*Материалы школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии*

*2020/21 учебный год*

**Ставропольский край город Невинномысск**

**Оглавление.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Требования к организации и проведению школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2020/21учебном году | Стр.1-4 |
|  | Памятка участнику школьного этапа всероссийской олимпиады школьников. | Стр.5-6 |
|  | Тексты заданий. | Стр. 7- 10 |
|  | Ответы и возможные решения к текстам заданий. | Стр.11-18 |

**Требования к организации и проведению**

**школьного этапа всероссийской олимпиады школьников**

**по астрономии в 2020/21 учебном году**

**Главная цель изучения учебного предмета «Астрономия »** в школе это – это освоение знаний о методах научного познания природы, современной научной картины мира. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии на всех своих этапах ориентируется на реализацию этой цели и способствует её достижению.

**Особенности школьного этапа**

Школьный этап олимпиады по астрономии проводится в соответствии с Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников от 18 ноября 2013 года (№1252).

На школьном уровне олимпиады принимают участие все желающие учащиеся с 7 по 11 класс.

Олимпиадные задания носят творческий, эвристический характер, содержат элементы состязательности, соответствуют школьной программе по астрономии, также пропедевтическим курсам по астрономии для учащихся 7-9 классов, направлены на популяризацию учебной дисциплины.

Обучающимся 7-х и 8-х классов, предлагается решить 4 задачи. Обучающимся в 9-х, 10-х, 11-х классах – 6 задач.

**Типология заданий**

Типология заданий школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии в

7-8 класс – четыре теоретических задания;

9 класс – шесть теоретических заданий;

10-11 класс – шесть теоретических заданий.

**Критерии и методики оценивания выполненных олимпиадных заданий** школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Ставропольском крае в 2019/20 учебном году приводится в соответствии с системой оценивания регионального этапа и осуществляется по критериям, предложенным Центральной предметно-методической комиссией. При этом муниципальным предметно-методическим комиссиям рекомендуется оценивать выполнение заданий согласно стандартной методике оценивания решений:

|  |  |
| --- | --- |
| **Баллы**  | **Правильность (ошибочность) решения**  |
| 10  | Полное верное решение  |
| 8  | Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.  |
| 5-6  | Решение в целом верное, однако содержит существенные ошибки (не физические, а математические).  |
| 5  | Найдено решение одного из двух возможных случаев.  |
| 2-3  | Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.  |
| 0-1  | Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).  |
| 0  | Решение неверное, или отсутствует.  |

**Максимальный балл** в 7-8 классах – 40 баллов, в 9-11 классах – 50 баллов.

**Особенности выставления или фиксации оценок**

Оценка за работу выставляется сначала в виде последовательности цифр – оценок по каждому критерию (ученик должен видеть, сколько баллов по каждому критерию он набрал), а затем в виде итоговой суммы баллов. Это позволит на этапе показа работ и / или апелляции сфокусироваться на обсуждении реальных плюсов и минусов работы.

**Формальные аспекты выполнения заданий**

Школьный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии проводится в один тур.

Согласно рекомендациям Центральной предметно-методической комиссии, продолжительность олимпиады варьируется в зависимости от класса или возраста:

для 7 и 8 классов продолжительность выполнения заданий – 1 астрономический час (60 минут), для 9, 10 и 11 классов – 2 астрономических часа (120 минут).

Задания выполняются письменно, объём работ специально не регламентируется.

**Правила использования черновиков**

Черновики не проверяются и не оцениваются.

Если участник использовал черновик, он сдаёт его вместе с работой.

**Материально-техническое обеспечение для выполнения олимпиадных заданий**

Для проведения школьного этапа олимпиады рекомендуется выделить несколько аудиторий (классов) для каждой параллели. Участники школьного этапа олимпиады размещаются по одному человеку за партой.

Необходимо обеспечить школьников комплектом заданий, писчебумажными принадлежностями (тетрадями, ручками), ознакомить обучающихся с правилами выполнения заданий.

