

К ФОСУ

Задачи и методы классической механики

Вопросы - 50шт.

1. Какую математическую форму подразумевает принцип относительности Галилея?

Ответ: Подразумевает галилееву структуру (мир, время, расстояние) и три галилеевы группы (равномерное движение, сдвиг начала координат, поворот системы координат).

С точки зрения физических интерпретаций можно сказать что принцип относительности Галилея утверждает, что механические законы физики одинаковы для всех инерциальных систем отсчета, то есть для систем, которые движутся равномерно прямолинейно относительно друг друга. Это означает, что физические явления описываются такими же законами в любой инерциальной системе отсчета, независимо от ее скорости или направления движения.

2. Механические системы с одной степенью свободы: какой вид фазового пространства имеют?

Ответ: двумерный/плоский вид фазового пространства с осями «координата» и «скорость».

Для таких систем, движение может быть представлено в виде кривой или замкнутой траектории, в зависимости от начальных условий и параметров системы. Кривая в фазовом пространстве называется фазовой траекторией и описывает эволюцию системы во времени.

Фазовое пространство системы с одной степенью свободы может содержать точки равновесия, которые соответствуют состоянию системы, когда ее движение останавливается и координата и скорость становятся постоянными. Вокруг этих точек равновесия фазовая траектория может быть замкнутой или представлять собой эллиптическую или гиперболическую кривую.

Различные формы фазовых траекторий и их поведение в зависимости от начальных условий и параметров системы могут иметь фундаментальное значение при анализе динамики и управления механическими системами с одной степенью свободы.

3. Какой первый интеграл проявляется непосредственно из уравнений движения системы с одной степенью свободы с потенциальными силами?

Ответ: Интеграл полной энергии.

Первый интеграл, который проявляется непосредственно из уравнений движения системы с одной степенью свободы с потенциальными силами, называется интегралом полной энергии или законом сохранения механической энергии.

Закон сохранения механической энергии утверждает, что сумма кинетической и потенциальной энергии системы остается постоянной в течение всего движения системы. Формально, закон сохранения механической энергии можно записать следующим образом: $E = T + V = \text{const.}$, где E - полная механическая энергия системы (сумма кинетической энергии T и потенциальной энергии V), const. - постоянная, которая не зависит от времени.

4. Что описывает небесная механика?

Ответ: описывает движение естественных и искусственных космических тел. Небесная механика описывает движение небесных тел, таких как планеты, спутники, звезды и кометы, под воздействием гравитационного притяжения. Она включает в себя законы Ньютона, законы Кеплера и другие математические модели, которые позволяют предсказывать и объяснять движение этих тел, а также их взаимодействие друг с другом. Небесная механика является фундаментальной дисциплиной астрономии и космологии, и она играет важную роль в изучении и понимании Вселенной.

5. Какие две величины (энергии) являются слагаемым при построении функции Лагранжа/Гамильтона?

Ответ: Это кинетическая энергия и потенциальная энергия. При построении функции Лагранжа и функции Гамильтона величины используются кинетическая энергия и потенциальная энергия системы. Кинетическая энергия - это энергия, связанная с движением системы. Она зависит от инерционно-массовых параметров и скоростей частиц или объектов в системе. Потенциальная энергия - это энергия, связанная с позицией объектов в системе или силовыми полями. Она может быть разной в зависимости от конкретной системы, но всегда зависит только от обобщенных координат.

6. Фазовое пространство системы с одной степенью свободы в случае потенциальных сил могут иметь седла и центры?

Ответ: Да, они могут иметь как седла, так и центры. Седло - это точка в фазовом пространстве, в которой существует комбинация положительного и отрицательного собственных значений матрицы Якоби системы. Это означает, что вблизи этой точки траектории системы будут двигаться как к седлу, так и от него. Седло является неустойчивой точкой. Центр - это точка в фазовом пространстве, в которой все собственные значения матрицы Якоби системы являются мнимыми числами. Траектории системы вблизи центра будут периодическими, и система будет повторять свои движения через определенные интервалы времени. Центр является устойчивой точкой.

7. Какая динамическая величина является основной во вращательном движении?

