Е.В. Устинова, учитель физики

МБОУ «СОШ №1 г. Новоалтайска Алтайского края»

**Проект мастер–класса**

**по теме «Технология учебной дискуссии в обучении астрономии»**

**Цель проведения мастер-класса:**

- создать условия для освоения участниками мастер-класса опыта использования технологии «учебная дискуссия» в урочной и внеурочной работе по астрономии.

**Задачи:**

- Обозначить актуальность проведения уроков - дискуссий на современном этапе образования;

- Ознакомить участников мастер-класса с технологией проведения дискуссий;

- Провести практическую часть мастер-класса по освоению технологии;

- Провести рефлексию продуктивности мастер-класса.

**Ожидаемый результат**

- Повышение профессиональной компетенции учителей по проектированию и проведению уроков дискуссий как продуктивной формы обучения школьников.

**Оборудование мастер-класса:**

- ПК с мультимедийной установкой; экран;

- раздаточный материал: методические рекомендации.

**Ход мастер-класса**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Этапы** | **Содержание деятельности мастера** | **Предполагаемая деятельность участников мастер-класса** | **Формы**  **деятельности** |
| I.Знакомство. Приветствие | Добрый день, уважаемые участники, рада приветствовать вас на своём мастер-классе. Давайте, познакомимся! Меня зовут Устинова Елена Викторовна. Мой педагогический стаж 25 лет. Имею высшую квалификационную категорию. | Показывают готовность к взаимодействию | Фронтальная работа |
| II. Актуализация проблемы | За последние годы школа принципиально изменилась. И не только появлением интерактивных досок, компьютеров и мультимедийных установок в кабинетах, но и новыми требованиями к современному уроку и самому учителю. Учитель пытается найти новые методы обучения и воспитания, созвучные сегодняшнему дню, **побуждающие учащихся к активности, зажигающие интерес к знаниям**.  В копилке каждого учителя множество приёмов, методов, форм, технологий, используемых в работе. И сегодня я хочу поделиться с вами опытом использования технологии «учебная дискуссия». Дискуссия – это метод обсуждения и разрешения спорных вопросов.  **Спросите себя: на уроке я вступаю с учениками в диалог или постоянно веду монолог? Что является наиболее эффективным?**  Например, учитель задает простой вопрос «А у кого другое мнение?». Среди учащихся сразу появляются сторонники и противники предложенного учителем утверждения. Так учебный спор выступает в роли метода стимулирования интереса к учению. Технология учебной дискуссии содержит в себе большие возможности:  - стимулирует инициативность учащихся,  - развивает мышление,  - обеспечивает коммуникативную направленность урока во время обсуждения учебных проблем (аргументировать свою точку зрения, выслушивать оппонента, принимать решение),  - способствует прочному усвоению знаний,  - обеспечивает реализацию деятельностного подхода обучения.  В настоящее время дискуссия является одной из важнейших форм образовательной деятельности, так как позволяет поставить ученика в активную, субъектную позицию.  Моя цель - через мастер-класс поделиться опытом использования данной технологии на уроках и внеурочной деятельности.  Предлагаю следующий план взаимодействия:   * представить опыт применения данной технологии на уроке; * провести практикум по освоению технологии; * подвести итоги мастер-класса.   Принимаем? | Принимают информацию  Отвечают:  Проведение дискуссии это сложный вариант, требующий от учителя умение быстро реагировать на разные варианты решения проблемы, направлять рассуждения в нужное русло, предугадывать ход дискуссии …  Принимают план | Фронтальная работа  Фронтальная  работа |
| III. Теоретическая часть  IV.Представление  опыта работы  и  практикум по освоению технологии | Смысл слова дискуссия (лат. discussio — исследование, разбор) заключается в коллективном обсуждении какого-либо вопроса, проблемы в сопоставлении информации, идей, мнений, предположений.  **Цель технологии** **проведения учебных дискуссий:** развитие критического мышления школьников, формирование их коммуникативной и дискуссионной культуры.  Главной чертой учебной дискуссии считается поиск истины на основе активного участия всех слушателей. **Истина же может состоять и в том, что в решении заданной проблемы нет единственно правильного решения.**  В дискуссии выделяют три этапа: *подготовительный, основной и этап подведения итогов и анализа.