

Министерство образования Республики Беларусь

Учебно-методическое объединение вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

А.И. Жук

20.06.2010

Регистрационный № ТД- 6, 299/тип.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Типовая учебная программа
для высших учебных заведений по специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям)

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения вузов Республики Бела-
русь по естественнонаучному образо-
ванию

В.В. Самохвал

28.12.2009

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования Респу-
блики Беларусь

Ю.И. Миксюк

20.06.2010

Ректор Государственного учреждения
образования «Республиканский ин-
ститут высшей школы»

М.И. Демчук

22.06.2010

Эксперт-нормоконтролер

Алексей Ф.М. Кавычев

22.06.2010

Минск 2009

СОСТАВИТЕЛИ:

Г.Н. Борздов – профессор кафедры теоретической физики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

М.Н. Полозов – доцент кафедры теоретической физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра теоретической механики Учреждения образования "Белорусский государственный технологический университет";

Ю.А. Курочкин – заведующий лабораторией теоретической физики Института физики НАН Беларуси, доктор физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой теоретической физики Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 30 апреля 2009 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от «23» октября 2009 г.);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 1 от «26» октября 2009 г.).

Ответственный за редакцию: **М.Н. Полозов**

Ответственный за выпуск: **Н.М. Гаврилова**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа предназначена для подготовки студентов физических специальностей ВУЗов, для которых курс "Теоретическая механика" представляет собой первый из разделов дисциплины "Теоретическая физика". В нем вводятся многие из основных понятий и методов, которые находят затем свое дальнейшее развитие в последующих разделах теоретической физики. Математической базой дисциплины являются разделы математики, уже изученные студентами до начала чтения данного курса, а также изучаемые параллельно с ним (математический анализ, аналитическая геометрия и высшая алгебра, основы векторного и тензорного анализа, дифференциальные и интегральные уравнения, методы математической физики и др.).

Цели изучения дисциплины "Теоретическая механика" – на базе сравнительно простых физических систем сформировать у будущих физиков представления об основных идеях и методах теоретической физики, научить студентов применять эти методы к решению задач о механическом движении.

Задачи дисциплины "Теоретическая механика" – внести вклад в подготовку современного специалиста, способного к пониманию и освоению сложной и быстроизменяющейся науки, развить у него творческую интуицию и необходимый кругозор.

На основе анализа законов Ньютона вводятся понятия динамической системы, ее состояния и свойств, уравнений и законов движения, принцип механического детерминизма. Методам Лагранжа, Гамильтона и Гамильтона-Якоби отводится большая часть учебных часов в связи с ролью этих методов в теоретической физике и дальнейшим их развитием в квантовой теории. При изложении этих методов в начале курса появляется возможность их использования в разделах, имеющих прикладной характер, что способствует лучшему их усвоению и разнообразит математический аппарат при решении конкретных задач. Значительное внимание уделяется законам сохранения энергии, импульса и момента импульса и их связи со свойствами пространства и времени и с симметрией силовых полей. Полученные в курсе "Теоретическая механика" знания затем углубляются в таких изучаемых впоследствии студентами дисциплинах как "Квантовая механика", "Термодинамика и статистическая физика", многих дисциплинах специализации.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- уравнения движения в разных формулировках;
- законы сохранения
- основные уравнения для идеальной и вязкой жидкостей

уметь:

- рассчитывать движение частиц в силовых полях;
- рассчитывать колебания механических систем в гармоническом приближении

В соответствии с типовыми учебными планами на изучение дисциплины отведено всего 220 часов, в том числе аудиторных — 120 часов, из них: лекции — 64 часа, практические занятия — 56 часов. По разделам программы планируется проведение контрольных работ и коллоквиумов. Форма отчетности — зачет и экзамен.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции	Практ. занятия	Всего
1.	Основные понятия и законы классической механики.	2		2
2.	Уравнения движения.	8	6	14
3.	Законы сохранения.	6	6	12
4.	Интегрирование уравнений движения.	6	8	14
5.	Канонические уравнения.	8	10	18
6.	Столкновения частиц.	3	6	9
7.	Малые колебания.	7	8	15
8.	Движение твердого тела.	8	4	12
9.	Основные понятия механики сплошных сред.	2		2
10.	Идеальная жидкость.	8	5	13
11.	Вязкая жидкость.	6	3	9
	Итого	64	56	120

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Основные понятия и законы классической механики. Основные понятия: система отсчета, пространство и время, масса и сила. Инерциальные системы отсчета, первый закон Ньютона и его экспериментальная проверка. Второй закон Ньютона. Состояние и свойства динамической системы. Принцип механического детерминизма. Уравнения движения как дифференциальные уравнения эволюции состояния механической системы, вид которых определяется ее свойствами.

