

"Теоретическая механика и основы механики сплошных сред" -2011 год
ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ (в скобках "стоимость" вопроса в баллах рейтинговой системы)

1. Предмет классической механики (2).
2. Разделы механики (2).
3. Понятие материальной точки и кинематики движения.(2). Запись основных кинематических характеристик движения в декартовой (2), цилиндрической (7) и сферической (СИ 15) системах координат. Понятие о естественном трехграннике (15).
4. Пространство (3) и время (2) в классической механике.
5. Понятие силы и массы (3). Примеры сил, встречающихся в классической механике (4). Законы Ньютона (3).
6. Принцип относительности Галилея (4).
7. Понятие об инерциальной системе отчета (2) и уравнения движения классической механики (12) в различных системах координат.
8. Начальные условия (2) и принцип причинности классической механики (6).
9. Работа и классификация сил (5). Потенциальные силы (4). Потенциальная энергия (6). Их взаимосвязь. Примеры для потенциальных сил, встречающихся в классической механике (5).
10. Криволинейная система координат (1), коэффициенты Ламме (3), уравнения движения для нее (2) (вывод уравнений Лагранжа +18).
11. Прямая (2) и обратная (2) задачи динамики.
12. СИ Интегрирование уравнений движения в случаях частных видов сил (10). (гармонический осциллятор, движение в средах с трением, движение в поле тяжести, движение заряженной частицы в однородном магнитном поле и в скрещенных однородных электрическом и магнитном полях, пространственный осциллятор, движение в гравитационном (кулоновском) поле и т.д.).
13. Пример прямой задачи динамики (формула Бине (8), закон всемирного тяготения (+5)).
14. СИ Пример обратной задачи механики (5) (пространственный осциллятор (8)).
15. Законы сохранения и интегралы движения (4). Основные теоремы классической механики (2)
16. Закон сохранения для системы материальных точек и его связь со свойствами пространства-времени
 - импульса (однородность пространства) (15);
 - момента импульса (изотропность пространства) (20);
 - энергии (однородность и изотропность времени) (20).
17. Система материальных точек (1). Центр инерции (тяжести) (2). Внутренние и внешние силы (1). Замкнутые и консервативные системы (3).
18. Законы изменения для системы материальных точек
 - импульса, замкнутые системы (5+3);
 - момента импульса (8+3);
 - полной механической энергии (8), виды сил (2), консервативные системы (2). Внутренняя энергия системы (4).
19. Теорема о вириале сил (10)
20. Одномерное движение материальной точки, свойства движения (8). Общее решение (8).
21. Движение материальной точки в центрально-симметричном поле. Постановка задачи (2). Интегралы движения и основные свойства (7). Эффективный потенциал и качественный анализ движения (6) (зависимость эффективного потенциала от расстояния (2), области,