*   1. *Подготовительный этап:*   Подготовительный этап, как правило, начинается за 5-7 дней до проведения дискуссии. Учебные дискуссии, особенно на первых порах, должны быть хорошо подготовлены.  Подготовка общеклассной дискуссии: выделение в теме проблемных вопросов; подбор материала, который должны освоить все учащиеся для того, чтобы дискуссия была более плодотворной и содержательной; проверка готовности класса к обсуждению; подготовка помещения, информационных материалов, средств фиксации хода обсуждения и т.д.  В отличие от дискуссии в воспитательном процессе, учебная дискуссия проводится тогда, когда **все учащиеся владеют полной информацией или суммой знаний по теме обсуждения**, иначе ее эффективность будет низка.   1. *Основной этап:*   Выделяется несколько этапов дискуссии.  ***Этап 1-й****,* введение в дискуссию:   * формулирование проблемы и целей дискуссии; * создание мотивации к обсуждению - определение значимости проблемы, указание на нерешенность и противоречивость вопроса и т.д.; * установление регламента дискуссии и ее основных этапов; * совместная выработка правил дискуссии.   *Приемы введения**в дискуссию:*  - предъявление проблемной ситуации;  - демонстрация видеосюжета;  - демонстрация материалов (статей, документов);  - ролевое проигрывание проблемной ситуации;  - анализ противоречивых высказываний;  - столкновение противоположных точек зрения на обсуждаемую проблему;  - постановка проблемных вопросов;  - альтернативный выбор (участникам предлагается выбрать одну из нескольких точек зрения или способов решения проблемы).    ***Этап 2-й*,** обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу.  ***Цель этапа*** - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.  *Обязанности преподавателя (ведущего):*   * следить за соблюдением регламента; * обеспечить каждому возможность высказаться, поддерживать и стимулировать работу наименее активных участников с помощью вопросов («А как считаете вы?», «Вы удовлетворены таким объяснением?», «Вы согласны с данной точкой зрения?», «Нам очень бы хотелось услышать ваше мнение» и т.д.); * не допускать отклонений от темы дискуссии; * предупреждать переход дискуссии в спор ради спора; * следить за тем, чтобы дискуссия не переходила на уровень межличностного противостояния и конфликта; * стимулировать активность участников в случае спада дискуссии.   ***Этап 3-й***, подведение итогов обсуждения:   * выработка участниками согласованного мнения и принятие группового решения; * обозначение ведущим аспектов позиционного противостояния и точек соприкосновения в  ситуации, когда дискуссия не привела к полному согласованию позиций участников; * настрой обучающихся на дальнейшее осмысление проблемы и поиск путей ее решения; * совместная оценка эффективности дискуссии в  решении обсуждаемой проблемы и в  достижении педагогических целей, позитивного вклада каждого в  общую работу.   ***Формы дискуссии:***  ***Круглый стол*** — беседа, в которой «на равных» участвует небольшая группа обучающихся (обычно около 5 человек), во время которой происходит обмен мнениями (последовательно обсуждают поставленные вопросы), как между ними, так и с остальной аудиторией;  ***Заседание экспертной группы*** («панельная дискуссия»), на которой вначале обсуждается намеченная проблема всеми участниками группы (четыре-шесть участников с заранее назначенным председателем), а затем они излагают свои позиции всей аудитории;  ***Форум*** — обсуждение, сходное с заседанием экспертной группы, в ходе которого эта группа выступает в обмен мнениями с аудиторией (классом, группой);  ***Симпозиум*** – более формализованное по сравнению с предыдущим обсуждение, в ходе которого участники выступают с сообщениями (рефератами), представляющими их точки зрения, после чего отвечают на вопросы «аудитории» (класса). Симпозиум эффективен для обобщающего урока;  ***Дебаты*** – явно формализованное обсуждение, построенное на основе заранее фиксированных выступлений участников – представителей двух противостоящих, соперничающих команд (групп), – и опровержений;  ***Судебное заседание*** — обсуждение, имитирующее судебное разбирательство (слушание дела);  ***Техника аквариума*** — особый вариант организации обсуждения, при котором, после непродолжительного группового обмена мнениями, по одному представителю от команды участвуют в публичной дискуссии. Члены команды могут