Наличие в аудитории, где проводится олимпиада, дополнительного материала (например, текстов, средств мобильной связи и т.д.) исключается. В случае нарушения этих условий обучающийся исключается из состава участников олимпиады.

**Процедура регистрации участников олимпиады:** все участники олимпиады проходят в обязательном порядке процедуру регистрации. Регистрация участников олимпиады осуществляет оргкомитет олимпиады перед началом его проведения.

**Показ олимпиадных работ** может проводиться как в очной, так и в дистанционной форме в течение двух дней после объявления результатов.

**Рассмотрение апелляций** проводится в случаях несогласия участника олимпиады с результатами оценивания его олимпиадной работы или нарушения процедуры проведения олимпиады. Для проведения апелляции участник олимпиады подает письменное заявление на имя председателя жюри в течение трёх дней после объявления результатов.

**Дополнительная информация**

Для выполнения заданий по астрономии рекомендуем учащимся пользоваться инженерным калькулятором и **набором таблиц,** **разрешенных при проведении ЕГЭ по физике.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  класс№  | 7-8 | 9 | 10-11 |
| **1** | 10 | 10 | 10 |
| **2** | 3 | 10 | 10 |
| **3** | 4 | 10 | 10 |
| **4** | 4 | 10 | 10 |
| **5** | - | 9 | 10 |
| **6** | - | 10 | 10 |
|  |  |  |  |
| Итого | **21** | **59** | **60** |
| Время выполнения работы (мин) | **60** | **120** | **120** |

**Памятка участнику школьного этапа всероссийской олимпиады школьников.**

**Права и обязанности участников всероссийской олимпиады школьников**

(в соответствии с [Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2013 № 1252](https://xn--40-6kctzgmgdq4g.xn--p1ai/students/vserossiyskaya_olimpiada_shkolnikov/npb/Prikaz_%E2%84%96_1252_ot_18.11.2013.pdf))

Олимпиада проводится в целях выявления и развития у обучающихся творческих способностей и интереса к научной (научно-исследовательской) деятельности, пропаганды научных знаний, отбора лиц, проявивших выдающиеся способности, в составы сборных команд Российской Федерации для участия в международных олимпиадах по общеобразовательным предметам.

Олимпиада включает школьный, школьный, региональный и заключительный этапы.

Олимпиада проводится на территории Российской Федерации.

Рабочим языком проведения олимпиады является русский язык.

Взимание платы за участие в олимпиаде не допускается.

При проведении этапов олимпиады каждому участнику олимпиады должно быть предоставлено отдельное рабочее место, оборудованное в соответствии с требованиями к проведению соответствующего этапа олимпиады по каждому общеобразовательному предмету. Все рабочие места участников олимпиады должны обеспечивать участникам олимпиады равные условия, соответствовать действующим на момент проведения олимпиады санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам.

До начала соответствующего этапа олимпиады по каждому общеобразовательному предмету представители организатора олимпиады проводят инструктаж участников олимпиады – информируют о продолжительности олимпиады, порядке подачи апелляций о несогласии с выставленными баллами, о случаях удаления с олимпиады, а также о времени и месте ознакомления с результатами олимпиады.

Родитель (законный представитель) обучающегося, заявившего о своем участии в олимпиаде, в срок не менее чем за 10 рабочих дней до начала школьного этапа олимпиады в письменной форме подтверждает ознакомление с Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников (далее – Порядок) и предоставляет организатору школьного этапа олимпиады согласие на публикацию олимпиадной работы своего несовершеннолетнего ребенка, в том числе в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Во время проведения олимпиады участники олимпиады:

* должны соблюдать настоящий Порядок и требования к проведению соответствующего этапа олимпиады по каждому общеобразовательному предмету, утвержденные организатором школьного, школьного этапов олимпиады, центральными предметно-методическими комиссиями по общеобразовательным предметам, по которым проводится олимпиада;
* должны следовать указаниям представителей организатора олимпиады;
* не вправе общаться друг с другом, свободно перемещаться по аудитории;
* вправе иметь справочные материалы, средства связи и электронно-вычислительную технику, разрешенные к использованию во время проведения олимпиады, перечень которых определяется в требованиях к организации и проведению соответствующих этапов олимпиады по каждому общеобразовательному предмету.

