

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра физики и методико-информационных технологий

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Изучение движения тел в поле сил тяготения

студента 4 курса группы 4122

направления подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование»

института физики

Хемраева Вепы

Научный руководитель

профессор, д.ф.-м.н.



В.М.АНИКИН

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.,



Т.Г. Бурова

Саратов 2022

ВВЕДЕНИЕ

Окружающим нас миром управляют силы, определяемые четырьмя основными фундаментальными видами взаимодействия: гравитационным, электромагнитным, сильным и слабым.

Гравитация действует между всеми без исключения частицами и всегда имеет характер притяжения. Электромагнитные силы действуют между электрически заряженными частицами и могут быть как силами притяжения, так и силами отталкивания. Сильная, или ядерная, сила действует только между частицами, объединёнными общим названием адроны, от греческого слова “адрос” – крупный, тяжёлый, и её интенсивность не зависит от электрических зарядов взаимодействующих частиц. Слабая сила действует, прежде всего, между частицами другого класса – лептонами. Примером лептонов являются электрон, нейтрино. Действие слабой силы также не зависит от электрического заряда частиц, причем слабое взаимодействие существует также между лептонами и адронами.

Из всех фундаментальных взаимодействий самым слабым является гравитационное. Сила гравитационного притяжения электрона к ядру в атоме водорода примерно в 10^{-39} раз меньше силы их электрического взаимодействия. И несмотря на это закон гравитационного взаимодействия оказался историческим первым, который был открыт и обоснован наукой. Закон обратных квадратов, определяющий зависимость величины ряда сил от расстояния между телами, был впервые сформулирован именно для гравитационного притяжения. Все другие законы, где есть обратная квадратичная зависимость, в частности, закон Кулона, магнитного взаимодействия элементов тока, формулировались почти на сто лет позже и во многом по аналогии с законом всемирного тяготения.

Почему же столь слабое гравитационное взаимодействие было открыто самым первым? Причина этого заключается в том, что четыре основных силы резко различаются по характеру зависимости их от расстояния между взаимодействующими частицами. Радиус действия ядерных сил составляет лишь

10^{-15} м, т.е. порядка диаметра атомных ядер. При больших расстояниях это взаимодействие очень быстро становится пренебрежительно малым. Слабое взаимодействие также является короткодействующим. Считается, что его радиус действия значительно меньше, чем у сильного. Гравитационная и электрическая силы являются дальнедействующими и подчиняются закону обратных квадратов, т.е. убывают с расстоянием довольно медленно. Именно гравитация удерживает вместе основные объекты вселенной - планеты, звезды, галактики. Чем большую часть вселенной мы рассматриваем, тем большую роль играют в ней силы гравитационного притяжения, которые определяют не только прошлое и настоящее, но и будущее вселенной.

Созданием и развитием теории тяготения мы обязаны двум выдающимся физикам своего времени - Исааку Ньютону и Альберту Эйнштейну, причём в специальной теории относительности Эйнштейна классическая теория тяготения Ньютона выступает как первое приближение для слабых гравитационных полей.

Изучение движения тел в поле сил тяготения является важным вопросом курса физики средней школы.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка учебно-методических материалов по теме «Движение тел в поле сил тяготения».

Для этого необходимо решить ряд **задач**:

- 1) сформулировать основные понятия изучаемой темы и ее практическую значимость,
- 2) разработать конспект урока усвоения новых знаний,
- 3) подобрать задачи различного уровня сложности,
- 4) предложить лабораторные работы для использования учителем при очном и дистанционном формате обучения,
- 5) рассмотреть возможность использования компьютерных моделей и натуральных экспериментов при изучении темы,
- 6) разработать контрольно-измерительные материалы.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух разделов, заключения и списка использованных источников.

В первом разделе «Изучение теоретического материала по теме «Движение тел в поле сил тяготения»» была определена роль рассматриваемой темы в школьном курсе физики, проанализирован материал темы «Всемирное тяготение» в учебнике физики за 10 класс Мякишева Г.Я. и Буховцева Б.Б. В ходе анализа были выделены структурные элементы темы, которые разбиты на два блока: то, что нужно знать перед изучением темы, и то, что нового ученики узнают, изучая тему. В процессе изучения дети познакомятся со следующими элементами темы: результаты Ньютоновских расчетов, формула закона всемирного тяготения, получение значения гравитационной постоянной, ускорение свободного падения, законы Кеплера.

Во втором разделе представлены дидактические материалы для проведения урока усвоения новых знаний, подборка задач по теме и предлагаемые лабораторные работы.

Как пример оформления урока, ниже представлена разработка урока на тему «Закон всемирного тяготения» с методическими замечаниями.

Урок 1	Класс: 10	Предмет: Физика
Тема: «Закон всемирного тяготения».		

ХОД УРОКА.

1. Организационный момент

Приветствие учащихся. Проверка отсутствующих.

2. Постановка цели и задач урока

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.

3. Мотивация урока

- Что называется свободным падением тел?
- Что такое ускорение свободного падения?

— Кто первым пришел к выводу о том, что свободное падение является равноускоренным движением?

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.

4. Актуализация опорных знаний. Проверка домашнего задания.

— 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.

ОБЪЯСНЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА УЧИТЕЛЕМ.