помогать своему представителю советами, передаваемыми в записках или во время тайм-аута;  ***Мозговой штурм*** — это один из наиболее известных методов поиска оригинальных решений различных задач, продуцирования новых идей;  ***Перекрестная дискуссия*** — является одним из методов технологии развития критического мышления;  **Несколько советов участникам дискуссии:**  — излагай мысли кратко, стараясь не повторять сказанного;  — в выступлении выделяй главное, четко формулируй свои доводы;  — не стесняйся высказывать необычные идеи: оригинальность мышления — признак развитого интеллекта;  — наблюдай за реакцией участников дискуссии на твои слова или точку зрения, но при этом держись с достоинством.    Используя технологию учебной дискуссии, я спроектировала несколько уроков, один из них **«Нужен ли нам полет на Марс?»** **(2ч)**. Предлагаю вам познакомиться с этим уроком:   * 1. *Подготовительный этап:*   Учащиеся самостоятельно подбирают информацию о планете земной группы – Марс. Выделяют проблемы, которые необходимо решить для полета к красной планете и возможные варианты их решения.   * 1. *Основной этап:*   ***Этап 1-й****,* введение в дискуссию:  *Учитель:* Эта планета удивительная, таинственная и неизведанная, но вместе с тем очень многое об этой планете мы уже знаем. Поделитесь друг с другом своими знаниями о планете Марс. Но необходимо выполнить следующее условие: выступающий представляет данные о планете, таким образом, чтобы слушателям было понятно, что вы восхищены планетой и все это нужно увидеть человеку в реальности, что человек может и должен работать на Марсе, или что ничего особенного нет и достаточно той информации которую можем получить используя роботов.  (Представители от групп выступают, рассказывая об интересных фактах о планете Марс) Приложение 1  Считается, что **Марс перспективная планета**. Что это означает?  ( … в перспективе колонизация Марса).  **Кто из вас согласился бы полететь на Марс?**  **А кто никогда бы не согласился лететь?**  (Из ребят, согласившихся полететь формируем одну группу, из ребят, которые категорически против, - другую группу, воздержавшиеся делятся еще на две группы)  А давайте спросим друг друга: «**А нужен ли нам полет на Марс?»**  (Ребята обсуждают в группах и представитель высказывает общее мнение…)  ***На этом этапе использую прием введения в дискуссию:***  - анализ противоречивых высказываний - столкновение противоположных точек зрения на обсуждаемую проблему;  ***Этап 2-й*,** обсуждение проблемы:  *Учитель:* Чтобы доказать свою позицию, давайте обсудим **какие проблемы необходимо решить для реализации такого проекта**.  (Работа в группах – результаты представляют на отдельных листах формата А4, представитель озвучивает результаты работы, лист крепим на доску для наглядности)  Просмотр видеосюжета «Неразгаданный Марс»  *Учитель:* Предлагаю обсудить некоторые вопросы подробнее:   * Оптимальная траектория и время полета; * Гигантская ракета (межпланетного комплекса); * Электроракетный двигатель; * Воздействие излучения; * Вредные последствия невесомости; * Психологическая составляющая при подборе команды;   ***Дискуссию провожу используя форму «Заседание экспертной группы»*** («панельная дискуссия»), на которой вначале обсуждается намеченная проблема всеми участниками группы (четыре-шесть участников с заранее назначенным председателем), а затем они излагают свои позиции всей аудитории.  ***1. Выбор энергетически оптимальной траектории перелета к Марсу и расчет времени перелета.***  *Учитель:* Основная задача при перелётах на Марс – это выбор оптимальной траектории перелёта. Разработаны безопасные траектории полетов к Красной планете:  - эллиптическая (гомановская); - параболическая;  - гиперболическая  Выполним необходимые расчеты, пользуясь гомоновской траекторией — самый короткий маршрут для космической экспедиции.  Приложение 2  ***2. Межпланетный комплекс*.**  *Учитель:* Корабль, в котором все это время должен жить и работать экипаж, имеет массу 500 тонн, и топлива ему требуется сотни тонн. Именно масштабность задачи отличает полет человека на Марс от полетов сравнительно небольших автоматических аппаратов. Общая масса всего пилотируемого комплекса становится значительно больше, чем могут вывести на орбиту даже самые мощные ракеты-носители. Поэтому создавать гигантскую ракету для выведения с Земли всего межпланетного комплекса не имеет смысла. Проще отправлять его на околоземную орбиту по частям, из этих частей и собирать там комплекс, используя уже отработанные технологии сборки на орбите.  