- запрещенные и разрешенные для движения (2), финитное и инфинитное движение (2).
Условие падения материальной точки на силовой центр (8).
22. Движение материальной точки в центрально-симметричном поле. **Общее решение:** траектория движения и закон движения частицы по траектории (15). Условие замкнутости траектории (5).
 23. **Общее решение задачи** Кеплера: движение частицы под действием силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния (потенциал $U = -\alpha/r$) – **качественный анализ (7)**, **нахождение траектории (10)**, **анализ решения (2)**, **космические скорости (5)**.
 24. Законы Кеплера (3), их вывод (2+2+5).
 25. Движение материальной точки в поле $U(r) = \alpha/r$ (качественный анализ: общие свойства (3) и траектория (3), **вывод выражения для траектории (+5)**).
 26. Проблема двух тел, постановка задачи (3). **Вывод уравнений** движения **центра масс и фиктивной частицы** (8). Законы сохранения (5).
 27. Примеры задачи двух тел. Движение системы Земля-Солнце (3). Двойные звезды (3). Поправка к третьему закону Кеплера (6).
 28. Рассеяние двух частиц. Постановка задачи (5). Лобовой удар (6). Диаграмма **импульсов** (10). Условие захвата частиц (4).
 29. **Рассеяние потоков частиц. Постановка задачи (2)**. Дифференциальное поперечное эффективное сечение рассеяния (10). Формула Резерфорда (10). **Частные случаи (3)**.
 30. Свободные и связанные системы (1). Понятие о связях, движение системы при наличии связей (1). Классификация связей (3). Примеры связей (8=+1+1+1+2+3). Трудности решения задачи динамики при наличии связей (2).
 31. Степени свободы системы (2), обобщенные координаты (2).
 32. Действительные (2), возможные (3) и виртуальные (5) перемещения.
 33. Идеальные связи **и их примеры (4+4)**. Принципы виртуальных перемещений Даламбера (2+5).
 34. Уравнения Лагранжа первого рода (с реакциями связей) (2, с выводом +10).
 35. ??? Законы изменения импульса, момента импульса и энергии при наличии связей (8).
 36. Решение задач с помощью уравнений Лагранжа первого рода (3) – общий рецепт. Точка отрыва частицы при соскальзывании по параболе $x = ay^2$ (+10).
 37. Динамический принцип Даламбера и уравнения Лагранжа второго рода для обобщенных координат (3, с выводом +20).
 38. Решение задач в формализме уравнений Лагранжа (общий рецепт) (8).
 39. **Нахождение функции Лагранжа для механической системы (4)**. **Примеры: гармонический осциллятор, движение в центральном поле, свободные частицы, ... (4)**.
 40. Структура функции Лагранжа (7). Понятие об обобщенном потенциале (9). Сила, действующая на систему заряженных частиц во внешнем электромагнитном поле как пример обобщенно потенциальной силы (9). **Диссипативная функция Рэлея (6)**.
 41. Свойства функции (3) и уравнений Лагранжа (3).
 42. **Обобщенные импульсы (2)**, **циклические переменные (2)** и интегралы движения (2) в формализме уравнений Лагранжа.
 43. **Обобщенная энергия (3) физической системы (функция Гамильтона)**, законы изменения (10) и сохранения (3) обобщенной энергии системы (лагранжев формализм). **Обобщенно консервативные системы (2)**.
 44. Абсолютно твердое тело (1). Независимые координаты твердого тела (6). Эйлеровы углы (6).
 45. Положение скорость и ускорение произвольной точки твердого тела (10).
 46. Тензор инерции (8). Влияние симметрии твердого тела на вид тензора инерции (3). ??? Понятие об эллипсоиде инерции (4).