В случае нарушения участником олимпиады Порядка и (или) утвержденных требований к организации и проведению соответствующего этапа олимпиады по каждому общеобразовательному предмету, представитель организатора олимпиады вправе удалить данного участника олимпиады из аудитории, составив акт об удалении участника олимпиады.

Участники олимпиады, которые были удалены, лишаются права дальнейшего участия в олимпиаде по данному общеобразовательному предмету в текущем году.

В целях обеспечения права на объективное оценивание работы участники олимпиады вправе подать в письменной форме апелляцию о несогласии с выставленными баллами в жюри соответствующего этапа олимпиады.

Участник олимпиады перед подачей апелляции вправе убедиться в том, что его работа проверена и оценена в соответствии с установленными критериями и методикой оценивания выполненных олимпиадных заданий

Рассмотрение апелляции проводится с участием самого участника олимпиады.

**7-8 класс. Время выполнения работы 60 минут.**

**Задание 1**

Задания  а,  б  и  в  –  это  игра «Четвёртый –  лишний».  Что  в  каждом  случае лишнее с точки зрения астрономии? Почему?

а) Малая Медведица, Большая Медведица, Орион, Кассиопея.

 б) Лев, Телец, Козерог, Дракон.

в) Чёрное море, Белое море, Восточное море, Северное море.

г) В названии какой планеты спряталась греческая буква? Напишите эту букву.

 д)  День  Космических  войск  России  отмечается  ежегодно 4  октября.  В  честь какого события была выбрана эта дата?

**Задание 2**

Какие космические объекты изображены на фотографиях?



*Рисунок 3.1 Рисунок 3.2 Рисунок 3.3*

**Задание 3**

Предположим,  что  сегодня Луна (для наблюдателя, проживающего  в Москве) выглядит  так,  как  показано  на  №1*.*  Как  она  будет  выглядеть  через неделю? Укажите номер правильного рисунка. Поясните свой выбор.



**Задание 4**

Свет от Солнца достигает Земли за 500 секунд, свет от ближайшей к Солнечной системе звезды Проксима в созвездии Центавра – за 4,22 года. Во сколько раз Проксима дальше Солнца?

**9 класс. Время выполнения работы 120 минут.**

**Задание 1**

Задания  а,  б  и  в  –  это  игра «Четвёртый –  лишний».  Что  в  каждом  случае лишнее с точки зрения астрономии? Почему?

а) Лев, Телец, Козерог, Дракон.

б) Нептун, Уран, Плутон, Юпитер.

 в) Чёрное море, Белое море, Восточное море, Северное море.

 г) Заменив одну букву, превратите планету в государство.

 д) Название  какого из месяцев  года переводится  как «десятый»? Какой  он по счёту в нашем календаре и почему?

**Задание 2 .**

Объясните значение астрономических терминов:

* а) гномон;
* б) радиант;
* в) рефрактор;
* г) созвездие;
* д) солнцестояние.

**Задание 3**

Какие космические тела изображены на фотографиях?

*Рисунок 3.1 Рисунок 3.2*



*Рисунок 3.3 Рисунок 3.4*

****

**Задание 4**

Предположим, что сегодня высота Солнца в полдень в Кейптауне (33о 55′ ю. ш., 18о 29′ в. д.)  наибольшая  из  возможных  в  течение  года.  В  каком  из перечисленных пунктов Солнце сегодня не восходит?

* Анадырь (64⁰ 44′ с. ш., 177⁰ 31′ в. д.);
* Мирный (66⁰ 33′ ю. ш., 93⁰ 00′ в. д.);
* Мурманск (68⁰ 58′ с. ш., 33⁰ 05′ в. д.);
* Рейкьявик (64⁰ 09′ с. ш., 21⁰ 53′ з. д.);
* Стокгольм (59⁰ 20′ с. ш., 18⁰ 04′ в. д.);
* Тикси (71⁰ 38′ с. ш., 128⁰ 52′ в.д.).

