

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»
Факультет фундаментальной физико-химической инженерии

УТВЕРЖДЕН

на заседании Ученого совета

« 14 » июня 2013 г.

протокол № 4

Заместитель декана по учебной работе

_____ / Григорьева Л.Д. /

« 14 » июня 2013 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

дисциплины «МЕХАНИКА»

Специальность
010701 "Физика"

Квалификация
"Физик"

Форма обучения
очная

УМК соответствует учебному плану
подготовки,
утвержденному ректором Московского
государственного университета им.
М.В.Ломоносова академиком РАН В.А.
Садовничим 23.10.2009

Москва 2013

Название дисциплины: Механика.

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: показать роль механики как основы современной физики, научить работать с базовыми понятиями механики.

Задачи:

- ознакомление студентов с основными принципами и законами механики и их математическим выражением;
- изучение сущности механических и физических явлений и процессов, методов их наблюдения и экспериментального исследования;
- формирование умения правильно выражать физические идеи, количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин;
- привитие навыков самостоятельной экспериментальной работы, освоение главных методов точного измерения физических величин и способов обработки результатов эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Механика» является обязательной, содержится в федеральном компоненте блока ЕН учебного плана, является базовой для дисциплин «Общий физический практикум» (1 семестр обучения), «Теоретическая механика», «Механика сплошных сред», «Квантовая теория», «Квантовая механика и квантовая химия».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.

Компетенции, соответствующие дисциплине:

(1) универсальные:

а) общенаучные:

- обладание знаниями о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук: физики, химии, биологии, наук о земле и человеке, экологии; владение основами методологии научного познания различных уровней организации материи, пространства и времени; умение, используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные мировоззренческие и методологические естественнонаучные и социальные проблемы с целью планирования устойчивого развития (ОНК-1);
- готовность использовать знания как инструменты для целостного решения познавательных и профессиональных задач (ОНК-5);
- владение базовыми разделами математики, физики, химии, информатики и программирования, необходимыми для решения задач в профессиональной области (ОНК-6);
- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания в области математики, физики, химии, информатики и программирования (ОНК-7);
- способность создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные математические результаты, владение знаниями об ограничениях и границах применимости моделей (ОНК-8);
- владение знаниями в области техники, технологии и инноватики, необходимыми для практического освоения современных технических систем и технологий, для решения научно-исследовательских и практических задач в профессиональной области (ОНК-9);

б) инструментальные:

- владение навыками управления информацией для написания докладов, отчетов, обзоров и статей (ИК-10);
- владение методами инструментальных исследований, необходимых для проведения экспериментальных работ в профессиональной области (ИК-11);
- способность к анализу знаний и их синтезу в сфере профессиональной деятельности (ИК-12);
- способность к организации и планированию экспериментальных и теоретических исследований в профессиональной деятельности и выстраиванию стратегии исследовательской работы (ИК-13);

в) системные:

- способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (СК-1);
- способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения (СК-2);
- способность к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности; к инновационной научно-образовательной деятельности (СК-3);
- способность применять знания на практике (СК-4);

(2) профессиональных (ПК):

- владение навыками и методологической культурой применения полученных фундаментальных знаний в области математики, физики, химии и биологии для выполнения научных исследований (ПК-1);
- способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей (ПК-3);
- способность работать с научной литературой, готовность сопоставлять известные экспериментальные и теоретические результаты с полученными оригинальными экспериментальными и теоретическими результатами и делать обоснованные выводы (ПК-4);
- готовность обсуждать в научной среде полученные экспериментальные и теоретические результаты и делать выводы; способность излагать полученные научные результаты в устной форме (презентации и доклады на конференциях) и письменной форме (статьи, обзоры, сообщения) (ПК-5).
- способность к активному поиску новой информации, умению работать с различными источниками информации; готовность анализировать и решать инженерные проблемы с использованием междисциплинарного подхода (ПК-7);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные законы механики

Уметь: решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе механики;

Владеть: методами решения задач, навыками поиска необходимой для решения задач информации в открытых источниках и применять ее при решении практических задач.

