

Роль математики в освоении космоса

О пространстве

Центр «Космонавтика и авиация» — это масштабная экспозиция, которая посвящена истории достижений отечественной космической отрасли. Все выставочное пространство состоит из трех зон:

1. Зона «КБ-1. Космический бульвар» (весь первый этаж)

Здесь собраны самые масштабные экспонаты Центра «Космонавтика и авиация». С натурными экспонатами и полноразмерными макетами космических аппаратов демонстрируются реализованные проекты XX века и достижения отечественной космонавтики.

2. Зона «КБ-2. Конструкторское бюро» (второй этаж, справа и слева от КБ-1)

В этой части вы узнаете об исследованиях медицины, биологии и астрономии в космосе, о космической промышленности и инфраструктуре, а также ознакомитесь с исследованиями Солнечной системы. Помимо этого, в разделе «Люди в космосе» вам расскажут о подвигах отечественных космонавтов.

3. Зона «КБ-3. Космодром будущего» (зона в подкупольном пространстве)

В этой зоне вы сможете узнать много нового о современном космосе и развитии технологий, межгалактических прогнозах футурологов и фантастов. Здесь можно также опробовать игровые симуляторы и посетить 5D-кинотеатр «Космическая сфера».

Обозначения, которые вам помогут при выполнении заданий:

Модуль — это длинный серый стол с выдвижными ящиками. Каждый модуль имеет определенную тематику. Название темы написано на модуле.

Бабл — это серый купол на втором этаже. Каждый посвящен определенной тематике.

Ход урока

Перед началом урока рекомендуем разделить учеников на три группы.

Группа 1 выполняет задания в следующей последовательности: **1-2-3-4-5-6-7-8-9**.

Группа 2 выполняет задания в следующей последовательности: **4-5-6-7-8-9-1-2-3**.

Группа 3 выполняет задания в следующей последовательности: **8-9-1-2-3-4-5-6-7**.

Для выполнения финального задания необходимо снова собраться вместе. Мы рекомендуем делать это в пространстве лектория в центре экспозиции или в пространстве КБ-3.

Ниже в рабочем листе для учителя даны задания и варианты решения, а также некоторые фотографии объектов.

Задание 1

Задание можно выполнять в любом месте экспозиции.

Слово «космос» произошло от греческого глагола «космео» — «приводить к порядку». Впервые слово «космос» в значении «мир, вселенная, мироздание» было употреблено в древние времена Пифагором. Слово изначально использовалось как противоположное хаосу. Мир или вселенная — это был космос, живой, подвижный, думающий и упорядоченный. В хаосе порядка не наблюдалось. Кстати, «приводить в порядок» достаточно близко по значению к «создавать красоту». Поэтому у слова «космос» есть очень женское однокоренное слово. Запишите его.

Н	О	С	М	Е	Т	И	Н	А
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Задание 2

Модуль «Основоположники космонавтики» (первый модуль слева в КБ-1)

Кстати, слова «космонавтика», «космодром», «космонавт» впервые использовал в своей книге Ари Штернфельд — крупный теоретик и популяризатор науки.

Используя ящики модуля «Основоположники космонавтики», узнайте название книги и запишите его.

Запишите ответ: «Введение в космонавтику».



Задание 3

Модуль «Первый выход в открытый космос»

В одном из выдвижных ящиков в правой части модуля отыщите аварийный запас экипажа. Рассмотрите сигнальное зеркало. Зарисуйте схему лучей, обозначьте одинаковые углы. Подпишите тупые и острые углы в формате:

$\angle \alpha$ — острый

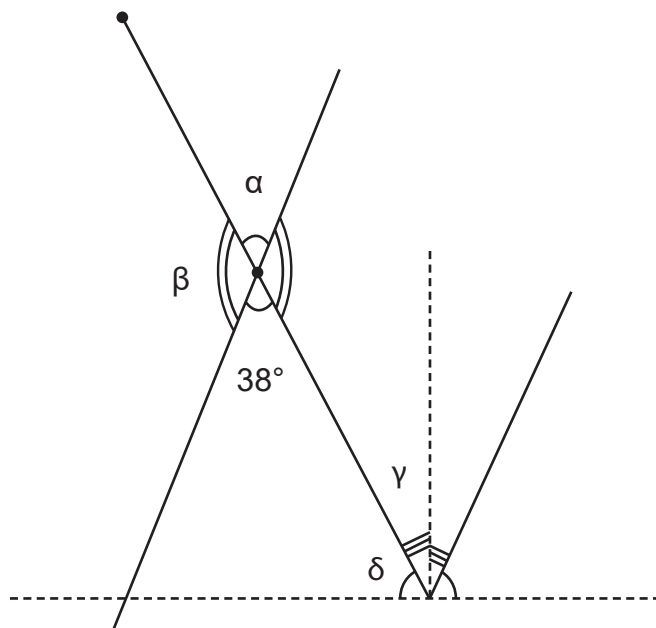
$\angle \beta$ — тупой и т.п.