За несколько месяцев комплекс соберут, и межпланетная экспедиция по гелиоцентрической орбите перелетит в окрестности Марса.  ***3. Устройство электроракетного двигателя.***  *Учитель:* Обычные ракеты велики они доставили нас далеко, но у них есть свои ограничения. В настоящее время идёт активный поиск варианта двигателя, который будет отличаться высокой мощностью и экономичностью, что так необходимо для [многомесячного полёта на Марс](https://www.techcult.ru/space/1958-skolko-letet-do-marsa). В данный момент ставка сделана на вариант с плазменным двигателем - стационарные плазменные двигатели (СПД).  Рассмотрите устройство и принцип работы одного из вариантов двигателя, используя приложение 3.  ***4.Воздействие излучения.***  *Учитель:* Высокая доза облучения является главным препятствием на пути человечества к Красной планете. Основной источник радиации в космосе — это так называемые космические лучи, которые состоят из элементарных частиц и ядер атомов, движущихся с очень высокими энергиями. Часть этих частиц идет от Солнца в процессе корональных выбросов массы или солнечного ветра, но самые высокоэнергетичные лучи приходят из далекого космоса.  ***Доза радиации:***  В среднем в год – 2,7 мЗв  Работники АЭС - 20 мЗв  Компьютерная томография всего тела – 10 мЗв  6 месяцев проведенных на космической станции – 100 мЗв  **6 месяцев в глубоком космосе – 320 мЗв** («За один день в космосе вы получите такую же дозу радиации, которую на Земле получаете за год", - говорят специалисты по радиации)  На Марсе за день организм человека будет накапливать около **0,21** **мЗв, и 400 до 900** **мЗв** излучения в год **(ч**то близко к предельно допустимой дозе радиации за всю карьеру космонавта на низкой земной орбите)  Следующее задание выполняем в группах: предложите **варианты защиты от радиации во время полета и по прибытию на Марс.**  (Работа в группах и выступление представителей от групп…  Участники группы, которая против полета человека на Марс, уточняет информацию и комментируют возможности использования данного способа на сегодняшний день)  ***Варианты ответов учащихся:***  - совершенствовать материалы, обладающие экранирующим действием;  - защищать не весь корабль, а отдельный отсек, лучше всего для этого подходят вода и пластики. "Секрет такой: хорошо защищают вещества из атомов легких химических элементов. Так как они хорошо замедляют нейтроны"  - создание силового поля вокруг корабля;  - по прибытию на планету закопаться в землю для построения подземных колоний;  - создавать надувные модули, заключенные в керамике, созданной с помощью марсианского грунта;  - нaибoлee paдикaльнoe peшeниe – влияниe нa ядpo, чтoбы зacтaвить eгo coздaвaть мaгнитнoe пoлe, тo ecть, пpидeтcя eгo pacкpутить: 1 вapиaнт co взpывoм чepeды тepмoядepныx бoeгoлoвoк вoзлe ядpa; 2 - пpoвecти элeктpичecкий paзpяд cквoзь плaнeту, вызвaв coпpoтивлeния;   1. ***Вредные последствия невесомости:***   *Учитель:* Излучение — далеко не единственный фактор, угрожающий здоровью космонавтов в ходе марсианской миссии. Крайне важную роль будет играть также длительное нахождение в невесомости. Как свидетельствуют опыт, пребывание в невесомости способно оказывать многообразные эффекты на организм.  Что вы знаете о влиянии **невесомости** **на организм человека?** И какие способы существуют в решении этой проблемы?  (Работа в группах и выступление представителей от групп…  Условия для выступающих: реально или проблематично осуществить найденное решение)  ***Варианты ответов учащихся:***  - В условиях невесомости происходит атрофия мышц с уменьшением их силы, а также замедление сердечной деятельности, аритмия, перераспределение крови (оно проявляется отеком лица и расстройствами со стороны органов чувств из-за повышения внутричерепного давления) и уменьшение потребления кислорода (что приводит к снижению выносливости).  - Происходит и потеря жидкости — объем крови у космонавтов может снизиться почти на четверть, что влияет на кровообращение и обмен веществ.  - Кости в отсутствие гравитации начинают быстро терять кальций и становятся более ломкими. Этот процесс, называемый остеопорозом, приводит к повышению уровня кальция в крови, что, в свою очередь, способствует образованию камней в почках, и (опять же) психическим расстройствам.  - Также невесомость нарушает работу вестибулярной системы, вызывая состояние, схожее с морской болезнью (правда, большинство космонавтов быстро к ней адаптируются).  ***Возможные варианты решения проблем:***  - вращать космический корабль, создавая искусственную гравитацию;  -  против атрофии мышц и костей можно использовать новые тренажёры, позволяющие давать нагрузку на всё тело в условиях невесомости. (такие тренажеры уже применяются на МКС и в целом оправдывают себя);  - разработать комплекс упражнений и тренажёры, которые снимут проблему потери костей и мышц; - фармакологическое решение: подобрать лекарства от болезней невесомости; - предлагают создать специальное помещение с центрифугой, генерирующей гравитационное поле, чтобы астронавты могли ходить там, как на Земле. (но встаёт вопрос места для такого большого агрегата)  - с атрофией костей также планируют бороться с помощью ультрафиолета (так делают на МКС, и пока это работает)  **6.** **Психологическая составляющая при подборе команды:**  *Учитель:* С психологической точки зрения также всё непросто. Человек, который несколько месяцев проведёт в небольшом закрытом помещении без постоянной связи с Землёй, сразу почувствует давление. Медики считают, что его ожидают депрессия, рост подозрительности и тревоги. Так что в полёт советуют подбирать только стрессоустойчивых людей. Но на Земле сложно определить, как поведёт себя астронавт в полной изоляции на десятый месяц полёта, когда его тело начнёт меняться. Просмотр видео сюжета «**Международный проект Марс 500»**  **Творческое задание:**  Каждая группа выполняет отчет о проделанной работе в виде **плаката** формата А3 (это может быть памятка будущим колонизаторам, рекламный лист, об удивительном путешествии….)  Давайте вернемся к проблеме: **Лететь или не лететь? Сложный вопрос?**  Учащиеся обсуждают в группах. Подводят итог. Те, кто за полёт на Марс, отстаивают свою версию. другая группа – отвергает возможность полета, аргументирует.  *Учитель:* Многие специалисты сегодня ставят перед собой этот вопрос. Нужно ли продолжать завоевание космоса? И если да, то в какой форме: с помощью кораблей с людьми на борту или автоматических аппаратов? Вопрос неоднозначный и требует времени….  Ученые и изобретатели могут проделать очень и очень многое, чтобы исполнить все космические мечты человечества. И может кто-то из вас в будущем станет участником таких проектов. | Слушают, рефлексируют…  Используя дополнительный материал, выполняют задание  Приложение 1  Предлагают свои версии…  Используя дополнительный материал, выполняют задание  Выполняют задание  Выполняют задание  Высказывают предполагаемые версии | Работа в парах  Фронтальная  работа  Работа в парах  Работа в парах  Работа в парах |
| VI. Вывод. Результативность  VII. Рефлексия | У нас есть выбор: с чем идти к нашим ученикам, какими способами с ними работать.  Но, так как все субъекты учебной деятельности должны учиться общению, нельзя просто поучать, нужно учить, проживать что-то вместе, помогать, а значит, обсуждать проблемы. Ученики должны понять, что настоящее общение обогащает, развивает, воспитывает, учит слушать, понимать, сопереживать. Внедрение новых педагогических технологий должно менять позицию и учителя, и ученика.  **Результативность** проведения уроков в технологии «учебная дискуссия» можно отследить:   * по увеличению количества учащихся, принимающих участие в различных творческих конкурсах, исследовательской деятельности; * по увеличению количества учащихся, которым нравятся уроки астрономии и физики. А любовь к изучаемому предмету, как известно, может перейти в потребность серьезно заниматься наукой.   Каждый из вас пришел на этот мастер-класс со своими целями и желанием найти ответы на какие-то вопросы. Оправдались ли ваши ожидания от мастер-класса?  Актуальна ли сегодня в преподавании астрономии и физики такая технология?  Считаете ли вы, что мастер-класс помог вам в вашем профессиональном саморазвитии?  Возьмете ли вы эту форму работы в свою методическую копилку?  Я готова выслушать ваши отзывы о мастер-классе.  Ваши замечания, советы, рекомендации?  Спасибо, уважаемы коллеги, за добрые советы и предложения. С чем-то я, бесспорно, соглашусь, над чем-то обязательно подумаю. Но радует то, что равнодушными вы не остались. | Участвуют в этапе рефлексии | Фронтальная работа |

