

Методический материал для учителя

При подготовке и проведении урока мы рекомендуем воспользоваться технологией перевернутый класс и начать подготовку к уроку с организации самостоятельной работы школьников.

Учитель заранее договаривается со школьниками о дате проведения занятия. До очной части встречи школьники, самостоятельно, в группах, осваивают материал, касающийся устройства телескопов разной конструкции.

Мотивационным условием успеха такой работы нам представляется включение игровой компоненты в занятие.

Для такой работы может быть использована игровая модель «Конструкторские бюро» (КБ), по которой школьники, на Этапе 0 изначально «поступают на работу» в КБ и разбираются с телескопами с дальнейшей установкой на собственную «инженерно-конструкторскую деятельность» на Этапе 3 (см. файл Технологическая карта урока).

Этап 0.

Постановка задания для самостоятельного изучения материала в режиме перевернутого класса.

Учитель предлагает школьникам собраться в микрогруппы по 5-6 человек (отдельные конструкторские бюро) и ставит задачу на самостоятельное изучение материала об устройстве телескопов различных конструкций.

Школьники делятся на группы случайно (для процедуры используется процедура жеребьевки).

Примечание. До начала очной части встречи «конструкторских бюро» в классе, до начала занятия у каждой микрогруппы, на столе должны быть следующие материалы необходимые для сборки телескопа:

- Клейка лента для фиксирования бумаги
- Матовая черная бумага плотностью 160 г/см²
- Бумага для трубы плотностью 160 г/см²
- Линзы :

Для объектива собирающая линза с $D=+2$ дптр и диаметром около 6-10 см.

Для окуляра рассеивающая линза с $D=-20$ дптр с диаметром около 2-4 см.

- Клей Момент для склеивания картона
- Кусок трехслойного гофрокартона размерами как линза для объектива

Этап I. Самостоятельная работа школьников в группах (45 минут, дистанционно-удаленно, вне класса).

Этап II. Общая встреча «конструкторских бюро»

Примечание. Чтобы выдержать стилистику игровой ситуации, дайте игровое название этому этап занятия. Например, «Экспертная сессия конструкторских бюро», «Слёт КБ» или «Лаборатория конструкторских бюро».

Шаг 1 Организационный момент (2 минуты)

Учитель встречает класс, приветствует. Напоминает про время, которое дается на защиту одной работы.

Шаг 2. Защита работ (15 минут)

Два-три человек от группы рассказывают о результатах работы. Время выступления одной группы не более 3 минут, и 2 минуты на вопросы от других участников.

Ниже дано пояснение к строению и принципам работы телескопов. (по материал сайта <https://www.4glaza.ru/>).

Рефрактор системы Галилея.

1. Создан в 1609 г.

2. В его устройстве использовались две линзы. Первая линза (объектив) – выпуклая, она собирает свет и фокусирует его на определенном расстоянии, а вторая линза (играющая роль окуляра) – вогнутая, превращает сходящийся пучок световых лучей обратно в параллельный. Система Галилея дает прямое, неперевернутое изображение, однако сильно страдает от хроматической аберрации, портящей изображение. Хроматическая аберрация проявляется в виде ложной окраски границ и деталей объекта.

3. Ход лучей в трубе Галилея.

Лучи, идущие от удалённого объекта, можно считать параллельными, и после прохождения объектива, они преломляются и собираются в фокусе F. Так как фокус линзы окуляра совпадает с фокусом объектива, то сходящийся пучок света снова преобразуется в параллельный, но уже более узкий. Он, попадая в глаз наблюдателя, фокусируется хрусталиком глаза на его сетчатке. Таким образом получается видимое изображение.

Это показано в симуляторах https://javalab.org/en/galilean_telescope_en/ и

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_galileo&l=en

4. Хроматическая и сферическая абберации, т.е. телескоп давал размытое на краях и не сфокусированное в различных цветах изображение.

Рефрактор системы Кеплера.

