**КРАТКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ**

Тема «Закон всемирного тяготения. Ускорение свободного падения на Земле и других небесных телах» изучается в курсе физики 9 класса. Первоначальные знания по теме «Явление тяготения. Гравитационные силы» получают учащиеся в курсе физики 7 класса.

 При изучении данной темы рассматриваются: закон всемирного тяготения, формулы для вычисления ускорения свободного падения на поверхности и на некоторой высоте над поверхностью, решаются задачи на определение масс небесных тел на основе закона всемирного тяготения. Данный материал призвана расширить мировоззрение школьников в области сил гравитации, гравитационного взаимодействия посредствам применения новых информационных технологий и интернет – ресурсов, развивать умения и навыки использования ПК, формировать компетентность и информационную культуру учащихся, активизировать внимание и познавательный интерес к предмету.

**ТЕМА УРОКА: "Закон всемирного тяготения".**

**ЦЕЛЬ УРОК:** изучить закон всемирного тяготения и границы его применения, рассмотреть историю открытия закона, показать причинно-следственные связи законов Кеплера и закона всемирного тяготения, показать практическое значение закона, закрепить изученную тему при решении качественных и расчетных задач.

**ЗАДАЧИ УРОКА:**

Образовательные:

* Формирование умения планировать и проводить физические опыты, объяснять физические явления
* Формирование у учащихся умений и навыков способствующих самостоятельному открытию новых знаний, использованию новых способов поиска информации, развитию проблемного мышления.
* формирование умения систематизировать изученное, раскрывать взаимосвязь между изученным теоретическим материалом и явлением в жизни, формировать умение взаимодействовать при групповой форме работы.

Развивающая:

* Развитие логического мышления.
* Развитие коммуникативных умений и навыков при работе в классе
* Развитие интереса к решению задач.
* Повышение интереса к физике.

Воспитательная:

* Воспитание интереса к предмету
* Воспитание добросовестного отношения к труду

**ТИП УРОКА:** комбинированный урок.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** проекционная аппаратура, видеофильмы “О всемирном тяготении”, “О силе, что правит мирами”.

**ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:** После изучения данной темы учащиеся должны: знать закон всемирного тяготения; понимать смысл и всеобщий характер закона всемирного тяготения; уметь применять закон всемирного тяготения в конкретных случаях при решении задач и тестировании; вычислять силу притяжения между телами; знать числовое значение гравитационной постоянной; понимать физический смысл гравитационной постоянной; уметь вычислять ускорение свободного падения на небесных телах и массы небесных тел.

**ПРИМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ УРОКА**

|  |  |
| --- | --- |
| Этап | Время, мин |
| 1. Организационный момент.
 | 1 |
| 1. Мотивация урока
 | 2 |
| 1. Проведение фронтального опроса. Постановка учебной проблемы
 | 5-7 |
| 1. Изложение нового материала в форме лекции с элементами беседы с учащимися
 | 15-20 |
| 1. Организация рефлексии
 | 10-15 |
| 1. Домашнее задание
 | 2-3 |

**ХОД УРОКА.**

1. Организационный момент.
2. Мотивация урока
3. Повторение. Проверка домашнего задания.
* Что называется свободным падением тел?
* Что такое ускорение свободного падения?
* Почему в воздухе кусочек ваты падает с меньшим ускорением, чем железный шарик?
* Кто первым пришел к выводу о том, что свободное падение является равноускоренным движением?
* Действует ли сила тяжести на подброшенное вверх тело во время его подъема?
* С каким ускорением движется подброшенное вверх тело при отсутствии сопротивления воздуха? Как меняется при этом скорость движения тела?
* От чего зависит наибольшая высота подъема брошенного вверх тела в том случае, когда сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

Мы повторили основные понятия и главные законы механики, которые помогут нам изучить тему занятия.

В ходе занятия мы будем использовать знания истории физики, астрономии, математики, законы философии и сведения из научно-популярной литературы.

Познакомимся с историей открытия закона всемирного тяготения. Несколько учеников выступят с небольшими сообщениями.

1. Изложение нового материала.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ «Закон всемирного тяготения»

Художники Возрождения говорили, что интересовать человека должен прежде всего он сам, однако в мире немало других интересных предметов. Ведь и художники любуют­ся закатами, волнами в океане, хороводом звезд на небе... Поэтому иногда не мешает поговорить и о таких вещах. Созерцая их, мы испытываем эстетическое наслаждение. Вместе с тем в явлениях природы есть формы и ритмы, недоступные глазу созерцателя, но открытые глазу аналитика. Эти формы и ритмы мы называем физи­ческими законами.