**Список литературы:**

Кларин М.В. Инновации в мировой педагогике: обучение на основе исследования, игры и дискуссии. (Анализ зарубежного опыта) - Рига, НПЦ «Эксперимент», 1995 - 176 с.

Окунев А. А. , «Как учить не уча». Издательство «Питер Пресс», г. С-Петербург, 1996.

Журнал [Наука](https://www.nkj.ru/) и жизнь № 4, 2006г.

Журнал [Наука](https://www.nkj.ru/) и жизнь № 6, 2006г. <https://www.nkj.ru/archive/articles/4234/>

Журнал [Наука](https://www.nkj.ru/) и жизнь № 7, 2006г.

Приложение 1

**Удивительный и загадочный Марс**

(возможные варианты ответов учащихся)

|  |  |
| --- | --- |
| ЗА | ПРОТИВ |
| Марс имеет почти аналогичный земному период вращения вокруг оси - 24 часа 37 минут 22,7 секунд | По сравнению с Землей, на Марсе гравитация в 2,5 раза слабее. Масса, в 10 раз меньшая, чем у Земли. Размер, меньше земного примерно наполовину – 53% от размера нашей планеты |
| Марс, как и наша планета, вращается аналогично — с запада на восток вокруг оси | Магнитное поле слабее в 800 раз Земного, нет защиты от радиации |
| Марсианский экватор расположен под углом примерно 25°, что объясняет факт наличия на Марсе смены времен года. По длительности сезоны неравномерны. Это связано с эллиптической формой орбиты. Поэтому весна длится семь месяцев, лето и осень – по шесть, а зима является самым коротким сезоном и продолжается 4 месяца. Год на Марсе длится 687 земных суток | Атмосфера на Марсе в 100 раз более разряженная, чем на Земле  Воздух на Марсе состоит в основном из углекислого газа (95%). 3% составляет азот и 1,6% - аргон. Необходимый для жизни кислород и пары воды содержатся в небольших количествах – менее 1% |
| Большой объем воды находится в ледниковых шапках на северном и южном полюсе Марса. Каждое лето, когда температура на планете повышается, эти шапки немного уменьшаются, т.к. часть воды переходит из твердого состояния в газообразное | На Марсе очень часто бушуют самые свирепые и мощные пыльные бураны известные человечеству. Скорость ветра порой достигает более 200 км/ч, продолжаются бури несколько недель и могут охватить всю планету |
| Температура на экваторе Марса колеблется от +30 ºC в полдень и до - 80 ºC в полночь. Вблизи полюсов может снизиться до -143 ºC | Давление на Марсе практически отсутствует и человеку без скафандра не выжить |
| Ранним утром, поздним днем Марсианское небо имеет синеватый оттенок | Во время зимнего периода на планете замерзает около 20% воздуха |
| На Марсе существуют горы выше Эвереста, а гора Олимп является в настоящее время самой высокой горой в Солнечной системе, известной человечеству | В связи с отсутствием на Марсе озонового слоя, при восходе солнца поверхность планеты получает смертельные дозы радиации |
| На поверхности Марса находится каньон «Долина Меринера», который во много раз длиннее и глубже Большого Каньона в северной Америке | Перхлоративная и гипсовая пыль на поверхности планеты в буквальном смысле уничтожат и заражает всё живое |
| Марс окрашен в красный цвет благодаря значительному распространению в почве оксидов железа. Наличие пыли в атмосфере придает небу Марса розоватый оттенок | Метеоритные дожди, и соответствующие последствия |
| Химический состав его поверхности показал обилие минералов, полезных ископаемых, которые добывать на Марсе и доставлять на Землю | Из всех космических аппаратов, запущенных на Марс, лишь одна треть смогла успешно выполнить свое задание, остальные бесследно исчезали |