Ответ: кинетический (или угловой) момент. Кинетический момент вращающегося тела определяется по формуле $K = I\omega$, где I – тензор инерции (в простейшем случае момент инерции тела относительно оси вращения), и ω – вектор угловой скорости вращения. Кинетический момент является аналогом количества движения во вращательном движении. Вращательное движение описывается (может описываться) на основе теоремы об изменении кинетического момента.

8. На базе какой динамической теоремы выводится второй закон Кеплера?

Ответ: На базе теоремы об изменении (сохранении) кинетического момента. Второй закон Кеплера, также известный как закон равных площадей, выводится на основе закона сохранения кинетического момента или момента количества движения. Закон равных площадей утверждает, что радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, скользит по равным площадям за равные промежутки времени. Это

означает, что скорость планеты не постоянна, а изменяется по мере ее движения по орбите вокруг Солнца.

9. Чему соответствует реальное движение в рамках принципа наименьшего действия?

Ответ: реальное движение соответствует закону/траектории/кривой, являющейся экстремалью функционала действия.

Принцип наименьшего действия утверждает, что реальное движение между двумя точками происходит по пути, на котором функционал действия принимает наименьшее значение.

Функционал действия — это интеграл по времени от функции Лагранжа (разности кинетической и потенциальной энергии системы). Принцип наименьшего действия утверждает, что именно та траектория, на которой функционал действия принимает наименьшее значение, будет реализована в реальной системе. Эта траектория соответствует экстремали функционала.

10. Что такое гироскоп?

Ответ: это симметричное твердое тело сильно закрученное вокруг оси симметрии.

Основным свойством гироскопа является его устойчивость сохранения оси вращения, что означает, что ось гироскопа будет сохранять свою ориентацию в пространстве независимо от изменений ориентации неподвижной системы. Это связано с законом сохранения кинетического момента: вращающийся ротор будет продолжать вращаться вокруг своей оси, пока на него не будет оказано какое-либо внешнее вращательное воздействие.

Гироскопы широко используются в навигационных системах, авиации, морской навигации, геодезии, а также в робототехнике и стабилизаторах для поддержания устойчивого положения объекта или платформы. Например, гироскопы используются на самолетах для измерения наклона и курса, на спутниках для точного определения их ориентации в космическом пространстве, а также в гироскопических компасах для определения направления.

Существует несколько типов гироскопов, включая механические гироскопы, электромеханические гироскопы и оптические гироскопы. В зависимости от своей конструкции и применения, гироскопы могут иметь различные формы и размеры, но их основное свойство - сохранение ориентации вращающейся оси в пространстве - остается неизменным.

11. Какой кривой 2-го порядка соответствует фазовая траектория типа «седло»?

Ответ: Соответствует гиперболе.

12. Какой кривой 2-го порядка соответствует фазовая траектория типа «центр»?

Ответ: Соответствует эллипсу.

13. Какие базовые формализмы обычно используют в классической механике?

Ответ: формализмы Лагранжа и Гамильтона.

14. Какой принцип используется при построении формализма Лагранжа?

Ответ: вариационный принцип.

15. В какой типовой форме обычно представлен функционал?

Ответ: в форме определенного интеграла.

16. Что такое экстремаль функционала?

Ответ: это функция, доставляющая экстремальное значение величине функционала.