Если угол, образованный лучом Солнца и воображаемой линией взгляда, равен 38° , то чему равен смежный с ним угол?

Запишите ответ: _____



Решение:



$\angle \alpha$ — острый

$\angle \beta$ — тупой

$\angle \gamma$ — острый

$\angle \delta$ — острый

если $\angle \alpha = 38^\circ$

то $\angle \beta = 180^\circ - 38^\circ = 142^\circ$

Если ученики обозначат только углы, образованные лучом солнца и воображаемой линией взгляда, мы рекомендуем засчитывать за верный ответ.

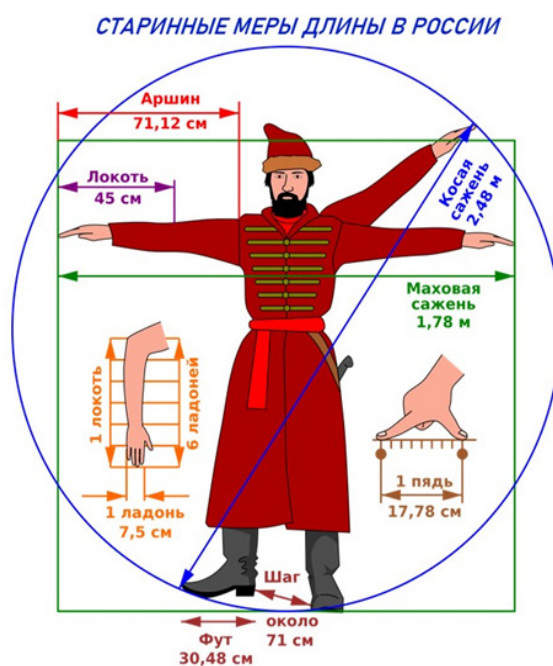
Задание 4

Пройдите в самый конец КБ-1. Поднимитесь на правую сторону эллинга.



До конца XVIII века в разных странах и городах пользовались разными мерами длины. Среди них были аршин, пядь, локоть, дюйм, фут, ярд, миля и др.

Рассмотрите меры длины на Руси.



а) Измерьте длину КБ-2/эллинга в сажнях.

Запишите результат:

В конце работы сравните результат с результатами других групп.

В данном задании рекомендуем обозначить ученикам конкретный отрезок, например от стеклянной двери в начале эллинга до стеклянной двери в конце эллинга, или измерить сторону квадратной плитки и умножить на количество одинаковых плиток в ряду.

б) Измерьте рост друг друга в локтях.

Запишите полученные результаты в таблицу.

Имя одноклассника	Рост в локтях	Рост в см

в) Зная свой рост и рост ваших одноклассников, укажите примерное значение локтя в сантиметрах.

г) Становится ясным, что необходимы единые единицы измерения длины, массы и времени для всех городов и стран. Подумайте над единым эталоном метра. Что это может быть?

Запишите ваши идеи:

Рекомендуем обсудить все варианты ответов (особенно неверные) и проговорить, как ученики пришли к таким идеям, почему им показалось, что именно приведенные мысли верны.

Задание 5

Задание можно выполнять в любом месте.

Прочитайте статью.

«Смерть аристократам!», «Да здравствует нация!» и «Предателей на фонарные столбы!» — такие лозунги раздавались по всей Франции, когда в 1792 году двум астрономам Жан-Батисту Деламбру и Пьеру Франсуа Мешену Национальным собранием было поручено «измерить Землю». Выражаясь научным языком, они должны были произвести полевые работы по измерению Парижского меридиана, т.е. конкретного меридиана, который между испанской Барселоной на юге и французским Дюнкирхеном на севере точно проходит через Париж. Рассчитывая справиться с этим геркулесовым заданием за несколько месяцев, в худшем случае за год, астрономы не приняли во внимание всей смуты и эксцессов революции, жертвами которой они сами чуть не пали из-за подозрения в шпионаже, и потому на решение этой задачи в конечном итоге у них ушло шесть лет.