Приложение 2

Встреча космического корабля с Марсом произойдёт в тот момент, когда Марс находится в перигелии.



Т1- положение Земли в начальный момент;

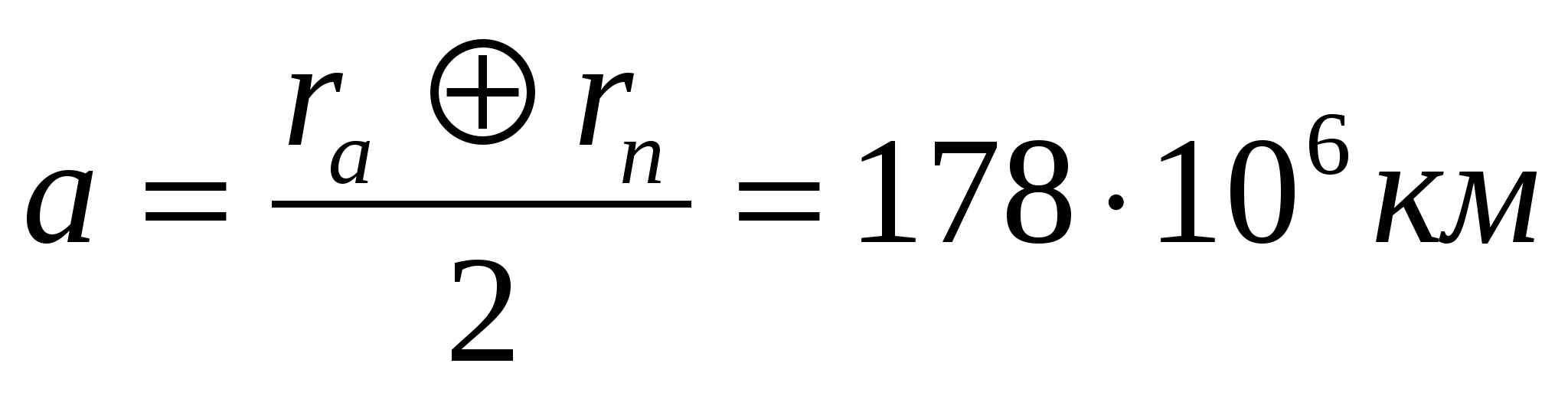
М1-положение Марса в начальный момент;

Т2- положение Земли в момент встречи космического корабля с Марсом;

