах”.

5. В последнее время некоторые публицисты из "жёлтой прессы", гоняясь за сенсациями, распространяют сказки о том, что американцы вовсе не были на Луне, а весь проект "Аполлон" – самая грандиозная мистификация XX века. И приводят примеры. Например, для создания эффекта меньшей силы тяжести достаточно просто с другой скоростью снимать на киноплёнку человека, передвигающегося (прыгающего) по Земле. Вычислите, с какой частотой кадров нужно производить съёмку в условиях земной студии, чтобы при просмотре со стандартной скоростью (25 кадров в секунду для ТВ) создавалось бы впечатление, что события происходят на Луне.

6. В одной из сказок народов Севера говорится, что обратились как-то люди к Богу-Оленю, чтобы тот сказал, сколько звёзд на небе. Несколько недель считал Бог-Олень звёзды и насчитал, что их на небе 252707. Известно, что невооружённым человеческим глазом на всём небе можно сосчитать около 6000 звёзд, что наводит на мысль, что глаза у Бога-Оленя явно больше человеческих. Каков диаметр зрачков был у Бога-Оленя? Считайте, что звёзды расположены в пространстве более-менее равномерно. Чувствительность сетчатки глаза Бога-Оленя считать такой же, как у человека.

При решении каждой задачи можно использовать данные прилагаемой “Таблицы данных о планетах”.

Швеция, Стокгольм 2 – 8. 10. 2003 Stockholm, Sweden

Задачи теоретического тура **Theoretical round. Problems to solve**

язык / language	русский

Group B

1. Сегодня исполняется 46 лет "космической эры". История изменилась 4 октября 1957 года, когда наша цивилизация успешно запустила "Спутник I". Первый искусственный спутник Земли был размером с баскетбольный мяч; сфера 580 мм в диаметре имела массу 83,6 кг и была сделана из алюминиевого сплава толщиной 2 мм с хорошо отполированной поверхностью. Русское слово "спутник" означает "компаньон" (или "спутник" в астрономическом смысле). Спутник I имел эллиптическую орбиту (сразу после запуска: 227 километров от поверхности Земли в перигее и 945 – в апогее). Спутник оставался на орбите до 4 января, 1958.

   Оцените (с количественным обоснованием), можно ли было наблюдать первый спутник невооруженным глазом.

2. Оцените по порядку величины, на сколько градусов можно было бы поднять температуру воды в обычном плавательном бассейне ($50 \times 20 \times 2$ м), если собрать всю энергию, которую астрономы-"звёздники", наблюдая ночью с оптическими телескопами, использовали для получения знаний о строении Вселенной. Теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·град). Солнечная постоянная равна 1,37 кВт/м^2. Выпишите в отдельную таблицу все параметры и допущения, которые Вами использованы в решении.

3. Белый Медведь с прошлой Международной астрономической олимпиады продолжает сидеть на северном полюсе. Но в этом году у него появился последователь – Пингвин, сидящий на южном полюсе. Недавно, после окончания полярной ночи, пингвин наблюдал восход Солнца. А что наблюдал в это время Медведь? Нарисуйте, что увидел Белый Медведь в тот момент, когда взору Пингвина открылась ровно половина солнечного диска над горизонтом. Форму Земли считать сферической. Ответ поясните рисунком с изображением Медведя на северном полюсе, на рисунке должны быть указаны необходимые линейные или угловые размеры. Необходимые сведения о животных вспомните сами.

4. В этом году, 28 августа в $17^h\,56^m$ UT произошло Великое противостояние Марса. Следующее Великое противостояние Марса ожидается летом 2018 года. Некто не разобрался в терминах и решил, что в 2018 году будет не следующее Великое противостояние, а просто следующее противостояние. Найдите параметры орбиты такого гипотетической планеты «Марс-2» и оцените, какова будет её видимая с Земли звёздная величина в среднем противостоянии. Считайте орбиту планеты «Марс-2» круговой, а физические характеристики – такими же, как у Марса.

5. Каждый день астроном делает наблюдения в тот же самый момент местного звёздного времени, и всегда он замечает Солнце точно на математическом горизонте. Где и когда проводятся наблюдения? В вашем ответе должны быть объяснения и конкретные числа (возможные координаты, и т.д…). Рефракцию не учитывать.

6. Ещё древние греки знали, что размеры Земли малы по сравнению с расстояниями до звёзд. Например, в одном мифе говорится, что бог Гефест однажды по неосторожности уронил на Землю свою наковальню. Кувыркаясь, наковальня падала с небес целых девять дней! Оцените "высоту неба" согласно представлениям древних греков и сравните её с известными Вам расстояниями до каких-либо объектов.