Как сила всемирного тяготения зависит от расстояния между материальными точками? Из астрономических наблюдений было известно ускорение Луны. Оно равнялось $0,0026\text{м/с}^2$, 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:

$$F \sim m \quad (1)$$

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 (M):

$$F \sim M \quad (2)$$

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

$$F \sim mM \quad (3)$$

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

$$F \sim m_1 m_2 \quad (4)$$

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

$$a_1 = g = 9,81 \text{ м/с}^2, \quad r_1 = R_{\text{Земли}} = 6400 \text{ км} \quad (5)$$

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:

$$a_2 = a_{\text{Луны}} = 0,0026 \text{ м/с}^2$$

$$r_2 = R_{\text{орбиты Луны}} = 384000 \text{ км}$$

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

$$\frac{r_2^2}{r_1^2} \approx 60^2 \approx \frac{F_1}{F_2} \approx 3600$$

Можно теперь догадаться, что

$$F \sim \frac{1}{r_2} \quad (6)$$

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

$$F \sim \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (7)$$

Формулу закона запишем введя коэффициент пропорциональности:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (8)$$

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 $m_1 = m_2 = 1$ кг и расстояние между двумя материальными точками $r = 1$ м, 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: $G = 6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$ (При наличии времени можно проанализировать опыты Кавендиша по обнаружению гравитационного притяжения и определения значения гравитационной постоянной (Интернет – ресурс: <http://www.hde.kurganobl.ru>)).

Закрепление

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: M и R . Например, на Луне ускорение гораздо меньше чем на земле.

4. Если высота $h \ll R$ (мы находимся около поверхности Земли), то высотой в знаменателе можно пренебречь и мы получим формулу для ускорения свободного падения:

$$g_{\text{среднее}} = G \frac{M_{\text{Земли}}}{R_{\text{Земли}}^2} = 9,81 \text{ м/с}^2$$

5. 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.

Домашнее задание: а) решение задач на тему "Закон всемирного тяготения":

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 $7,3 \cdot 10^{22}$ кг, а ее радиус $1,7 \cdot 10^8$ см?

3. Вычислите силу притяжения Луны к Земле. Масса Луны примерно равна $7 \cdot 10^{22}$ кг, масса Земли – $6 \cdot 10^{24}$ кг. Расстояние между Луной и Землей считать равным 384000 км.

4. Земля движется вокруг Солнца по орбите, которую можно считать круговой, радиусом 150 млн. км. Найдите скорость Земли по орбите, если масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг.

5. Два корабля массой 50000 т каждый стоят на рейде на расстоянии 1 км один от другого. Какова сила притяжения между ними?

Рефлексия

А сейчас я предлагаю дать оценку нашего урока. У вас на столах четыре оценочных листа, один из которых вы должны мне сдать. (Учащиеся дают оценку урока: «Было легко и интересно», «Было легко и неинтересно», «Было трудно и неинтересно», «Было трудно, но интересно»).

До свидания! Спасибо за урок !

Примечание: как и по аналогии с предыдущим случаем, метод решения задач используется в ходе усвоения новых знаний, а также на этапе первичной проверки понимания и закрепления. Учитель совместно с учениками разрабатывает алгоритм решения задач иного типа с применением формул новой темы, показывает способы получения новых формул при условии, что даны иные параметры, но связанные с искомыми (например, как, зная период, можно найти частоту и обратно). Полученные знания закрепляются в ходе индивидуального решения задач учащимися с последующей проверкой и ликвидацией возможных ошибок.

Все элементы темы отражены слайдами или демонстрациями, представленными как часть лекционного материала, который учитель будет объяснять учащимся в течение урока.

Далее представлен список задач различного уровня сложности, который можно давать обучающимся при изучении всемирного тяготения.

В выпускной квалификационной работе приводится виртуальная лабораторная работа по определению ускорения свободного падения тел на различных планетах.

Отдельным подпунктом второго раздела рассматривается закрепление знаний средствами компьютерного и натурального моделирования. Отмечено, что очень удобными являются содержащиеся в среде «Живая физика» компьютерные модели.

Завершают работу контрольно-измерительные материалы, представленные в виде четырех вариантов заданий для контрольной работы.

Заключение

Целью выпускной квалификационной работы являлась разработка учебно-методических материалов по теме «Движение тел в поле сил тяготения».

Выпускная квалификационная работа содержит:

- конспект урока усвоения новых знаний на тему «Закон всемирного тяготения» с технологической картой и презентацией,
- подборку задач различного уровня сложности,
- виртуальную лабораторную работу,
- компьютерные модели для изучения движения тел в поле сил тяготения,
- контрольно-измерительные материалы.

Таким образом, поставленная в начале работы цель, была достигнута.

Предложенный в работе дидактический материал имеет практическое значение при изучении темы «Закон всемирного тяготения» в школе, собранные материалы направлены на развитие у школьников умения решать задачи и познавательного интереса, углубление знаний о физических явлениях и их значении в повседневной жизни и технике.

Список использованных источников

1. Кликов, М.Н. Всемирное тяготение. Классический подход: Учебное пособие для студентов вузов / М.Н.Кликов. – М.: Высш. шк., 1997. – 56 с.
2. Мякишев, Г.Я. Физика. Учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений/ Г.Я Мякишев, Б.Б. Буховцев. – М.:Просвещение. – 2011. – 343 с.
3. Пинский А. А. Задачи по физике / Под ред. Ю.И. Дика. – 3-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 296 с.
4. Лукашик, В.И. Иванова Е.В. Сборник задач по физике 7- 9 класс. Просвещение. – 2011- 36 с.
5. Сборник задач по физике: Для 9-11 кл. общеобразоват. учреждений / Сост., Степанова. Г. Н. – 3-е изд. – М.: Просвещение, АО «Московские учебники», 1997. – 256 с.
6. Сборник задач по общему курсу физики, Волькенштейн, В.С. В 2 кн. Кн. 2. – М.: Олимп, 1999. – 592 с.

8. Субботин Г.П. Сборник задач по астрономии. - М. "Аквариум"1997 – 354с.
9. Марон А.Е, Дидактические материалы к учебнику А. В. Перышкина, А. В. Гутник. Е. М. Физика. 9 класс. 2018 — 74с.