Идея была в следующем: определить расстояние от экватора до Северного полюса, т.е. рассчитать четверть земного меридиана, измерив только удаленность Барселоны от Дюнкирхена. Для этого Деламбр и Мешен должны были сначала установить географические широты Барселоны и Дюнкирхена, что не составляло для них особого труда. А затем, зная, что разница широт между этими населенными пунктами составляет угол в $9^{\circ}40'$, а четверть меридиана, соответственно, 90° , путем элементарной пропорции рассчитать расстояние от экватора до Северного полюса. И вот одну десятиmillionную часть ($\frac{1}{10000000} = \frac{1}{10^7}$) этого меридианного квадранта по поверхности земного эллипсоида на долготе Парижа решено было принять за эталон длины для всех времен и народов, то есть за один метр. Быстро сказка сказывается, да долго дело делается. Ведь прежде, чем приступить к этим нехитрым подсчетам, необходимо было измерить непрерывную цепь воображаемых треугольников на пути Барселона — Дюнкирхен, длины сторон которых вычислялись из измеренных углов.

Причем каждое из 1800 рутинных измерений углов должно было повторяться максимально возможное число раз для уменьшения статистической ошибки.

Трудоемкость этого предприятия была колоссальной, а опасности подстерегали на каждом шагу, и, откровенно говоря, непонятно, почему бы не найти более простое решение для нахождения стандартной меры длины. Почему бы не взять расстояние между двумя гильотинами на площади Согласия, поделить его на 10 и таким образом установить меру длины? Или взять какой-либо предмет, законсервировать и его размеры принять за эталон? Но слишком рациональны были времена: эталон не должен был нести на себе позорное пятно произвола — его и так было слишком много. Эталон должен обладать универсальным свойством, обобщенной значимостью и не иметь ничего общего с нездоровыми анатомическими особенностями каких-либо королей и правителей. Нужно было одним разом распрощаться со всеми этими аршинами и футами, саженьями и дюймами, рутами и ярдами.

И вот 19 брюмера VIII года (по грегорианскому календарю 10 декабря 1799 года) титанический труд двух ученых привел к предварительному официальному результату — из платины был отлит первый прототип эталона метра. Родился метр, а вместе с ним и метрическая система, в которой метр является также единицей измерения площади и объема, а единица массы привязана к метру, т.к. определение килограмма основано на массе 1 дм³ воды. Все это делилось и множилось при помощи цифры 10: в одном метре 100 сантиметров, в одном сантиметре 10 миллиметров и т.д. Причем интересно отметить, что десятичная система счисления, предположительно, связана с количеством пальцев рук у человека.

Используя нужные данные, напишите выражение для расчета длины окружности Земли в метрах.

Чему равно значение этого выражения в километрах?

Ответы:

Один метр равен одной десятиmillionной части квадранта меридиана, то есть одной четвертой от длины экватора. Таким образом, длина экватора равна примерно $4 \cdot 10^7 \text{ м} = 4 \cdot 10^4 \text{ км} = 40\,000 \text{ км}$.

Можно сравнить с реальным значением длины экватора — 40 075 км.

(Квадрант — прибор для определения угла по вертикали от горизонта до направления на небесное светило.)

Задание 6

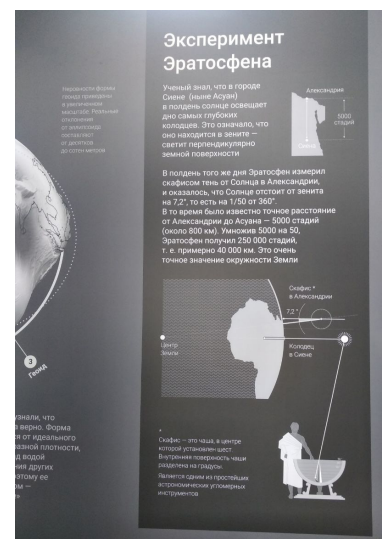
КБ-2. Инфографика «Земля»

А были ли попытки до французов измерить земной шар?

Рассмотрите эксперимент, который провел греческий математик Эратосфен.

Используя необходимые данные, вычислите, чему равна в километрах длина дуги одного градуса меридиана.

Запишите ответ:



Решение:

Составим пропорцию:

$$360^\circ - 40000 \text{ км}$$

$$1^\circ - X \text{ км}$$

$$x = 40\,000:360$$

$$x \approx 111,11$$

Ответ: длина дуги одного градуса меридиана приблизительно равна 111,11 км.