47. Момент импульса твердого тела (5). Уравнения движения твердого тела (5). Кинематические уравнения Эйлера (4).
48. Плоскопараллельное движение твердого тела (2). ??? Движение тела, закрепленного в двух точках (8).
49. Движение твердого тела с одной неподвижной точкой (2). Динамические уравнения Эйлера (6). Движение свободного симметричного волчка (6). Нутация (1).
50. ??? Неголономные связи (5). Уравнения движения системы при наличии неголономных связей (8).
51. СИ Статика. Условия равновесия системы материальных точек и твердых тел (12). ??? Соприкосновение твердых тел и их качение (8).
52. Уравнения движения в неинерциальной системе отсчета (3+12). Силы инерции (6). ??? Уравнения движения материальной точки у поверхности Земли (16).
53. Движение механической системы около положения равновесия (2). Общие свойства и типы колебаний (2).
54. Малые колебания (1). Линеаризация уравнений движения (4) и решение задачи о линейных колебаниях с одной степенью свободы (4). Гармонические колебания (1). Фазовый портрет осциллятора (4).
55. ??? Задача о зависимости собственной частоты нелинейных колебаний от амплитуды (6).
56. Линейные одномерные колебания в присутствии сил трения (затухающие колебания) (10).
57. Вынужденные линейные одномерные колебания в присутствии сил трения. Общее решение (12).
58. Колебания при наличии сил трения и периодической (по закону косинуса) вынуждающей силы (12). Резонанс (7).
59. Поведение колебательной системы вблизи резонанса (5).
60. ??? Резонансное поглощение энергии колебательной системой (12), форма резонансной кривой (8).
61. ??? Понятие о бифуркации (3). Задача об одномерном колебании с управляющим параметром (12).
62. Линеаризация уравнений движения (10) и решение задачи о свободных линейных колебаниях механической системы со многими степенями свободы (собственные частоты (6) и нормальные координаты (9)).
63. Решение задач о малых колебаниях механической системы (общий рецепт) (7).
64. Задача. Частоты и нормальные колебания системы из трех материальных точек на гладком стержне, связанных пружинами одинаковой жесткости (+18).
65. ??? Колебания молекул (8).
66. Принцип наименьшего действия - вариационный принцип теоретической механики (15). Вывод из него уравнения Лагранжа (8).
67. Функция Гамильтона (6). Вывод уравнений Гамильтона (9).
68. Физический смысл функции Гамильтона (6), законы изменения и сохранения обобщенной энергии (6), консервативные системы (1) (гамильтонов формализм).
69. Нахождение функции Гамильтона для механической системы (6). Примеры: гармонический осциллятор, движение в центральном поле, свободные частицы, ... (+4).
70. Циклические координаты (2), интегралы движения (3) в гамильтоновом формализме.
71. Скобки Пуассона (2), их свойства (6+4). Фундаментальные скобки Пуассона (3).
72. Теорема Пуассона (6) и ее следствия (4).
73. Канонические преобразования (3). Производящие функции (9). Преобразования Лежандра (переход между производящими функциями разного типа)

74. Получение канонических преобразований с помощью производящих функций (6).
75. Примеры канонических преобразований (6).
76. Инвариантность скобок Пуассона относительно канонических преобразований (9).
77. Бесконечно малые канонические преобразования (14).
78. Переменные действие-угол (5).
79. Уравнение Гамильтона-Якоби, его вывод (9), физический смысл F_2 (6). Упрощение уравнения Гамильтона-Якоби (5) для консервативных систем (принцип Мопертюи), циклических координат, ...
80. Разделение переменных в уравнении Гамильтона-Якоби (12), как наиболее общий метод его упрощения (2+2). Нахождение закона движения по известной главной функции Гамильтона – Якоби (7).
81. Решение задач с помощью уравнения Гамильтона-Якоби – общий рецепт (15).
82. СИ Решение задачи о движении тела, брошенного под углом к горизонту с помощью уравнения Гамильтона-Якоби (+17).
83. СИ Фазовое пространство (4). Теорема Лиувилля (10+6).
84. ??? Элементы механики сплошных сред. Модели механики сплошных сред: упругая среда (5), идеальная жидкость (5), несжимаемая жидкость (5), вязкая жидкость (5).
85. ??? Основные понятия механики сплошных сред (10). Тензор конечных деформаций (10).
86. ??? Тензор малых деформаций (10). Тензор поворота (10). Их свойства.
87. ??? Уравнение непрерывности для сплошной среды (15).
88. ??? Тензор напряжений (15): его физический смысл и свойства. Примеры.
89. ??? Закон изменения энергии для сплошной среды (20).
90. ??? Уравнение движения (уравнение Эйлера) для сплошной среды (15).
91. ??? Система основных уравнений механики сплошных сред (20).
92. ??? Идеальная жидкость. Основные понятия и уравнения (21). Примеры (4).
93. ??? Упругое тело. Основные понятия и уравнения (21). Примеры (4).

Примечание: Вопросы, стоящие под одним номером, могут входить по частям в РАЗНЫЕ билеты

??? – вопрос вынесен на самостоятельное изучение и не войдет в экз. билеты,

СИ – вопрос вынесен на самостоятельное изучение и войдет в экз. билеты, желтым отмечены изменения (1.06.11)

голубым отмечены изменения (4.06.11)

зеленым – последняя редакция (5.06.11)