На фоне впечатляющих успехов современной физики, гравитация остается самым загадочным природным явлением. Величие гравитации заключается в том, что ей подчиняется все существующее на свете, начиная от самой вселенной и кончая ее составляющими элементами. Например, сейчас я и этот лист бумаги испытываем равные по величине и противоположные по направлению силы взаимного гравитационного притяжения. Конечно же, эти силы настолько малы, что их не зафиксируют даже самые точные из современных приборов, — но они реально существуют, и их можно рассчитать. Точно так же я испытываю взаимное притяжение и с далеким квазаром, удаленным от меня на десятки миллиардов световых лет.

Этот закон называли «величайшим обобщением, достигнутым человеческим разумом». И так: *между телом и Землей, между планетами и Солнцем, между Луной и Землей* действуют **силы всемирного тяготения**, обобщенные в закон.

ТЕМА. ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ.

(записывается на доске и в тетради)

СООБЩЕНИЕ №1.

Еще древние, наблюдая за движением планет на небе, догадались, что все они, вместе с Землей, ходят вокруг Солнца. Позднее, когда люди забыли то, о чем знали прежде, это от­крытие заново сделал Коперник. И тогда возник новый вопрос: как именно планеты ходят вокруг Солнца, каково их движение? Выяснилось это не так скоро. После Коперника снова настали смут­ные времена и разгорелись великие споры о том, ходят ли планеты с Землей вокруг Солнца или Земля находится в центре Вселенной. Тогда человек, по имени Тихо Браге, придумал, как можно ответить на этот вопрос. Он решил, что нужно внимательно следить за тем, где появляются в небе планеты, точно это записывать и тогда уже выбирать между двумя враждебными теориями. Это и было нача­лом современной науки, ключом к правильному пониманию природы — наблюдать за предметом, записывать все подробности и надеяться, что полученные таким способом сведения послужат основой для того или иного теоретического истолкования. И вот Тихо, человек богатый, вла­девший островом поблизости от Копенгагена, оборудовал свой ост­ров большими бронзовыми кругами и специальными наблюдательны­ми пунктами и записывал ночь за ночью положения планет. Лишь це­ной такого тяжелого труда достается нам любое открытие.

СООБЩЕНИЕ №2.

Когда все эти данные были собраны, они попали в руки Кепле­ра, который в течение 25 лет в условиях жесточайшей нужды и невзгод обобщал данные астрономических наблюдений за движением планет. Наконец три закона, говорящие о том, как движутся планеты, были им получены.

Согласно первого закона Кеплера, планеты движутся по замкнутым кривым, которые называются эллипсами, в одном из фокусов которых находится Солнце.

По второму закону планеты движутся с изменяющейся скоростью.

Наконец, третий закон говорит о том, что квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся, как кубы их больших полуосей.

СООБЩЕНИЕ №3.

Тем временем Галилей исследовал законы движения самых обыч­ных предметов, которые были у него под рукой. Изучая эти законы, производя различные опыты, чтобы выяснить, как скатываются ша­рики по наклонной плоскости, как качаются маятники и т. д., Гали­лей открыл великий принцип, который называется законом инер­ции и состоит вот в чем: если на предмет ничто не действует и он движется с определенной скоростью по прямой линии, то он будет двигаться с той же самой скоростью и по той же самой прямой ли­нии вечно.

Затем наступила очередь Ньютона, который раздумывал над та­ким вопросом: а если шарик не катится по прямой линии, что тогда? И он ответил так: для того чтобы хоть как-нибудь изменить скорость, нужна сила. Ее можно изме­рить. Например, если мы привяжем к веревке камень и станем кру­тить его над головой, то почувствуем, что за веревку надо тянуть. Правда, когда камень летает по кругу, величина скорости не изменя­ется - зато изменяется ее направление. Значит, нужна сила, которая все время тянула бы камень к центру. Стало ясно, что источник этой силы находится где-то около Солнца. И Ньютону удалось доказать, что второй закон Кеплера - закон ра­венства площадей - прямо вытекает из той простой идеи, что все изменения в скорости направлены к Солнцу.

Этот закон укрепил Ньютона в мысли, что сила направлена к Солнцу и что, зная, как период обращения разных планет зависит от расстояния до Солнца, можно будет определить, как ослабляется сила с расстоянием.

Оставалось лишь сказать, что все тела притягивают друг друга. И Ньютон делает самое грандиозное предположение, что Луну на орбите удерживают те же силы, которые притягивают предметы к Земле.

ОБЪЯСНЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА УЧИТЕЛЕМ.

Как сила Всемирного тяготения зависит от расстояния между материальными точками? Из астрономических наблюдений было известно ускорение Луны. Оно равнялось 0,0026м/с2. Что гораздо меньше ускорения свободного падения около поверхности Земли. Это наводит на мысль о том, что притяжение зависит от расстояния.

Легенда гласит, что Ньютона осенила гениальная идея после того, как ему на голову свалилось яблоко (многим людям на голову падали яблоки, но совершить открытие это помогло только Ньютону). Попробуем угадать закон Всемирного тяготения.