1. Создан в 1611 г.

2. В качестве окуляра выступала выпуклая линза, передний фокус которой совмещался с задним фокусом линзы-объектива. Изображение при этом получается перевернутым, но это несущественно для астрономических наблюдений, зато в точке фокуса внутри трубы можно поместить измерительную сетку. Предложенная Кеплером схема оказала сильное влияние на развитие рефракторов. Правда, она также не была свободна от хроматической абберации, но ее влияние можно было уменьшить, увеличив фокусное расстояние объектива. Поэтому рефракторы того времени при скромных диаметрах объективов нередко имели фокусное расстояние в несколько метров и соответствующую длину трубы или обходились вообще без нее (наблюдатель держал окуляр в руках и «ловил» изображение, которое строил закрепленный на специальном штативе объектив).

3. Ход лучей в телескопе Кеплера.

Параллельные лучи, попадая в объектив трубы Кеплера, собираются в его фокусе, после преломления. Поскольку положение фокусов обеих линз совпадает, расходящийся пучок направляется на короткофокусный окуляр и преобразуется в более узкий параллельный пучок. Такая оптическая схема телескопа дает наблюдателю перевёрнутое изображение.

Это показано в симуляторах

https://javalab.org/en/keplerian_telescope_en/ и
https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_kepler&l=en

4. Сильная хроматическая абберация

Рефлектор системы Ньютона.

1. Создан в 1668 г.

2. Ньютон использовал металлическое главное зеркало (стеклянные зеркала с серебряным или алюминиевым покрытием появились позже) для собирания света, и небольшое плоское зеркальце для отклонения собранного светового пучка под прямым углом и вывода его сбоку трубы в окуляр. Таким образом, удалось справиться с хроматической абберацией – вместо линз в этом телескопе используются зеркала, которые одинаково отражают свет с разными длинами волн. Главное зеркало рефлектора Ньютона может быть параболическим или даже сферическим, если его относительное отверстие сравнительно невелико. Сферическое зеркало гораздо проще изготовить, поэтому рефлектор Ньютона со сферическим

зеркалом – это один из самых доступных типов телескопов, в том числе и для самостоятельного изготовления.

3. Ход лучей в телескопе.

Параллельный пучок лучей входит в трубу телескопа, падает на главное зеркало, имеющее фокусное расстояние около 805 мм и, отразившись от него в диагональном зеркале, преломляется под углом 90° и рассматривается с помощью окуляра.

Это показано в симуляторах

https://javalab.org/en/newtonian_reflector_en/ и
https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_newton&l=en

4. Снижение контраста деталей изображения.

Шаг 3. Подведение итога (2 минуты)

Подведение итогов проводит учитель.

Примечание. При необходимости учитель резюмирует доклады рабочих групп от КБ и читает минилекцию «По следам Галилея». Если школьники представили материал в достаточном объеме – предлагает заняться конструированием, минуя лекционную часть.

Мини лекция “По следам Галилея”(4 минуты)

Учитель рассказывает о первом телескопе и значимости открытий, сделанных Галилеем. Ниже представлен методический материал для этой короткой лекции.

В конце он предлагает ученикам собрать простейший телескоп рефрактор и почувствовать себя Галилеем.

Как известно, изобретателем телескопа считается Галилео Галилей – итальянский физик, астроном, математик, философ. Были, конечно, и до него попытки сделать прибор для наблюдения звезд, но они сводились к изготовлению подозрных труб того или иного вида. Однако именно Галилей первым построил прибор, с помощью которого стало возможно наблюдение небесных светил. Дословный перевод слова «телескоп» означает «далеко смотрю», и этот термин ввел в обиход именно Галилей.

В каком году Галилео Галилей создал телескоп? Это произошло в 1609 году. Ученый придумал свою технологию по шлифовке линз, существенно увеличил их в диаметре и достиг 30-кратного увеличения любого предмета. Его телескоп был относительно небольшим (объектив 53 мм, труба 1245 мм), и его оптическая схема была несовершенна, но он позволил наблюдать удивительные вещи.