**Задание 5**

Найдите  астрономические  ошибки  в  картине  советского  художника  Андрея Соколова «Луна. Следы космонавтов в лунной пыли».



*Картина Андрея Соколова «Луна. Следы космонавтов в лунной пыли»*

**Задание 6**

Беседуют  будущие  конструкторы  космических  кораблей.  Петя  мечтает: «Я построю корабль, который  за секунду долетит до Луны». Коля: «А я построю корабль, который за час долетит до Марса». Вася: «А я – корабль, который за год  долетит  до  альфы  Центавра».  Как  Вы  думаете,  какой  их  этих  проектов удастся осуществить? Обоснуйте свой ответ.

**10-11 класс. Время выполнения работы 120 минут.**

**Задание 1**

Задача. Сириус (α Большого Пса = - 17$°$) был в верхней кульминации на высоте 10$°$. Чему равна широта места наблюдения?

 **Задание 2**

Космический корабль будущего находится на полпути с Земли к звезде Сириус (α Большого Пса). В каком созвездии космонавты видят Солнце? Считать, что скорость корабля много меньше скорости света.

 **Задание 3**

На *рисунке* показана, с соблюдением пропорций, орбита  искусственного  спутника  Земли.  Воспроизведите этот рисунок и дополните его, начертив (в одинаковом масштабе) векторы ускорений спутника в точках 1, 2 и 3.

**Подсказка**: двигатели спутника выключены.

**Задание 4**

Ускорение свободного падения на Марсе и на Меркурии примерно одинаковое – 3,7 м/с2. Однако Меркурий в 1,4 раза меньше Марса по диаметру. Сравните плотности планет.

**Задание 5**

Статистика наблюдений полярных сияний показывает, что на широте Москвы (56о с. ш.) они бывают гораздо реже, чем на той же географической широте на юге Канады. Почему?

**Задание 6**

Каждый  год  происходит  хотя  бы  одно  полное  солнечное  затмение  с  полосой полной фазы длиной 10 000 км и шириной 200 км (в среднем). Исходя из этого, оцените, как часто полное затмение происходит в определённом пункте Земли.

**Ответы и решения.**

**7-8 класс. Астрономия. Время выполнения работы 60 минут.**

**Задание 1**

а) **Ответ**: Орион, т. к. он восходит и заходит, остальные созвездия незаходящие.

**Или**:  Орион  виден  зимой,  остальные  созвездия  видны  в  любую  ясную  ночь.

*Вариант ответа «Орион, остальные расположены близко к Полярной звезде» оценивается как правильный*.

 б) **Ответ**: Дракон – незодиакальное созвездие среди зодиакальных.

в) **Ответ**: Восточное море – лунное море среди земных.

 г) **Ответ**: Юпитер π

 д)  **Ответ**:  4  октября 1957  года  был  запущен  в  космос  первый  искусственный спутник Земли.

**Критерии оценивания**: в пунктах а, б, в за каждый правильный ответ – **1 балл**, каждое  правильное  обоснование –  **1  балл**;  в  пунктах  г,  д  за  полный  ответ – **2 балла**, частичный – **1 балл**.

Максимум за задание – **10 баллов**.

**Задание 2**

**Ответы**:

1. Плутон
2. Млечный Путь
3. Солнце.

**Критерии оценивания**: по **1 баллу** за каждый правильный ответ.

Максимум за задание – **3 балла**.

**Задание 3**

**Ответ**:  на  рисунке № 1  Луна  в  фазе  между  новолунием  и  первой  четвертью. Фазы Луны повторяются примерно через месяц. Через неделю пройдёт четверть этого периода, и Луна будет в фазе между первой четвертью и полнолунием. Это рисунок № 3.