Задание 7

КБ-2. Инфографика «Земля»

Рассмотрите задачу из книги ученого Ари Штернфельда, о которой шла речь в задании №2.

Пилот обитаемого искусственного спутника заметил (пока это только фантазия), что альтиметр показывает то одну, то другую высоту полета по отношению к уровню океанов: то высота увеличивается на 22 км, то она на столько же уменьшается. Значит ли это, что спутник движется по волнообразной кривой, что он временами взбирается ввысь, временами же спускается ниже?

Нет, это не так. Так чем же вызвано это странное явление?

Запишите ответ: _____

В конце урока сравните свои ответы с ответом самого ученого.

Для этого обратитесь к учителю и посмотрите на исходную статью Ари Штернфельда.

Текст для учителя:

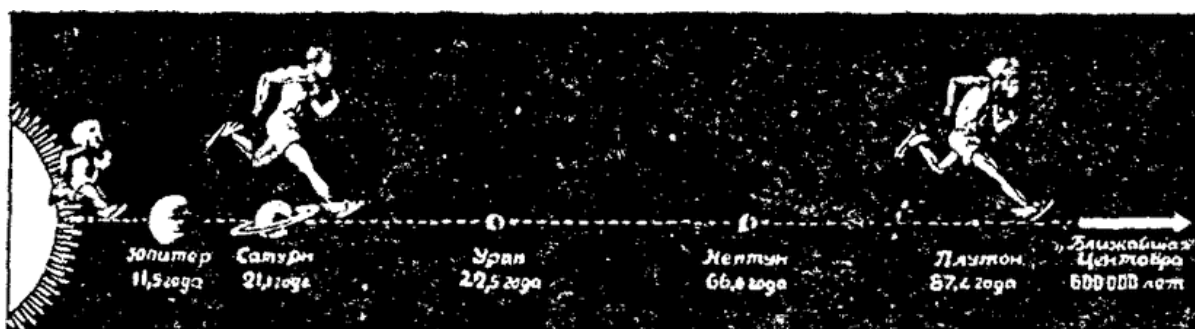
И вот как отвечает Штернфельд.

Дело в том, что Земля не представляет собой идеального шара, а сплющена вдоль оси вращения. В приведенном же примере искусственный спутник движется по круговой орбите, а ее волнообразность лишь кажущаяся. Это явление объясняется тем, что плоскость орбиты спутника пролегла вдоль оси Земли, а ось на 44 с лишним километра короче экваториального диаметра Земли. Таким образом, когда спутник пролетал над полюсами, высота его полета получалась на 22 км больше, чем над экватором.

Задание 8

Задание можно выполнять в любом месте экспозиции.

В космонавтике из-за огромных расстояний мы часто говорим о пути с точки зрения времени, которое мы на него потратим. Прочитайте задачу, придуманную Ари Штернфельдом для его книги «Парадоксы космонавтики».



Вокруг Солнца обращаются девять больших планет: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон. Они движутся по орбитам, представляющим собой эллипсы, очень незаметно отличающиеся от окружности (отношение малой оси эллипса к большой для всех орбит больше 0,96). Солнце более или менее смещено относительно центров этих эллипсов: оно находится в одном из их фокусов. Расстояние от Земли до Солнца равно приблизительно 150 млн км.

Для того чтобы наглядно представить расстояние от Солнца до других планет, допустим, что новорожденный отправляется в путь по прямой от Солнца к ближайшей планете со скоростью движения первого спутника Марса — Фобоса (2,138 км/с, т.е. 7700 км/ч). Допустим также, что ему повезло встретить на своем пути все планеты. Идя с указанной скоростью, на одиннадцатый месяц своей жизни он пройдет мимо Меркурия, через 19 месяцев — мимо Венеры, а спустя 26 месяцев и две недели достигнет Земли. На пятом месяце четвертого года своей жизни он минует планету Марс, а на двенадцатом году встретит Юпитер. Двадцать один год исполнится ему, когда он покинет Сатурн с его характерными кольцами. Еще через 21 год он дойдет до Урана. Не отдыхая ни одного мгновения, непрерывно идя вперед, седьм стариком 66 с половиной лет он прибывает к Нептуну. Пожелаем ему теперь долголетия, так как свою задачу — дойти до последней планеты нашей Солнечной системы — он сумеет выполнить только на 88-м году своей жизни. Только тогда, на пороге смерти, он достигнет Плутона, не помня ни Меркурия, ни Венеры, ни Земли, виденных им в своем раннем детстве.