Галилей первым увидел:

- лунные кратеры и горы
- звезды Млечного Пути
- кольца Сатурна
- солнечные пятна;
- спутники Юпитера
- фазы Венеры

Галилео Галилей изобрел телескоп, но никогда не продавал свое изобретение за деньги. Он строил телескопы на заказ для светских персон и преподносил им в качестве подарка.

Открытия Галилея дали мощнейший толчок развитию астрономии. Все новые и новые ученые брались за создание и усовершенствование телескопов, и результаты не заставили себя ждать – удивительные космические открытия буквально перевернули картину мира. И теперь человечество не ограничено своей планетой, а активно осваивает Вселенную.

(по материал сайта <https://www.4glaza.ru/>)

Этап III. Сборка простейшего телескопа (15 минут если урок один и 20 минут если сдвоенный)

Учитель ставит задачу сконструировать устройство, обладающее базовыми характеристиками телескопа по системе Галилея. Задача ставится в расчете на то, чтобы школьники в группах сами попробовали сконструировать телескоп, опираясь на полученные в ходе предыдущей работы знания из предложенных материалов.

Примечание. В случае затруднений предлагает школьникам познакомиться с видеоинструкцией по сборке. Видеоинструкция по сборке телескопа <https://youtu.be/10EhpiAMMh0> , которая поможет педагогу подготовиться к этому этапу.

Примечание. Педагогу желательно еще до начала занятия самостоятельно собрать телескоп. Это поможет педагогу лучше помогать учащимся в процессе сборки.

Примечание.

Линзы могут быть другой оптической силы и другого диаметра. Главное чтобы для объектива была собирающая линза, а для окуляра рассеивающая.

Для того чтобы ускорить сборку, можно заранее подготовить прямоугольники нужного размера из черной бумаги для труб объектива и окуляра. Длина этих прямоугольников зависит от значения фокусного расстояния линз, а ширина от длины окружности линзы для объектива.

Этап IV. Расчет характеристик телескопа (5 минут)

Шаг 1. Расчет характеристик телескопа

После сборки телескопа участникам предлагается протестировать телескоп и провести расчеты его характеристик.

Все полученные расчеты вносятся в специальную таблицу, которая есть в листе расчетов. После того как проведены расчеты, участники смотрят таблицу и анализируют какие объекты можно увидеть в их телескоп, а какие нет.

Примечание

Можно предложить участникам провести ночные\вечерние с помощью собранного телескопа. Это могут быть наблюдения Луны и ее кратеров, Венеры, Юпитера и Сатурна. Для того чтобы найти планеты на ночном небе, можно воспользоваться бесплатными программами-планетариями, например Stellarium.

Шаг 2. Обсуждение результатов (2 минуты)

Учащимся предлагается ответить на вопросы :

1. Как можно менять увеличение телескопа?
2. Если поставить окуляр с большим фокусным расстоянием, то как изменится кратность телескоп?
3. Почему от апертуры зависит максимальное увеличение?
4. Что самое главное в телескопе?

Примерные ответы на вопросы:

1. Фокусное расстояние объектива изменить нельзя, но имея окуляры с разным фокусом , можно менять увеличение телескопа
2. Уменьшится
3. Чем больше апертура, тем больше света соберет объектив и тем более слабые объекты вы увидите.
4. Объектив телескопа

Шаг 3. Мини лекция “ Большие оптические телескопы рефлекторы” (15 минут)

Необходимые материалы для работы в мини группах:

- листы для записей
- стикеры
- маркеры (фломастеры, ручки)

В начале лекции дается пояснение о важной характеристике любого телескопа: разрешающая способность.

Под разрешающей способностью подразумевают способность оптического прибора к визуальному разделению между собой близко расположенных объектов (например, двойных звезд). Разрешающая способность телескопа зависит от апертуры и атмосферная турбулентность.