При решении каждой задачи можно использовать данные прилагаемой “Таблицы данных о планетах”.

Швеция, Стокгольм 2 – 8. 10. 2003 Stockholm, Sweden

Задачи практического тура **Practical round. Problems to solve**

язык / language	русский

Groups A,B

7. Измерение скорости света

Вы должны тщательно объяснить каждый шаг в ваших вычислениях. Ответы без обоснования не принимаются.

Представьте Солнечную систему, населённую нашими потомками, в отдалённом будущем. На астероиде *Салтис* живёт и работает оператором горных разработок Целеста Спейсдиггер, хобби у которой – любительская астрономия. Работа оператора ей настолько надоедает, что долгие ночи Салтиса она тратит на изучение звёзд и планет, в особенности – великолепной планеты Сатурн. Старенький, но надёжный астрономический альманах помогает ей следить за ходом астрономических событий, таких, как, например, затмения планетой Сатурн его луны Титана. Однако, к своему разочарованию, Целеста начинает отмечать большие отклонения между наблюдаемыми ею временами покрытия Титана и временами, приведёнными в таблицах альманаха. На Салтисе Целеста находится в длительной командировке, и вот после нескольких аккуратных наблюдений у неё вырисовывается картина, что эти отклонения становятся наибольшими, когда Сатурн находится вблизи противостояний или соединений (с Солнцем, если смотреть с Салтиса). Целеста осознаёт, что причина этого кроется в том, что скорость света конечна, и находит в альманахе указание на то, что приведенные в таблицах времена – *гелиоцентрические*, то есть такие, какие должны быть при наблюдении с Солнца, а не с Салтиса. Довольная своим открытием, Целеста использует свои наблюдения для вычисления скорости света.

Вам предстоит повторить вычисления Целесты, используя её наблюдения. Единицы длины и времени, которыми она пользовалась, немного отличаются от тех, к которым Вы привыкли. Единица времени у обитателей Салтиса – *пинит*, равный одной тысячной синодического периода вращения Салтиса. (1000 пинит = «солнечные сутки» на Салтисе).

Единица длины – *сетер* определена как одна миллиардная (10^{-9}) среднего расстояния от Солнца до Салтиса.

Таблица 1. *Моменты затмений Титана Сатурном*

табличное[a] (пиниты)	Целеста[b] (пиниты)	Комментарий[c]
456,47	450,32	противостояние
18,50	12,28	противостояние
821,41	815,29	противостояние
444,70	450,85	Соединение
615,43	621,52	Соединение
791,94	798,02	Соединение

ичные данные соответствуют времени начала затмений для наблюдателя, находящегося в центре олнца

Целеста регистрировала моменты начала затмений по часам Салтиса. Точность определения времени равна 0,03 пинита.

с Сатурн во время затмений не был в точности в противостояниях или соединениях, но был близок к ним.