Задание (для каждой группы свое расстояние): выразите расстояние между Меркурием и Венерой в километрах.

Запишите ответ: _____

Подсказка: для упрощения переводите все временные промежутки в месяцы.

Ниже приведен один из вариантов решения, в котором используются размерности для объяснения результата.

Расстояние от Солнца до Земли в месяцах = 26,5

Расстояние от Солнца до Земли в км = $150 \cdot 10^6$ км

Итого один месяц движения новорожденного составляет $150 \cdot 10^6$ км / 26,5 месяца = 5 660 377 км/месяц

Теперь мы можем вычислить любое расстояние, просто умножив необходимое количество месяцев на данное число.

Например, расстояние от Солнца до Меркурия = 11 месяцев · 5 660 377 км/месяц = 62 264 151 км

От Меркурия до Венеры = (19-11) месяцев · 5 660 377 км/месяц = 33 962 262 км

От Венеры до Земли = (26,5-19) месяцев · 5 660 377 км/месяц = 42 452 827,5 км

От Земли до Марса = (4 · 12 + 5 - 26,5) месяцев · 5 660 377 км/месяц = 149 999 991 км

От Марса до Юпитера = (12 · 12 - 53) месяцев · 5 660 377 км/месяц = 515 094 307 км

От Юпитера до Сатурна = (21 · 12 - 144) месяцев · 5 660 377 км/месяц = 611 320 716 км

От Сатурна до Урана = 21 · 12 месяцев · 5 660 377 км/месяц = $1,43 \cdot 10^9$ км

От Урана до Нептуна = (66,5 · 12 - 21 · 12 - 21 · 12) месяцев · 5 660 377 км/месяц = $1,66 \cdot 10^9$ км

От Нептуна до Плутона (помним о том, что Плутон сейчас не считается планетой Солнечной системы) = (88 - 66,5) · 12 месяцев · 5 660 377 км/месяц = $1,46 \cdot 10^9$ км

Задание 9

КБ-3. Инфографика «Расстояния»

Вы разобрались с измерениями человека, пространства рядом с человеком и даже планеты Земля. А как измерять очень большие расстояния в масштабах нашей Солнечной системы или галактик?

Для измерения таких больших длин используют временной промежуток, за который можно преодолеть определенное расстояние. Но в зависимости от скорости и время прохождения пути может быть разным. Какую универсальную скорость используют в таких случаях? Рассмотрите информацию напротив плаката и запишите значение этой скорости.

C= _____

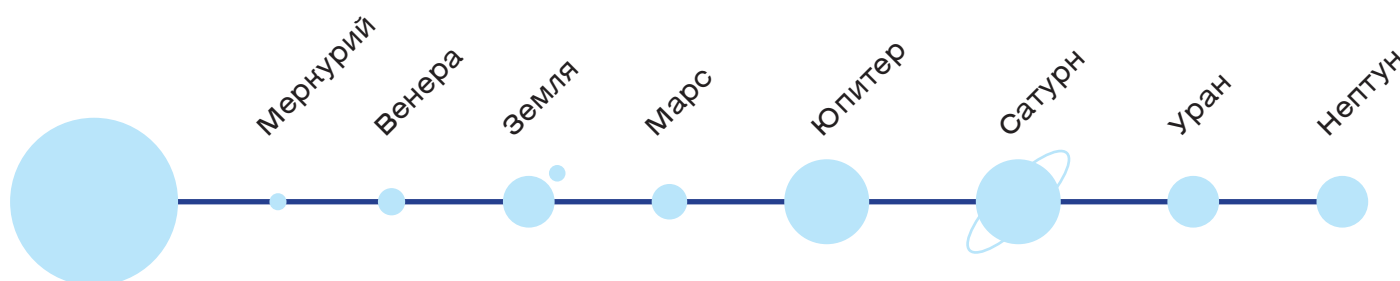
На этой инфографике есть данные по скорости света.

Ответ: скорость света = 299 792 458 м/с.



Итоговое задание

а) Объединитесь с классом. Подпишите длины отрезков.



б) Основываясь на полученных знаниях, выберите один наиболее заинтересовавший вас факт, найдите подходящую локацию и снимите видеовопрос для родителей. Распределите роли:

оператор — снимает на камеру,

спикер — задает вопрос,

научный редактор — придумывает вопрос,

сценарист — придумывает интересную подачу сюжета,

режиссер — выбирает место для съемки.

Не забудьте снять ответ!

Мы рекомендуем просматривать получившиеся ролики в классе.