Затем учитель задает вопрос:

- Как у современных оптических телескопов-рефлекторов увеличивают разрешающую способность?

Для ответа на этот вопрос, учитель должен ознакомиться с методическим материалом ниже.

Примерный текст лекции.

1) Большой Телескоп Азимутальный или БТА. Этот телескоп находится на высоте 2070 метров над уровнем моря и по принципу действия является телескопом-рефлектором. Главное зеркало данного телескопа имеет диаметр 6 м и имеет параболическую форму. Оно цельное. Фокусные расстояние главного зеркала – 24 метра. БТА является крупнейшим телескопом в Евразии. Вес главного зеркала телескопа без учета оправы составляет 42 тонны, масса подвижной части телескопа — около 650 тонн, а общая масса всего телескопа БТА — около 850 тонн!

2) Большой Канарский телескоп (GTC).

На остров Ла Пальма, на высоте 2267 метров над уровнем моря расположен Большой Канарский телескоп (GTC). Этот телескоп был построен в 2009 году и по принципу действия является телескопом-рефлектором. Главное зеркало данного телескопа имеет диаметр 10,4 метра. Его первичное шестиугольное зеркало, с эквивалентным диаметром 10,4 метра, составлено из 36 шестиугольных сегментов, изготовленных из ситаллов Zerodur. Оснащен активной и адаптивной оптикой

Большой Канарский телескоп (GTC) может наблюдать за звездным небом в оптическом и в среднем инфракрасном диапазоне. Благодаря инструментам Osiris и CanariCam он может проводить поляриметрические, спектрометрические и коронографические исследования космических объектов.

3) Большой бинокулярный телескоп (LBT).

Находится на высоте 3300 метров в Аризоне, США. Данный телескоп обладает двумя главными зеркалами. Диаметр каждого зеркала составляет 8,4 метра. Как и в простейшем бинокле, зеркала Большого бинокулярного телескопа установлены на общем креплении. Благодаря бинокулярному

устройству данный телескоп по своей светосиле эквивалентен телескопу с одним зеркалом диаметром 11,8 метра, а его разрешающая способность эквивалентна телескопу с одним зеркалом диаметром 22,8 метра.

4) Very Large Telescope (Очень Большой телескоп) (VLT).

Состоит из четырех оптических телескопов с диаметром по 8,2 м и четырех вспомогательных – по 1,8 м. Телескопы располагаются на высоте 2635 м в пустыне Атакама, Чили.

Если все четыре телескопа с диаметром 8,2 м работают в режиме одного целого, то яркость получаемого изображения - как у 16-метрового телескопа. .

5) European Extremely Large Telescope(Европейский экстремально большой телескоп) (E-ELT)

На сегодня является наиболее масштабным проектом телескопа. Он будет расположен на горе Армасонес на высоте 3060 метров, Чили. Диаметр зеркала E-ELT составит 39 м, собирающая площадь 978 м² и фокусное расстояние до 840 метров. Собирающая способность телескопа превысит в 15 раз таковую любого существующего сегодня, а качество изображения будет в 16 раз лучше, чем у Хаббла.

Его главное почти 40-метровое зеркало будет состоять из 798 подвижных элементов диаметром в 1,45 метра. Это вместе с самой современной системой адаптивной оптики позволит сделать телескоп настолько мощным, что он, по мнению ученых, сможет не только находить планеты, подобные Земле по размерам, но и сможет с помощью спектрографа изучить состав их атмосферы, что открывает совершенно новые перспективы в изучении планет вне солнечной системы.