Проведем мысленный эксперимент с яблоком Ньютона.

Пусть у нас есть яблоко, которое расположено около поверхности Земли. Так как ускорение яблока не зависит от его массы, то по второму закону Ньютона имеем для силы, с которой яблоко притягивается к Земле:

$F\~m$ (1)

Но по третьему закону Ньютона если яблоко притягивается к Земле, то Земля притягивается к яблоку с такой же по модулю силой и ясно, что эта сила теперь уже будет прямо пропорциональна массе Земли (М):

$F\~M$ (2)

Подведем итог наших рассуждений: из формул 1 и 2 следует, что

$F\~mM$ (3)

Таким образом, если забыть про Землю и яблоко, можно утверждать, что сила Всемирного тяготения прямо пропорциональна произведению масс материальных точек:

$F\~m\_{1}m\_{2 }$ (4)

Теперь давайте угадаем вместе с Ньютоном зависимость силы тяготения от расстояния. Для этого представим себе, что наше яблоко падает около поверхности Земли:

$a\_{1}=g=9,81 ^{м}/\_{с^{2, }}r\_{1}=R\_{Земли}=6400 км$ (5)

Теперь мысленно забросим яблоко на орбиту Луны, и пусть оно там свободно падает. Так как ускорение свободного падения не зависит от массы тела, то ускорение яблока будет равно ускорению Луны:

$a\_{2}$=$a\_{Луны}=0,0026 {м}/{с^{2}}$

$$r\_{2}=R\_{орбиты Луны}=384000км$$

Теперь легко видно, что

$$\frac{a\_{1}}{a\_{2}}=\frac{F\_{1}}{F\_{2}}=\frac{9,81}{0,0026}=3600$$

а для расстояний имеем:

$$\frac{r\_{2}}{r\_{1}}=\frac{384000}{6400}=60$$

Теперь легко и здорово получается, что

$$\frac{r\_{2}^{2}}{r\_{1}^{2}}≈60^{2}≈\frac{F\_{1}}{F\_{2}}≈3600$$

Можно теперь догадаться, что

$F\~\frac{1}{r\_{2}} $(6)

Ну а теперь опираясь на формулы (4) и (6) можно угадать сам закон Всемирного тяготения:

$F\~\frac{m\_{1}m\_{2}}{r^{2}}$ (7)

Формулу закона запишем введя коэффициент пропорциональности:

$F=G\frac{m\_{1}m\_{2}}{r^{2}}$ (8)

В окончательном виде закон всемирного тяготения сформулирован Ньютоном в 1687 году в работе “Математические начала натуральной философии”: “*Все тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведениям масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними”.* Сила направлена вдоль прямой, соединяющей материальные точки.

Что показывает гравитационная постоянная G?

Пусть m1=m2=1кг и расстояние между двумя материальными точками r=1м, тогда F=G (численно).

Таким образом, гравитационная постоянная численно равна силе, с которой притягиваются две материальные точки массами по 1 кг, расположенные на расстоянии 1 м.

Сейчас принято считать, что она равна: G=6,6720 •10-11Нм2/кг2

(При наличии времени можно проанализировать опыты Кавендиша по обнаружению гравитационного притяжения и определения значения гравитационной постоянной (Интернет – ресурс: http://www.hde.kurganobl.ru)).

**Замечания к закону Всемирного тяготения.**

1. Гравитационная постоянная - одна из трех всемирных констант.
2. Массы, которые входят в закон Всемирного тяготения, выражают свойство тел притягиваться друг другу. Поэтому они называются гравитационными. (Не путать с массой, которая входит во второй закон Ньютона. Во втором законе Ньютона написана инертная масса, она выражает свойство тел менять свою скорость за определенное время).
3. Мир устроен так, что инертная масса тела равна его гравитационной массе!!!!
4. Формула закона дает точный результат при расчете силы всемирного тяготения в трех случаях:
* Если размеры тел пренебрежимо малы по сравнению с расстояниями между ними;
* Если оба тела однородны и имеют шарообразную форму;
* Если одно из взаимодействующих тел – однородный шар, размеры и масса которого значительно больше, чем у второго тела (любой формы), находящегося на поверхности этого шара или вблизи него.

Сила, с которой все тела притягиваются к Земле, называется силой тяжести.

Третий из рассмотренных случаев является основанием для того, чтобы рассчитывать по приведенной формуле силу притяжения к Земле любого из находящихся на ней тел.