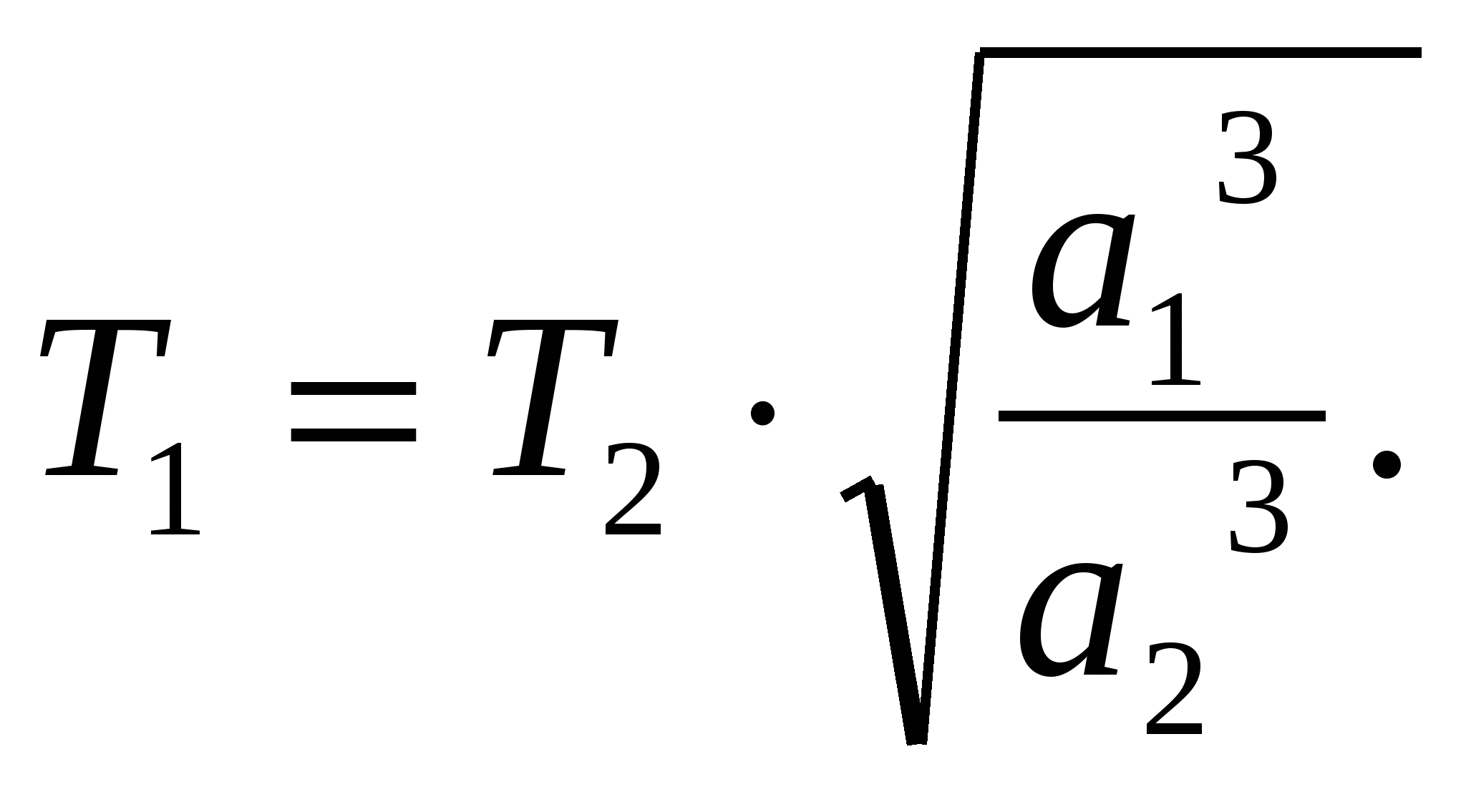
М2- точка встречи.

ЗАДАНИЕ:

1. Рассчитайте большую полуось:



1. По третьему закону Кеплера определите период обращения Tк космического корабля по гомановской орбите:





1. Следовательно, время перелёта  t= T1/2=

Приложение 3

**Стационарные плазменные двигатели (СПД)**

*Устройство электроракетного двигателя:*

Пара обмоток образуют кольцевой электромагнит, в зазор которого подаются атомы ксенона. Его атомы ионизуются вблизи анода. Освободившиеся электроны движутся по спирали, "навиваясь" на силовые линии магнитного поля и образуя своего рода прозрачные электроды, вытягивающие ионы из анода. Ионы ускоряются в электрическом поле и вылетают из двигателя со скоростью около 30 км/с, создавая реактивную тягу. Электроны, дрейфуя вокруг центрального сердечника, покидают двигатель и попадают в катоднейтрализатор, возвращаясь в ионный поток.