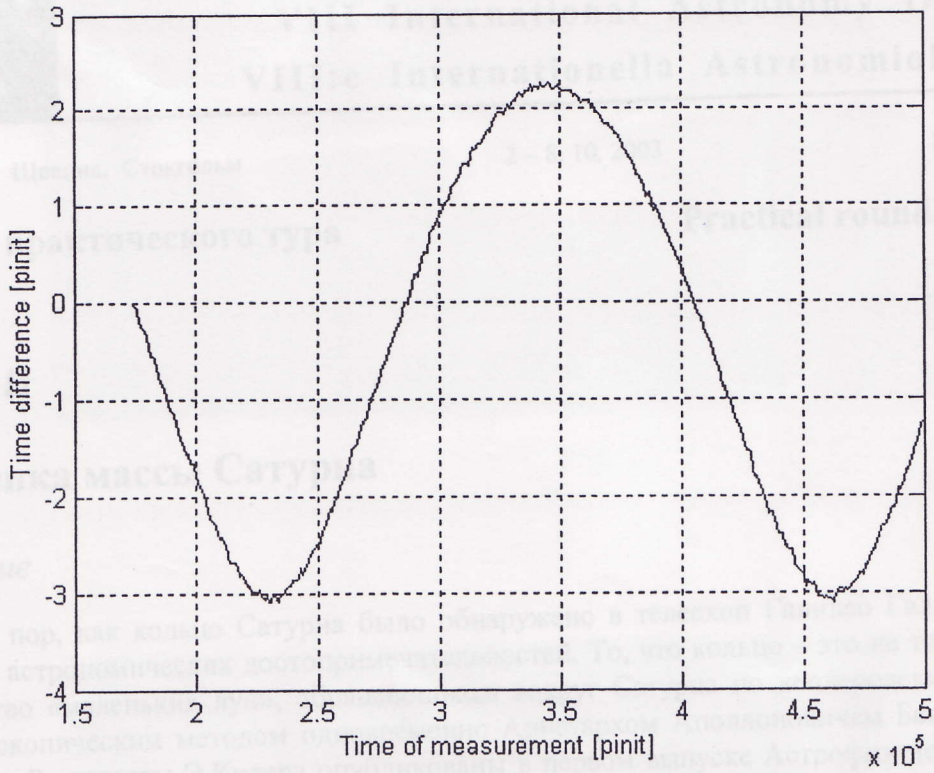

Рисунок 1 *Различие между показаниями часов Целесты и сигналами точного времени, полученными с Земли.*

7.1. Целеста наблюдала покрытия Титана, когда Сатурн был близко к противостоянию или соединению шесть раз (Таблица 1). Проанализируйте полученные ею данные и оцените скорость света в единицах сетер / пинит, а также дайте ожидаемую ошибку полученного Вами результата. (50 % от суммарного балла за всю задачу)

Долгими днями Салтиса Целеста нередко слушает радио с Земли, в том числе, сигналы точного времени. Повторив открытие конечности скорости света, Целеста решила попробовать измерить также и радиус орбиты Земли (в сетерах). Она синхронизовала свои очень точные часы с радиосигналами точного времени с Земли, а затем регулярно отмечала расхождения показаний её часов с сигналами точного времени. Результаты представлены на рис. 1 (по осям – время измерений и разница во времени).

7.2. Оцените радиус орбиты Земли в сетерах, используя данные Целесты (рис. 1). (20% от суммарного балла за всю задачу)

7.3. Если 1 а.е. = $149{,}6 \cdot 10^6$ км и с = $2{,}998 \cdot 10^8$ м/с, то сколько метров в сетере? Сколько секунд в пините? (10 % от суммарного балла за всю задачу)

7.4. Оцените орбитальный период Салтиса в (земных) годах, используя рис. 1 и ответ на предыдущий вопрос. (20 % от суммарного балла за всю задачу)

Внимание: для группы А на практическом туре одна **задача №7** на 3 часа;
для группы В – **две задачи: №7 и №8** на 4 часа.

VIII Международная астрономическая олимпиада
VIII International Astronomy Olympiad
VIII:e Internationella Astronomiolympiaden

Швеция, Стокгольм 2 – 8. 10. 2003 Stockholm, Sweden

Задачи практического тура **Practical round. Problems to solve**

язык / language	***русский***

Group B

8. Оценка массы Сатурна

Введение

С тех пор, как кольцо Сатурна было обнаружено в телескоп Галилео Галилеем, оно стало одним из главных астрономических достопримечательностей. То, что кольцо – это не твёрдое тело, а неисчислимое множество «маленьких лун», обращающихся вокруг Сатурна по кеплеровским орбитам, было доказано спектроскопическим методом одновременно Аристархом Аполлоновичем Белопольским и Джеймсом Э. Килером. Результаты Э.Килера опубликованы в первом выпуске Астрофизического Журнала за 1895 г. В этой задаче Вам предстоит повторить рассуждения этих ученых, используя недавние наблюдения, а также оценить массу Сатурна.

Детали наблюдений

Сатурн наблюдался на Скандинавском Оптическим Телескопе (the Nordic Optical Telescope, NOT, 2,5-метровый телескоп на канарском острове Ла Пальма) 25.02.2002 г. в 23:25 Всемирного времени. Щель спектрографа по отношению к наблюдаемому Сатурну была расположена так, как показано на рис. 1. Полученный спектр (рис. 2) представляет собой солнечный спектр, отражённый от планеты. Прямые вертикальные линии поглощения – теллурические, то есть линии поглощения, возникающие при прохождении света через атмосферу Земли. Наклонные линии – линии поглощения Солнца, отражённые от планеты. Две самых сильных линии поглощения, замеченные в спектре, – переходы D_2 и D_1 Na I (нейтрального натрия), их длины волн в покоящейся системе отсчета – 589,00 нм и 589,59 нм соответственно.

Задания

Вы должны тщательно объяснить каждый шаг в ваших вычислениях. Ответы без обоснования не принимаются.