6)Большой зенитный телескоп

Это крупнейший в мире жидкозеркальный телескоп и третий по величине оптический инструмент в Северной Америке. Его главное зеркало имеет диаметр 6 метров. Расположен лесу в Канаде, недалеко от Ванкувера. В устройстве используется шестиметровая тарелка, заполненная тонким слоем ртути. Электропривод приводит в движение это жидкостное зеркало с постоянной скоростью шесть оборотов в минуту, а стенки и края тарелки предотвращают выплёскивание ртути. Для поддержки массивного зеркала был разработан специальный пневматический подшипник, способный выдерживать нагрузку в 10 тонн. Этот подшипник уникален тем, что в нём для уменьшения трения на границе раздела двух поверхностей используется тонкая пленка сжатого воздуха.

Основные преимущества состоят в том, что такой телескоп является относительно недорогим устройством (себестоимость ртутной пленки

равна 1% цены обычного зеркала), а размер отражающей поверхности при этом может быть практически неограниченным. А недостатки таковы: зеркало может указывать только прямо в сторону зенита, поскольку при наклоне оно теряет свою форму, а наиболее распространённый используемый металл, ртуть, очень токсичен для людей и животных.

Примерный ответ на вопрос в начале лекции:

Для лучшей разрешающей способности нужно увеличить апертуру телескопа или уменьшить атмосферную турбулентность. Для увеличения апертуры используют зеркало сделанное из сегментов. Это связано с тем, что цельное зеркало с таким же диаметром становится очень тяжелым и начинает деформироваться под собственным весом.

Этап V. Конструирование телескопа с заданными свойствами

Шаг 1. Постановка кейс-задачи. (5 минуты)

Учитель показывает слайд и знакомит с кейс-заданием:

Идею постройки телескопа на Луне обсуждают несколько лет. Ведь там разрешающая способность телескопа будет намного выше, чем даже в горах! Ученые даже предполагают, что можно будет увидеть свет первых звезд. Каким должно быть главное зеркало для такого телескопа, чтобы оно обладало апертурой 100 м?

На решения кейса накладываются дополнительные ограничения: принятые решения должны учитывать физические условия на Луне и сложность транспортировки грузов к Луне.

Затем учитель говорит по этапы работы над кейс-заданием:

- 1 этап — знакомство с ситуацией, её особенностями;
- 2 этап — выделение основной проблемы (проблем);
- 3 этап — анализ принятия того или иного решения;
- 4 этап — решение кейса — предложение одного или нескольких вариантов последовательности действий, указание на важные проблемы, механизмы их предотвращения и решения.

Шаг 2. Организация работы в группах

Учащиеся начинают работать над кейсом.

Работа с кейс-заданием (20 минут)

Участники работают в своих мини группах. В режиме брейнсторма предлагают решение проблемы. Они выдвигают гипотезы и обсуждают разные способы изготовления зеркала для телескопа. Для решения можно пользоваться – всем – начиная от интернета, заканчивая раздаточным материалом про наноматериалы.

Примечание.

Можно предложить ученикам выбрать одного человека, который следил бы за временем, отведенным для работы.

Шаг 3. Представление результатов (10 минут)

Учащиеся предлагают свои варианты решения задачи. Затем обсуждают получившиеся результаты и решают, какие наноматериалы можно использовать для строительства лунного телескопа.

Список использованной литературы:

- 1) <https://aboutspacejournal.net/2017/10/24/%D1%81%D0%B0%D0%BC%D1%8B%D0%B5-%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B8%D0%B5-%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%8B-%D0%B2-%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B5/>
- 2) <https://naked-science.ru/article/top/10-largest-telescopes>
- 3) <https://www.4glaza.ru/>
- 4) <https://www.popmech.ru/science/234834-teleskopy-s-zhidkimi-linzami-kak-eto-rabotaet/>
- 5) https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/433113/Teleskopy_s_zhidkimi_linzami_kak_et_o_rabotaet
- 6) <https://webchoice.com.ua/velichajshij-teleskop-na-lune>

Урок подготовлен в сотрудничестве с партнерами сеть магазинов оптической техники «Четыре глаза» <https://www.4glaza.ru/>



Четыре глаза



ШКОЛЬНАЯ ЛИГА РОСНАНО