**Критерии  оценивания**:  за  правильный  ответ  без  обоснования –  **1 балл**;  за правильный  ответ  с использованием  периода  смены  лунных фаз  и  недели  как четвёртой  части  этого  периода  или  с  поясняющим  рисунком –  **3 балла**;  за употребление правильных названий фаз – **1 балл**.

Максимум за задание – **4 балла**.

**Задание 4**

**Ответ**: расстояние до Проксимы во столько раз больше расстояния до Солнца, во сколько раз 4,22 года больше, чем 500 с.  4,22 × 365 × 24 × 60 × 60/500 = 266 тыс. раз.

**Критерии оценивания**

За рациональное решение (без лишних действий), корректный ответ – **4 балла**.

По **1 баллу** снимается за:

* нерациональность решения;
* вычислительную ошибку;
* превышение точности в ответе.

За правильный ответ без решения – **1 балл**.

Максимум за задание – **4 балла**.

Всего за работу – **32 балла**.

**9 класс. Астрономия Время выполнения работы 120 минут.**

**Задание 1**

Задания  а,  б  и  в  –  это  игра «Четвёртый –  лишний».  Что  в  каждом  случае лишнее с точки зрения астрономии? Почему?

а) Дракон – незодиакальное созвездие среди зодиакальных.

б) Плутон – карликовая планета среди планет-гигантов.

 в) Восточное море – лунное море среди земных.

 г) Уран – Иран.

 д) декабрь,  двенадцатый  месяц;  название  пришло  из  латинского  языка; в римском календаре первым месяцем года был март.

**Критерии оценивания**: в пунктах а, б, в по **1 баллу** за каждый правильный ответ и  по  **1 баллу**  за  его  обоснование;  в  пункте  г  за  правильный  ответ –  **1  балл**; в пункте д, в зависимости от полноты ответа, – до **3 баллов**.

Максимум за задание – **10 баллов**.

**Задание 2 .**

**Ответы**:

* а)  гномон –  вертикальный  шест  или  колонна,  позволяющая (по  тени) определить  высоту  Солнца  над  горизонтом,  момент  истинного  полудня  и направление меридиана;
* б) радиант –  точка  на  небесной  сфере,  кажущаяся,  вследствие  перспективы, источником метеоров (откуда как бы вылетают «падающие звёзды»);
* в) рефрактор – тип телескопа с линзовым объективом;
* г) созвездие – участок небесной сферы в пределах установленных границ

Ответ типа «группа звёзд» или «рисунок из звёзд» является **неверным**.

* д) солнцестояние (летнее  или  зимнее) –  момент  времени,  когда  Солнце достигает самого северного или самого южного положения на эклиптике.

**Критерии  оценивания**:  по  **2  балла**  за  правильное (хотя  бы  своими  словами) объяснение значения каждого термина.

Максимум за задание – **10 баллов**.

**Задание 3**

**Ответы**:

1. карликовая планета Плутон;
2. галактика Туманность Андромеды (М31);
3. планета Меркурий;
4. Луна в растущей фазе, виден пепельный свет.

Критерии оценивания: по **2 балла** за каждый правильный ответ; в пункте г за упоминание пепельного света – дополнительно **2 балла**.

Максимум за задание – **10 баллов**.

**Задание 4**

**Ответ**:  Кейптаун  находится  в  Южном  полушарии,  южнее  тропика.  Самая большая полуденная высота Солнца там бывает в день зимнего солнцестояния  (21–22  декабря). В  эту  дату  полярная  ночь  бывает  в  пунктах,  расположенных севернее Северного полярного круга (66⁰ 34′ с. ш.). Таких пунктов в списке два: Мурманск и Тикси.

**Критерии  оценивания**:  за  правильный  ответ  с  полным  обоснованием – **10 баллов**;  в  случае,  если ответ обоснован, но правильно указан  только один из пунктов –  **7 баллов**;  за  определение  даты,  в  которую  происходит  действие задачи, – **3 балла**; за упоминание полярного круга и полярной ночи – **2 балла**.

