

Вопросы к экзамену по курсу теоретической механики для направления «Прикладные математика и физика»

Лектор Н.Н. Пенкина

1. Основные свойства пространства и времени. Системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Преобразование Галилея.
2. Траектория. Скорость, ускорение и их проекции на оси естественного трехгранника.
3. Второй закон Ньютона. Импульс. Сила. Масса. Момент импульса.
4. Теоремы сохранения импульса и момента импульса. Секторная скорость.
5. Прямая и обратная задачи механики. Интегрирование уравнений движения. Первые и вторые интегралы движения.
6. Работа силы. Кинетическая энергия. Консервативные силы и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.
7. Консервативность центральной силы. Интегралы движения для случая центрального поля.
8. Плоскость орбиты. Уравнение траектории в полярных координатах.
9. Исследование возможных траекторий. Финитное и инфинитное движение. Падение на центр. Условие замкнутости траектории.
10. Задача Кеплера. Ньютоновский потенциал. Уравнение траектории в канонической форме.
11. Типы орбит. Законы Кеплера. Задача двух тел и поправка на движение Солнца.
12. Рассеяние частиц неподвижным силовым центром. Угол рассеяния. Дифференциальное сечение рассеяния. Прицельное расстояние.
13. Рассеяние заряженных частиц электрическим полем неподвижного заряда. Формула Резерфорда.
14. Третий закон Ньютона. Силы внешние и внутренние. Движение центра инерции.
15. Импульс и момент импульса системы материальных точек. Законы их сохранения.
16. Энергия системы материальных точек. Закон сохранения энергии. Теорема вириала.
17. Движение при наложенных связях. Классификация связей. Виртуальные перемещения. Идеальные связи.
18. Принцип виртуальных работ. Принцип Даламбера.
19. Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа II рода. Функция Лагранжа.
20. Уравнения Лагранжа I рода (уравнения с реакциями связей).
21. Движение под действием обобщенно-потенциальных сил. Обобщенный потенциал, обобщенная энергия и ее связь с полной механической энергией системы.
22. Обобщенный импульс. Циклические координаты. Связь закона сохранения импульса с однородностью пространства.
23. Связь закона сохранения момента импульса с изотропностью пространства.
24. Обобщенная энергия. Связь закона сохранения обобщенной энергии с однородностью времени.
25. Силы трения и диссипативная функция Релея.
26. Понятие малых колебаний. Кинетическая и потенциальная энергия системы материальных точек, совершающих малые колебания. Уравнения движения. Собственные частоты.
27. Общий вид решения уравнений движения для малых колебаний. Нормальные координаты.
28. Вынужденные колебания. Явление резонанса.
29. Малые колебания при наличии сил трения. Комплексная частота, коэффициент затухания.
30. Вынужденные колебания при наличии затухания.
31. Понятие абсолютно твердого тела. Обобщенные координаты для твердого тела: направляющие косинусы, углы Эйлера.
32. Кинематическая теорема Эйлера. Теорема Шаля.
33. Угловая скорость, ее свойства. Понятие псевдовектора.
34. Ускорение во вращающейся системе. Силы инерции: центробежная сила, сила Кориолиса.
35. Кинетическая энергия твердого тела. Тензор инерции.
36. Момент инерции. Момент количества движения твердого тела. Теорема Штейнера.

37. Главные оси инерции и главные моменты инерции. Симметрический волчок, шаровой волчок, ротатор. Эллипсоид инерции.
38. Динамические уравнения Эйлера. Решение уравнений Эйлера для свободного симметрического волчка. Явление прецессии.
39. Понятие функционала, вариации, экстремали. Уравнения Эйлера для отыскания экстремалей.
40. Конфигурационное пространство. Действие. Вывод уравнений Лагранжа 2-го рода из принципа Гамильтона – Остроградского.
41. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона.
42. Связь функции Гамильтона с полной энергией системы.
43. Переход к методу Гамильтона как преобразование Лежандра.
44. Циклические координаты. Метод Рауса.
45. Определение канонических преобразований. Производящие функции различных типов, связь между ними.
46. Примеры канонических преобразований.
47. Скобки Пуассона и их свойства. Фундаментальные скобки.
48. Тождество Якоби.
49. Скобки Пуассона и интегралы движения.
50. Доказательство инвариантности скобок Пуассона относительно канонических преобразований.
51. Бесконечно малые канонические преобразования. Движение системы как бесконечно малое каноническое преобразование.
52. Бесконечно малые канонические преобразования и законы сохранения.
53. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля об инвариантности фазового объема.
54. Уравнение Гамильтона-Якоби.
55. Понятие деформируемой среды. Вектор смещения и тензор деформации. Главные оси и главные значения тензора деформации.
56. Однородные деформации. Малые деформации. Тензор скорости деформации.
57. Объемные и поверхностные силы. Тензор напряжений, его свойства.
58. Закон сохранения массы и уравнение неразрывности.
59. Общие уравнения движения сплошной среды. Незамкнутость системы уравнений и необходимость учета физических свойств реальных сплошных сред.
60. Понятие упругой среды. Обобщенный закон Гука.
61. Тензор модулей упругости. Изотропное абсолютно упругое тело. Коэффициенты Ламе.
62. Тензор напряжений в случаях деформации чистого сдвига и равномерного всестороннего сжатия.
63. Деформация растяжения стержня, модули Юнга и Пуассона.
64. Уравнение движения для деформированного твердого тела (уравнение Ламе).
65. Упругие волны.
66. Модель идеальной жидкости. Тензор напряжений для идеальной жидкости. Гидродинамические уравнения Эйлера.
67. Полная система уравнений движения для идеальной несжимаемой жидкости (однородной и неоднородной) и для идеальной сжимаемой (в случае баротропных процессов).
68. Гидростатика. Закон Паскаля. Закон Архимеда.
69. Стационарное течение жидкости. Линии тока. Интеграл Бернулли.
70. Вихревое движение жидкости. Циркуляция скорости. Теорема Томсона.
71. Физический смысл теоремы Томсона. Вихревые линии. Первая и вторая теоремы Гельмгольца.
72. Потенциальное течение жидкости. Интеграл Коши.
73. Полная замкнутая система уравнений для потенциального течения идеальной жидкости: баротропное течение; однородная жидкость: задача Дирихле и задача Неймана.
74. Потенциальное обтекание твердых тел. Парадокс Даламбера.