Будем считать Землю шаром с радиусом R=6400км, а тело – материальной точкой, которая расположена на высоте h над поверхностью Земли. Тогда r=R+h и с учетом наших обозначений получаем:

$$F=G\frac{mM\_{Земли}}{r^{2}}=G\frac{mM\_{Земли}}{(R+h)^{2}}$$

Но с другой стороны мы знаем, что:

*F=mg*

Сравнивая эти две формулы получаем:

$$g\_{среднее}=G\frac{M\_{Земли}}{R\_{Земли}^{2}}=9,81^{м}/\_{с^{2}}$$

**Выводы:**

1. Ускорение свободного падения зависит от высоты над поверхностью Земли. С ростом высоты - ускорение свободного падения становится меньше.
2. Ускорение свободного падения не зависит от массы тела m. Все тела падают с одинаковым ускорением.
3. Ускорение свободного падения зависит от параметров планеты: М и R. Например, на Луне ускорение гораздо меньше чем на земле.
4. Если высота h<<R (мы находимся около поверхности Земли), то высотой в знаменателе можно пренебречь и мы получим формулу для ускорения свободного падения:

$$g\_{среднее}=G\frac{M\_{Земли}}{R\_{Земли}^{2}}=9,81^{м}/\_{с^{2}}$$

1. Ускорение свободного падения зависит от широты места: на экваторе и на полюсе оно разное. На полюсе, конечно, больше, так как Земля сплюснута у полюсов и там до центра Земли ближе. На экваторе уменьшение ускорения свободного падения происходит не только из-за расстояния до центра Земли, но и из-за ее вращения.

**Всемирное тяготение является универсальным:**

* На основе теории тяготения Ньютона удалось описать движение естественных и искусственных тел в Солнечной системе, рассчитать орбиты планет и комет.
* На основе этой теории было предсказано существование планет: Урана, Нептуна, Плутона и спутника Сириуса.
* В астрономии закон всемирного тяготения является фундаментальным, на основе которого вычисляются параметры движения космических объектов, определяются их массы.
* Предсказываются наступления приливов и отливов морей и океанов.
* Определяются траектории полета снарядов и ракет, разведываются залежи тяжелых руд.

Открытие Ньютоном закона всемирного тяготения – пример решения основной задачи механики (определить положение тела в любой момент времени).

**Фрагмент видеофильма “О силе, что правит мирами”.**

Вы увидите, как закон всемирного тяготения используется на практике при объяснении явлений природы.

1. Организация рефлексии

1. Четыре шара имеют одинаковые массы, но разные размеры. Какая пара шаров будет притягиваться с большей силой?

2. Что притягивает к себе с большей силой: Земля – Луну или Луна – Землю?

3. Как будет изменяться сила взаимодействия между телами при увеличении расстояния между ними?

4. Где с большей силой будет притягиваться к Земле тело: на ее поверхности или на дне колодца?

5. Как изменится сила взаимодействия двух тел массами m1 и m2, если массу одного из них увеличить в 2 раза, а массу другого уменьшить в 2 раза, не меняя расстояния между ними?

6. Что произойдет с силой гравитационного взаимодействия двух тел, если расстояние между ними увеличить в 3 раза?

7. Что произойдет с силой взаимодействия двух тел, если массу одного из них и расстояние между ними увеличить в 2 раза?

8. Почему мы не замечаем притяжения окружающих тел друг к другу, хотя притяжение этих тел к Земле наблюдать легко?

9. Почему пуговица, оторвавшись от пальто, падает на землю, ведь она находится значительно ближе к человеку и притягивается к нему?

10. Планеты движутся по своим орбитам вокруг Солнца. Куда направлена сила тяготения, действующая на планеты со стороны Солнца? Куда направлено ускорение планеты в любой точке на орбите? Как направлена скорость?

11. Чем объясняется наличие и периодичность морских приливов и отливов на Земле?

ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

1. Вычислите силу притяжения Луны к Земле. Масса Луны примерно равна 7·1022 кг, масса Земли – 6·1024 кг. Расстояние между Луной и Землей считать равным 384000 км.
2. Земля движется вокруг Солнца по орбите, которую можно считать круговой, радиусом 150 млн. км. Найдите скорость Земли по орбите, если масса Солнца 2·1030 кг.
3. Два корабля массой 50000 т каждый стоят на рейде на расстоянии 1 км один от другого. Какова сила притяжения между ними?
4. Домашнее задание: а) решение задач "Закон всемирного тяготения" с использованием среды MS Excel для моделирования задач и проведения расчётов с составлением формул (обязательно):
	1. С какой силой притягиваются друг к другу два тела массой по 20 т, если расстояние между их центрами масс равно 10 м?
	2. С какой силой притягивается Луной гиря массой 1 кг, находящаяся на поверхности Луны. Масса Луны равна 7,3 · 1022 кг, а ее радиус 1,7·108 см?

б)с помощью Internet-ресурсов и Microsoft Office Publisher создать мультимедийные материалы иллюстрации новых понятий, законов, вводимых на уроке (по желанию учащихся).