Максимум за задание – **10 баллов**.

**Задание 5**

**Ответ**: в картине допущено несколько астрономических ошибок.

1. Во-первых, у  Земли  не  показана фаза. Судя  по  теням  от  скал  и  космонавтов, Солнце  светит  с  правой  стороны  и  расположено  довольно  высоко  над горизонтом. Поэтому  земной шар  тоже должен быть освещён справа сверху и иметь вид серпа или полудиска.
2. Во-вторых, видимый  диаметр  Земли  существенно  преувеличен.  Земля  больше Луны по диаметру примерно в три с половиной раза, поэтому Земля в лунном небе должна быть всего в три с половиной раза крупнее Луны в земном небе.
3. В-третьих, у Луны нет атмосферы, поэтому внутри теней, куда не попадает свет Солнца, должно быть совершенно темно, не видно никаких деталей.

**Критерии оценивания**: по **1 баллу** за обнаружение каждой из ошибок; **2 балла** за правильное обоснование ответа (хотя бы одного из трёх пунктов).

Максимум за задание –**9 баллов**.

**Задание 6**

**Решение**:  наибольшая  скорость,  возможная  в  природе, –  это  скорость  света в вакууме,  которая  составляет 300  тыс.  км/с.  Расстояние  до  Луны –  около 400 тыс.  км –  свет  преодолевает  за 4/3  с.  Расстояние  до  альфы  Центавра – примерно за 4 года. Поэтому проекты Пети и Васи заведомо неосуществимы.

Расстояние между Марсом  и  Землёй  в  среднем  противостоянии – 0,5  а. е. (из справочной  таблицы).  Чтобы  преодолеть  такое  расстояние  за  час,  корабль должен  пролетать  примерно 1,25 млн  км  в минуту  или 21  тыс.  км  в  секунду.

Это  гораздо  меньше  скорости  света,  поэтому  проект  Коли,  возможно,  будет осуществлён.

*Участник может воспользоваться известным ему расстоянием между Землёй и Марсом  в  великом противостоянии – 57 млн км. В  этом  случае получается примерно 1 млн км в минуту, или 16 тыс. км в секунду.*

**Критерии оценивания**: за правильный ответ без обоснования или с неверным обоснованием –  **1  балл**;  за  указание  на  скорость  света  как  на  предельную – **2 балла**;  а  правильный  расчёт  времени,  за  которое  свет  распространяется 2 от Земли до Луны и до альфы Центавра – **2 балла**; за правильный расчёт времени, за  которое  свет  распространяется  от  Земли  до  Марса,  с  учётом  его конфигурации – **5 балла**.

Максимум за задание – **10 баллов**.

Всего за работу – **59 баллов**.

**10-11 класс.**

**Задание 1**

Дано: Решение:

δ= $-17^{°}$ склонение Сириуса дано в условиях задачи. Из формулы

 h$=10^{°}h=90°-φ+δ$находим, что широта

 $φ=90°-h+δ$.

 φ=?$ φ=90°-10°-17°=63°$

**Ответ:** $φ=63°$

Критерии оценивания:

за правильный ответ с развернутым решением – **10 баллов;**

за правильно выбранную формулу - **5 баллов;**

(Примечание: ошибка в математических расетах минус **1 балл**)

Максимально - **10 баллов.**

**Задание 2**

Сириус – одна из ближайших к Солнечной системе звёзд. На полпути к ней  видимое  расположение  на  небесной  сфере  большинства  звёзд практически не изменится, поэтому можно ориентироваться по привычным нам созвездиям.  Искажением  формы  созвездий  из-за  релятивистских  эффектов, по условию, можно пренебречь.

Найдём  на  карте  Сириус  и  определим  его  координаты:  прямое  восхождение 6h 40m,  склонение –17°.  Космонавты  увидят  Солнце  в  противоположном направлении:  прямое  восхождение 18h 40m,  склонение +17°.  По  карте определим, что эта точка находится в созвездии Геркулеса.