8.1. Приведённый на рис. 2 спектр наглядно демонстрирует, что кольцо Сатурна не может быть единым вращающимся телом. Нарисуйте, каким был бы спектр, если бы кольцо вращалось как единое твёрдое тело. (~20%)

8.2. Известно, что сидерический период вращения Сатурна равен 10,66 часам. Используя приведённый на рис. 2 спектр, оцените экваториальный диаметр Сатурна. (~30 %)

8.3. По спектру рис. 2 оцените массу Сатурна. Если Вы не помните гравитационную постоянную, можете использовать данные: 1 а.е. = $1{,}496\times10^{8}$ км, масса Солнца $M_{Sun} = 1{,}99\times10^{30}$ кг. (~50 %)

Вы можете использовать тот факт, что кольцо Сатурна является плоским и параллельным экватору планеты, чтобы вычислить, под каким углом наблюдателю была видна эта система.

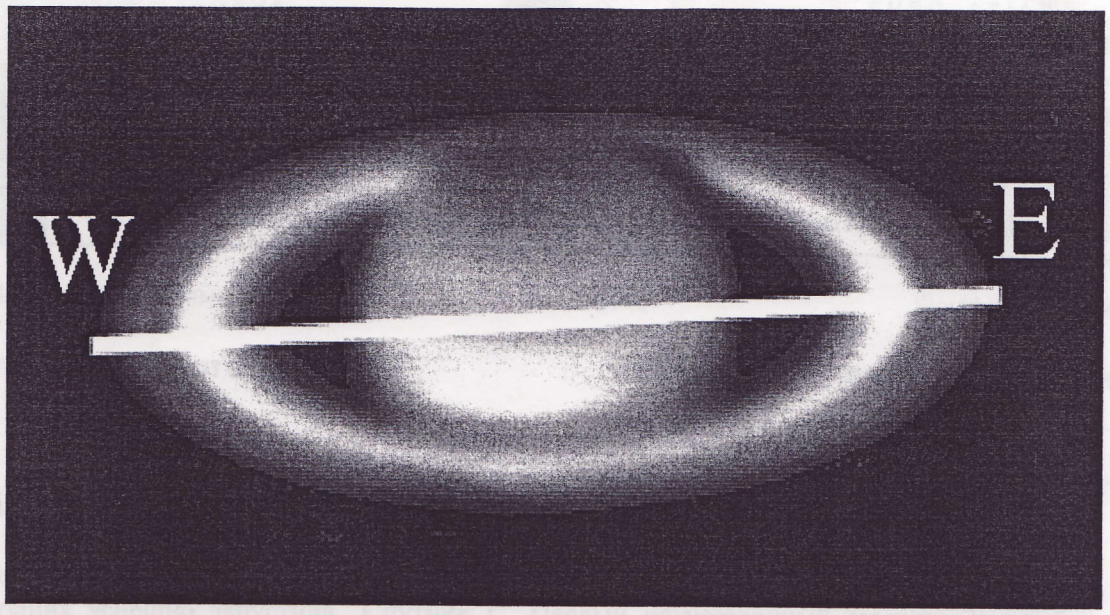

Рис. 1.

Положение щели спектрометра. Запад и Восток отмечены буквами W и E соответственно.

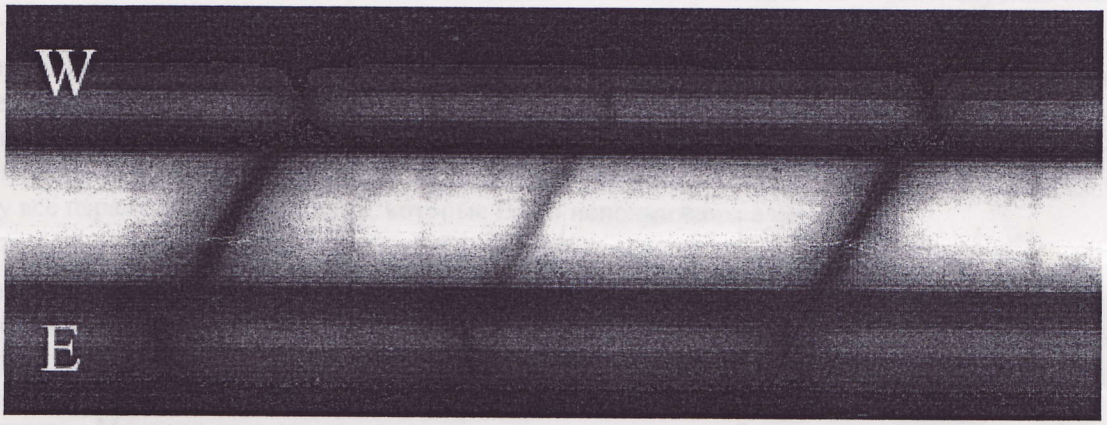

Рис. 2.

Спектр Солнца, отражённый от Сатурна. Запад сверху, длины волны увеличиваются слева направо.