2. Уравнения движения. Понятие о связях. Классификация связей. Число степеней свободы; обобщенные координаты, скорости и ускорения. Конфигурационное пространство. Принцип наименьшего действия. Свойства функции и уравнений Лагранжа. Принцип относительности Галилея. Функция Лагранжа свободной частицы и системы материальных точек. Обобщенный потенциал; сила Лоренца как обобщенно-потенциальная сила.

3. Законы сохранения. Интегралы движения и их связь с симметриями пространства и времени и силовых полей. Энергия. Импульс. Обобщенные

импульсы и силы. Центр инерции. Момент импульса. Механическое подобие и вириальная теорема.

4. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение. Движение в центральном поле. Кеплерова задача. Задача двух тел. Движение в поле обобщенно-потенциальных сил.

5. Канонические уравнения. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Фазовое пространство. Скобки и теорема Пуассона. Действие как функция координат и времени. Принцип Мопертюи. Канонические преобразования. Движение как каноническое преобразование. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема ансамбля механических систем. Уравнение Гамильтона-Якоби. Разделение переменных в уравнении Гамильтона-Якоби.

6. Столкновения частиц. Распад частиц. Упругие столкновения частиц. Рассеяние частиц как метод исследования взаимодействий. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.

7. Малые колебания. Положение устойчивого равновесия. Свободные одномерные колебания. Вынужденные одномерные колебания. Колебания систем со многими степенями свободы. Затухающие колебания. Диссипативная функция Рэля. Вынужденные колебания при наличии трения.

8. Движение твердого тела. Кинематика твердого тела. Угловая скорость. Кинетическая энергия твердого тела и тензор инерции. Главные оси и главные моменты инерции. Момент импульса твердого тела. Свободное вращение ротатора, шарового и симметрического волчков. Уравнения движения твердого тела. Эйлеровы углы. Динамические уравнения Эйлера. Движение в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции.

9. Основные понятия механики сплошных сред. Физически бесконечно малая частица. Понятие о поле. Методы Лагранжа и Эйлера. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности. Поверхностные и объемные силы.

10. Идеальная жидкость. Уравнение Эйлера движения идеальной жидкости. Гидростатика. Уравнение Бернулли. Поток энергии, вектор Умова. Поток импульса. Сохранение циркуляции скорости. Потенциальное течение. Несжимаемая жидкость. Звуковые волны. Геометрическая акустика. Собственные колебания. Распространение звука в движущейся среде.

11. Вязкая жидкость. Тензор вязких напряжений. Уравнения движения вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости. Течение по трубе. Закон подобия.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень практических занятий

1. Уравнения движения.
2. Законы сохранения.
3. Интегрирование уравнений движения.

4. Канонические уравнения.
5. Столкновения частиц.
6. Малые колебания.
7. Движение твердого тела.
8. Идеальная жидкость.
9. Вязкая жидкость.

Рекомендуемые темы для самостоятельной работы

1. Механическое подобие.
2. Распад частиц.
3. Формула Резерфорда.
4. Эйлеровы углы.
5. Принцип Мопертюи.
6. Теорема Лиувилля.
7. Распространение звука в движущейся среде.
8. Закон подобия.

Рекомендуемые формы контроля знаний

1. Контрольные работы.
2. Коллоквиумы.

Рекомендуемые темы контрольных работ

1. Уравнения движения. Законы сохранения.
2. Канонические уравнения.
3. Канонические уравнения.
4. Малые колебания. Движение твердого тела.

Рекомендуемые темы коллоквиумов

1. Уравнения движения. Законы сохранения.
2. Интегрирование уравнений движения. Канонические уравнения.
3. Столкновения частиц. Малые колебания.
4. Движение твердого тела. Идеальная жидкость.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Ландау, Л.Д., Механика: учебн. пособие/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1988. - 208 с.
2. Коткин, Г.Л., Сборник задач по классической механике: учебн. пособие/ Г.Л. Коткин, В.Г. Сербо. – М.: Наука, 1977. - 319 с.

3. Ландау, Л.Д., Гидродинамика: учебн. пособие/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1986. - 736 с.

Дополнительная

1. Ольховский, И.И., Курс теоретической механики для физиков: учебн. пособие/ И.И. Ольховский. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. - 574 с.
2. Голдстейн, Г., Классическая механика: учебн. пособие/ Г. Голдстейн. М.: Наука, 1975. - 415 с.
3. Пятницкий, Е.С., Сборник задач по аналитической механике: учебн. пособие/ Е.С. Пятницкий и др. М.: Наука, 1980. - 320 с.
4. Седов, Л.И. Механика сплошной среды: учебн. пособие в 2 т./ Л.И. Седов. М.: Наука, 1983. Т. 1-2.