**Критерии оценивания:**

* за правильный ответ с полным обоснованием – **1- баллов**;
* за правильный ответ без записи координат противоположной точки (на основе чертежа небесной сферы или по аналогии с географическими координатами) – **8 баллов**;
* за правильный ответ с интуитивным обоснованием типа «нашёл на карте противоположную  точку» –  **5  баллов**;
* за  правильный  ответ  без  обоснования –2 **балл**.

Максимум за задание – **10 баллов.**

**Задание 3**

Движение  спутника  происходит  под действием  одной  силы –  силы  тяжести (орбита спутника является достаточно высокой, атмосфера на такой высоте отсутствует). Поэтому вектор ускорения во  всех  точках  траектории  должен  быть  направлен  к  центру  Земли. Модуль ускорения обратно пропорционален квадрату расстояния до центра Земли. Т. к. расстояния  в точках 1, 2  и 3  относятся  как 1: 1,5 : 2,  то  длины  векторов ускорений на чертеже должны относиться как 4 : 16/9 : 1.

**Критерии  оценивания:**

* за  рассмотрение  действующих  на  спутник  сил – **3 балла**;
* за правильное направление  векторов  в  точках 1 и 3, приблизительное отображение  соотношения  длин  векторов –  **2 балла**;
* за  правильное  направление вектора в точке **2 – 2 балла**;
* за точное отображение соотношения длин векторов с использованием закона всемирного тяготения – **3 балла**.

Максимум за задание – **10 баллов**.

**Задание 4**

Ускорение свободного падения на поверхности планеты  зависит от её массы  и  радиуса: g = GM/R2.  Так  как  ускорения  одинаковы, M1/R12 = M2/R22.

Массу  планеты  можно  выразить  через  радиус  и  среднюю  плотность: М = 4πR3ρ/3.  После  подстановки  массы  в  предыдущее  равенство  получаем ρ1R1 = ρ2R2.  Следовательно,  плотность  Меркурия  больше  плотности  Марса в 1,4 раза.

**Критерии оценивания:**

* за правильный ответ, рациональное решение – **10 баллов**;
* за правильный ответ, нерациональное решение – **6 баллов**;
* за запись формул для ускорения свободного падения и массы (с использованием объёма шара) – по **3 балла**.

Максимум за задание – **10 баллов**.

**Задание 5**

Полярные  сияния –  результат  взаимодействия  солнечного  ветра с магнитным  полем  Земли.  Магнитные  полюса  Земли  не  совпадают с географическими. Арктический магнитный  полюс  располагается  в  Западном полушарии. Москва  расположена  значительно  дальше  от  магнитного  полюса, чем южные области Канады.

**Критерии оценивания:**

* за правильный ответ с полным обоснованием – **10 баллов**;
* за указание  на  связь  полярных  сияний  с магнитным  полем  Земли  и  солнечным ветром –  **5 баллов**;
* за указание  на  несовпадение  магнитных  полюсов с географическими – **2 баллов**.

Максимум за задание – **10 баллов**;

**Задание 6**

Площадь  полосы  полной фазы – 10 000  км × 200  км = 2 · 106 кв.  км. Площадь земной поверхности 4 × 3,14 × (6400 км)2 = 514 · 106 кв. км. Разделив второе  на  первое,  получим 257.  Если  считать,  что  затмения  во  всех  точках Земли  равновероятны,  то  через  конкретный  пункт  полоса  полной  фазы проходит  в среднем  **один  раз  за 257  лет**.  С  учётом  оценочного  характера задачи корректный ответ – раз в 200–300 лет.

**Критерии оценивания:**

* за полное решение с корректным ответом – **10 баллов**;
* за превышение точности,  вычислительную  ошибку  и  отсутствие  указания  на одинаковую  вероятность  затмений  снимается  по  **2  балла**;
* расчёт площади полосы полной фазы и площади земной поверхности оценивается в **3 балла**.

Максимум за задание – **10 баллов**;

Всего за работу – **60 баллов**.