17. Как называются переменные Лагранжа, выраженные через переменные Гамильтона?
Ответ: это союзные выражения.
18. Какие параметры движения/орбит связывает третий закон Келера?
Ответ: связывает периоды движений и большие полуоси орбит.
19. Какому типу гравитационного поля соответствует небесная механика?
Ответ: центральному полю тяготения.
20. Какой раздел механики изучает динамику сплошной среды?
Ответ: механика сплошных сред (сплошной среды).
21. Какой раздел механики изучает упруго-деформированные тела?
Ответ: Механика деформируемого твердого тела.
22. Какой раздел механики изучает движение жидких и газообразных сред?
Ответ: Механика жидкости и газа.
23. Какой тип дифференциальных уравнений используется в механике сплошных сред?
Ответ: используются диф.уравнения с частными производными.
24. Как называют раздел механики, изучающий движение твердых тел вокруг неподвижной точки?
Ответ: динамика твердого тела.
25. Какой тип дифференциальных уравнений используется в динамике твердого тела?
Ответ: используются обыкновенные диф.уравнения.
26. Чему соответствует понятие «полюс», когда описывают движение полюса и движение вокруг полюса?
Ответ: полюс соответствует некоторой выбранной точке тела.
27. Что есть твердое тело?
Ответ: это система материальных точек, расстояние между которыми неизменно.
28. Что есть «неподвижная» точка, когда говорят о движении твердого тела вокруг неподвижной точки?
Ответ: Неподвижная точка в этом случае есть точка, зафиксированная в абсолютном пространстве.
29. Что такое момент инерции и в каких единицах он измеряется?
Ответ: Момент инерции - это геометрически-массовый (инерционно-массовый) параметр твердого тела. Измеряется в $[kg \cdot m^2]$.
30. Что такое (в виде формулы) кинетический момент твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
Ответ: $K = J \cdot \omega$
31. Что такое углы ориентации твердого тела?
Ответ: Это углы, описывающие положение тела (связанную с ним систему координат) в пространстве по отношению к некоторой неподвижной системе координат.
32. Что такое углы Эйлера?
Ответ: это углы ориентации твердого тела в пространстве, описываемые последовательностью поворотов $z \rightarrow x \rightarrow z$.
33. Как именуются углы Эйлера?
Ответ: прецессия, нутация, собственное вращение
34. Что есть углы Крылова?
Ответ: это углы ориентации твердого тела в пространстве, описываемые последовательностью поворотов $x \rightarrow y \rightarrow z$.
35. Как именуются углы Крылова:

Ответ: крен, тангаж, рысканье

36. Какое основное свойство гироскопа:

Ответ: сохранять исходное направление закрученной оси в пространстве.

37. Что возникает при попытке поворота раскрученного гироскопа?

Ответ: возникает гироскопический момент.

38. Как действует гироскопический момент?

Ответ: он стремится совместить ось гироскопа с направлением угловой скорости внешнего вращения.

39. Чему соответствует случай Эйлера движения твердого тела?

Ответ: соответствует угловому движению твердого тела вокруг неподвижной точки при отсутствии внешних моментов сил.

40. В каких функциях выражается решение динамических уравнений движения твердого тела в случае Эйлера?

Ответ: в эллиптических функциях.

41. В каких интегралах выражается решение динамических уравнений движения твердого тела в случае Лагранжа?

Ответ: в эллиптических интегралах.

42. Чему соответствует движение твердого тела в случае Лагранжа?

Ответ: соответствует угловому движению симметричного твёрдого тела вокруг неподвижной точки в плоском поле тяготения (при действии момента силы тяжести).

43. Формулировка теоремы об изменении кинетического момента.

Ответ: производная по времени от вектора кинетического момента равна сумме моментов внешних сил.

44. На основе какой динамической теоремы записываются динамические уравнения Эйлера?

Ответ: на основе теоремы об изменении кинетического момента.

45. Что такое кинематические уравнения Эйлера?

Ответ: это система уравнений, связывающая проекции угловой скорости твердого тела на свои связанные оси с угловыми скоростями прецессии, нутации и собственного вращения (получаются путем проецирования).

46. По какой причине совершается регулярная прецессия тяжелого гироскопа (волчка Лагранжа)?

Ответ: за счет действия поля сил тяжести.

47. Что такое поплавковый гироскоп?

Ответ: это гироскоп, помещенный в герметичный корпус (обычно цилиндр), погруженный во внешний корпус, заполненный жидкостью, когда внешний и внутренний корпус связаны упругим элементом.

48. Что такое микромеханический гироскоп?

Ответ: это миниатюрное устройство, в котором за счет электрических сил создается колебательное внутренне перемещение чувствительного элемента, движение которого по другой степени свободы контролируется и измеряется датчиком (обычно пьезоэлектрическим) для измерения параметров переносного движения.

49. На основе какого силового эффекта/силы работают микромеханические гироскопы?

Ответ: на основе силы Кориолиса.

50. Какой закон механики лежит в ее основе с точки зрения математической записи уравнения движения материальной точки?

Ответ: это основной закон механики, также именуемый вторым законом Ньютона.