Приобрести опыт деятельности: в формулировке и решении конкретных задач, важных с точки зрения фундаментальной науки и практики.

4. Содержание и структура дисциплины

4.1. Содержание разделов дисциплины (К – коллоквиум, Т – проверочная самостоятельная работа (тест), РК - рубежная контрольная работа, ДЗ – домашнее задание, РГЗ – расчетно-графическое задание)

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Кинематика	Системы отсчета. Векторные, скалярные величины. Радиус вектор. Выражение вектора через его компоненты в декартовой системе координат. Преобразование координат. Понятие времени и часов. Синхронизация часов. Способы описания движения материальной точки. Перемещение, скорость, ускорение в векторной и координатной формах. Произвольное криволинейное движение, кривизна траектории, радиус, центр кривизны. Разложение вектора полного ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие. Движение точки по окружности, векторы угловой скорости и углового ускорения. Преобразования координат.	ДЗ, РК
2.	Законы Ньютона	Инерциальные системы отсчета, первый закон Ньютона. Классический закон сложения скоростей. Инвариантность длины, интервала времени, ускорения. Абсолютный характер понятия одновременности. Силы и взаимодействия. Четыре типа взаимодействий. Первый и второй законы Ньютона. Масса как мера инертности. Третий закон Ньютона, его интерпретация при электромагнитном взаимодействии движущихся зарядов. Понятие импульса тела и импульса силы. Закон сохранения импульса. Нерелятивистские ракеты, уравнения Мещерского, формула Циолковского.	
3.	Работа и энергия	Работа силы. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Силовое поле. Связь силы с потенциальной энергией. Энергия взаимодействия. Закон сохранения механической энергии. Законы сохранения при столкновениях. Упругие столкновения. Замедление нейтронов как пример упругого столкновения. Неупругие столкновения	
4.	Гармонические колебания	Гармонические колебания. Характеристики гармонических колебаний. Уравнение гармонического осциллятора. Математический и физический маятники. Сложение гармонических колебаний. Собственные и вынужденные колебания.	

5.	Момент импульса	Момент импульса и момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени.	
6.	Тяготение	Закон всемирного тяготения Ньютона; потенциальный характер сил тяготения. Движение в поле центральных сил, уравнение траектории движения. Движение в кулоновском поле. Законы Кеплера. Движение искусственных спутников Земли.	
7.	Механика твердого тела	Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Понятие момента инерции относительно оси вращения. Понятие о тензоре инерции. Главные оси и главные моменты инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Расчеты моментов инерции цилиндра, шара, стержня, диска. Кинетическая энергия движения твердого тела. кинетическая энергия вращения. Плоское движение. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Вращение твердого тела относительно неподвижной точки. Теорема Эйлера об угловой скорости. Мгновенная ось вращения. Гироскопы.	ДЗ
8.	Неинерциальные системы отсчета	Неинерциальные системы, движущиеся прямолинейно. Силы инерции. Невесомость. Неинерциальные вращающиеся системы. Кориолисово ускорение. Неинерциальная система координат, связанная с поверхностью Земли. Маятник Фуко. Гравитационная и инертная массы.	
9.	Механика упругих тел	Понятие сплошной среды. Деформация сплошной среды. Упругая и пластическая деформации. Одноосные растяжения и сжатие, сдвиг, изгиб, кручение. Закон Гука, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Предел упругости. Прочность, хрупкость, остаточная деформация. Волны в сплошной среде и элементы акустики.	
10.	Элементы гидродинамики	Стационарное и нестационарное течение жидкости и газа. Линии тока. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Силы вязкости и формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Эффект Магнуса. Образование подъемной силы при обтекании крыла.	

4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, из них лекции – 54 часа, семинары – 36 часов, самостоятельная работа – 90 часов.

Вид работы	Семестр 1	Всего
Общая трудоемкость	180	180
Аудиторная работа:	90	90
Лекции (Л)	54	54
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа	90	90
Вид итогового контроля	Зачет, экзамен	

Разделы дисциплины по семестрам

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Кинематика	10	2	2		6
2	Законы Ньютона	26	8	6		12
3	Работа и энергия	24	8	4		12
4	Гармонические колебания	20	6	4		10
5	Момент импульса	20	6	4		10
6	Тяготение	22	8	4		10
7	Механика твердого тела	24	6	6		12
8	Неинерциальные системы отсчета	12	4	2		6
9	Механика упругих тел	12	4	2		6
10	Элементы гидродинамики	10	2	2		6
	Итого:	180	54	36		90

4.3. Практические занятия (семинары)

№ раздела	№ занятия	Тема	Кол-во часов
1	1	Кинематика плоского движения материальной точки	2
2	2	Применение законов Ньютона	2
	3	Уравнения движения и их интегрирование	2
	4	Движение тел с переменной массой	2
3	5	Законы сохранения импульса и энергии	2
	6	Столкновения частиц	2
4	7	Малые колебания вблизи положения равновесия	2
	8	Вынужденные колебания гармонического осциллятора. Резонанс.	2
5	9	Закон сохранения момента импульса и уравнение моментов	2
	10	Вычисление моментов инерции твердых тел. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Теорема Кенига.	2
6	11	Закон всемирного тяготения	2
	12	Контрольная работа. Разбор контрольной работы	2

7	13	Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси	2
	14	Плоское движение твердого тела. Качение.	4
8	15	Движение в неинерциальных системах отсчета	2
9	16	Механика упругих тел.	2
10	17	Элементарная гидродинамика	2

4.4. Самостоятельное изучение разделов дисциплин

№ раздела	№ вопроса	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	1	Способы описания движения материальной точки.	2
	2	Перемещение, скорость, ускорение в векторной и координатной формах.	4
2	3	Силы и взаимодействия. Четыре типа взаимодействий.	12
3	4	Замедление нейтронов как пример упругого столкновения.	12
4	5	Сложение гармонических колебаний.	10
5	6	Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени	10
6	7	Движение искусственных спутников Земли.	10
7	8	Расчеты моментов инерции цилиндра, шара, стержня, диска.	12
8	9	Неинерциальная система координат, связанная с поверхностью Земли.	6
9	10	Предел упругости. Прочность, хрупкость, остаточная деформация.	6
10	11	Эффект Магнуса. Образование подъемной силы при обтекании крыла.	6

5. Образовательные технологии

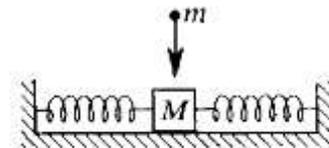
5.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия	Интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
1	Лекции, семинары	мультимедийный проектор, презентация, интерактивная доска	90
Итого			90

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Вариант контрольной работы

1. Тело массой m движется под действием некоторой силы по траектории $\vec{r} = t^3 \vec{i} + 3t^2 \vec{j}$, где \vec{i} и \vec{j} - единичные векторы координатных осей x и y . Найти мощность $N(t)$, развиваемую силой в момент времени t .
2. Под каким углом α нужно тянуть за веревку тяжелый ящик массы m для того, чтобы передвигать его волоком по горизонтальной шероховатой поверхности с наименьшим усилием, если коэффициент трения равен μ ?
3. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на жестком стержне пренебрежимо малой массы, и застревает в нем. Масса пули в 100 раз меньше массы шара. Расстояние от центра шара до точки подвеса стержня $l=1$ м. Найти скорость v пули, если известно, что стержень с шаром отклонился от удара пули на угол $\alpha=60^\circ$.
4. Протон с начальной скоростью v летит прямо на первоначально покоящееся ядро лития. Какова скорость частиц при наибольшем сближении? (Масса ядра лития приблизительно в семь раз больше массы протона.)
5. К ободу однородного сплошного диска радиусом $R=0.5$ м приложена постоянная касательная сила $F=100$ Н. При вращении диска на него действует момент сил трения $M_{\text{тр}}=2$ Н·м. Определить массу диска, если известно, что его угловое ускорение постоянно и равно 16 рад/с².
6. Брусочек массой M лежит на идеально гладком столе и соединен двумя пружинами различной жесткости с опорами. Брусочек колеблется около своего положения равновесия. В момент, когда брусочек проходит положение равновесия, на него сверху падает кусок пластилина массой m и прилипает к нему. Во сколько раз изменится амплитуда и период колебаний?



Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Способы описания движения материальной точки. Перемещение, скорость и ускорение в векторной и координатной формах.
2. Скорость и ускорение при движении материальной точки по криволинейной траектории.
3. Разложение вектора полного ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие.
4. Движение точки по окружности. Линейная и угловая скорость, угловое ускорение.
5. Первый и второй законы Ньютона.
6. Закон сохранения импульса. Третий закон Ньютона.
7. Центр масс. Теорема о движении центра масс.
8. Уравнение моментов для системы частиц.
9. Связь момента импульса материальной точки с секториальной скоростью.
10. Движение замкнутой системы из двух взаимодействующих частиц. Приведенная масса.
11. Уравнение Мещерского. Реактивная сила. Формула Циолковского.
12. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.
13. Связь между кинетическими энергиями в различных инерциальных системах отсчета. Теорема Кёнига.
14. Законы сохранения при абсолютно упругом и абсолютно неупругом ударах.
15. Гармонический осциллятор. Примеры гармонических осцилляторов.

16. Физический маятник.
17. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний осциллятора. Добротность.
18. Возбуждение осциллятора синусоидальной силой. Резонансные кривые.
19. Закон всемирного тяготения Ньютона; потенциальный характер сил тяготения.
20. Движение тел в поле центральных сил. Законы Кеплера.
21. Плоское движение. Теорема о мгновенном центре вращения.
22. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела.
23. Угловая скорость как вектор. Мгновенная ось вращения.
24. Момент импульса тела относительно точки и неподвижной оси.
25. Момент инерции тела относительно оси. Примеры. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
26. Кинетическая энергия движения твёрдого тела, кинетическая энергия вращения.
27. Уравнения движения твёрдого тела. Скатывание тел вращения по наклонной плоскости.
28. Вынужденная прецессия гироскопа (приближенная теория).
29. Относительное, переносное и кориолисово ускорения. Силы инерции.
30. Уравнение движения частицы в поступательно движущейся неинерциальной системе координат.
31. Уравнение относительного движения материальной точки в гравитационном поле Земли с учётом её вращения.
32. Маятник Фуко.
33. Упругие и пластические деформации. Закон Гука.
34. Коэффициент Пуассона. Модули упругости.
35. Модуль всестороннего сжатия.
36. Модуль одностороннего сжатия с фиксированной боковой поверхностью.
37. Плотность энергии упругой деформации.
38. Основное уравнение гидростатики. Барометрическая формула.
39. Уравнение Бернулли. Формула Торричели.
40. Силы вязкого трения. Формула Пуазейля.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 1. Механика. – М.: Наука, 1989.
2. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика. – М.: Наука, 1983.
3. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1, 2. – М.: Мир, 1977.

7.2. Дополнительная литература

1. Стрелков С. П. Механика. – М., Наука, 1977.
2. Хайкин С. Э. Физические основы механики. – М., Наука, 1971.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1 – М., Наука, 1988.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специально оборудованной аудитории с мультимедийным оборудованием. Вспомогательный материал в виде презентаций и электронных учебных материалов доступен студентам на сайте факультета.