

Внимание! Вопросы к зачету выделены курсивым шрифтом. Именно эти формулировки будут в билете. После них идет более подробный список того, на что необходимо обратить внимание по этому вопросу при подготовке к зачету (фактически это один из возможных планов ответа). Этого списка в билете на зачете не будет. Общий критерий – если что-то доказывается в материалах лекций, то это необходимо доказывать на зачете. То, что в лекциях не доказывается – доказывать не обязательно.

Вопросы по лекции № 1.

1. Механическое движение. Система отсчета. Материальная точка. Траектория, путь, перемещение. Равномерное прямолинейное движение. Скорость равномерного прямолинейного движения.

1. Что называют механическим движением?
2. Дайте определение тела отсчета.
4. Дайте определение системы отсчета.
3. Что называют материальной точкой (частицей)? Приведите два примера тел, которые можно считать материальными точками.
5. Что называют законом движения частицы?
6. Что называют перемещением частицы?
7. Дайте определение траектории движения частицы.
8. Что называют длиной пути?
9. Какие соотношения ($>$; $<$; $=$; \approx) и в каких случаях возможны между длиной пути и модулем перемещения?
10. Какое движение называют равномерным? Что называют скоростью равномерного движения?
11. Получите формулу для зависимости пути от времени при равномерном движении.
12. Получите формулу для зависимости координаты от времени при равномерном прямолинейном движении.

2. Средняя скорость неравномерного движения. Мгновенная скорость и её вычисление с помощью графика движения. Ускорение. Кинематический принцип независимости движений. Движение тела, брошенного под углом к горизонту вблизи поверхности Земли.

1. Что называют средней величиной скорости?
2. Какое движение называют неравномерным?
3. Что называют средней скоростью?
4. Что такое график движения?
5. Что называют мгновенной скоростью?
6. Как зная график движения по оси x , найти проекцию мгновенной скорости на ось x (с обоснованием)?
7. Как зная траекторию движения тела, найти направление мгновенной скорости тела (с обоснованием)?
8. Что называют мгновенным ускорением?
9. Сформулируйте и обоснуйте кинематический принцип независимости движений.
10. Как меняются со временем координаты частицы, брошенной под углом к горизонту вблизи поверхности Земли?
11. Получите формулы для времени полета, высоты и дальности полета, а также выведите уравнение траектории.

3. Графики кинематических характеристик и связи между ними. Закон движения при равноускоренном прямолинейном движении.

1. Что такое график проекции скорости и график проекции ускорения?

2. Как зная график проекции скорости на ось x , найти проекцию перемещения и проекцию ускорения на ось x (с обоснованием)?
3. Как зная график проекции ускорения на ось x , найти изменение проекции скорости на ось x за некоторый промежуток времени (с обоснованием)?
4. Перечислите каких “особенностей” (разрывы, изломы, отрицательность, убывание) не может быть на графиках зависимости проекции скорости, координаты и длины пройденного пути от времени. Обоснуйте свой ответ.
5. Какое движение называют равноускоренным?
6. Выведите три формулы для разности координат при равноускоренном движении вдоль оси X .

Вопросы по лекции № 2

4. *Относительность движения. Формула сложения скоростей и ускорений для систем отсчёта, движущихся поступательно друг относительно друга.*
 1. Получите формулу сложения скоростей. Справедлива ли она в случае систем отсчёта, вращающихся друг относительно друга? При отрицательном ответе приведите пример.
 2. Получите формулу сложения ускорений. Справедлива ли она в случае систем отсчёта, вращающихся друг относительно друга? При отрицательном ответе приведите пример.
5. *Естественный способ описания движения частицы. Сопровождающая система координат. Тангенциальная составляющая ускорения. Равнопеременное движение.*
 1. Опишите естественный способ задания положения частицы (при известной траектории её движения) и сопровождающую систему координат.
 2. Что такое тангенциальное ускорение, каков его физический смысл и чему оно равно (с выводом)?
 3. Какое движение называют равнопеременным. Как меняется естественная координата при равнопеременном движении (с обоснованием)?
6. *Нормальная составляющая ускорения. Описание движения частицы по окружности или дугам окружности.*
 1. Что называют радиусом кривизны и центром кривизны траектории?
 2. Что такое центростремительное ускорение, каков его физический смысл и чему оно равно (с выводом)?
 4. Дайте определения периода обращения и частоты обращения при равномерном движении частицы по окружности.
 3. Что называется угловой скоростью движения частицы по дуге окружности.
 5. Что называется угловым ускорением при движении частицы по окружности.
 6. Получите формулы, связывающие между собой угловые и линейные характеристики движения (скорость, ускорение) при движении по окружности.

Вопросы по лекции № 3

7. *Движения в системах со связями. Метод малых перемещений. Метод разложения скоростей на составляющие.*
 1. Что называют механической связью?
 2. Какое тело называют абсолютно твёрдым?
 3. Как связаны между собой скорости любых двух точек абсолютно твердого тела (с доказательством)?
 4. Сформулируйте и обоснуйте наиболее общие условия, при выполнении которых проекции скоростей двух точек нерастяжимой нити на направление нити обязательно равны?
 5. В чём суть метода малых перемещений? Приведите пример его использования.

6. Нарисуйте какой-либо вектор и укажите два произвольных взаимно перпендикулярных направления. Построением разложите нарисованный вектор на две составляющие, сонаправленные выбранным направлениям.

7. В чём суть метода разложения скоростей на составляющие. Приведите пример его использования (для случая неортогональных составляющих).

8. *Абсолютный покой как одно из основных положений механики Аристотеля. Первый закон Ньютона. Сила и способы её измерения, не основанные на II и III законах Ньютона. Третий закон Ньютона.*

1. Кто и чем разрушил одно из основных положений механики Аристотеля об абсолютном покое?

2. В чём заключается свойство инертности тел?

3. Какую систему отсчёта называют инерциальной?

4. Сформулируйте первый закон Ньютона, поясните его физический смысл.

5. Что называют силой в механике?

6. Как можно измерять силы, не зная второй и третий законы Ньютона?

7. Сформулируйте третий закон Ньютона.

9. *Второй закон Ньютона. Масса как мера инертности тел. Единицы измерения массы и силы. Второй закон Ньютона как уравнение движения.*

1. Сформулируйте второй закон Ньютона.

2. Масса как мера инертности тел.

3. Единицы измерения массы и силы.

4. Второй закон Ньютона как уравнение движения.

10. *Принцип относительности Галилея и следствия из него. Преобразования Галилея. Движение относительно неинерциальных систем отсчёта. Поступательные силы инерции.*

1. Сформулируйте принцип относительности Галилея. Какие свойства сил и масс следуют из него?

2. Что описывают преобразования Галилея? Запишите их.

3. Получите уравнение движения (второй закон Ньютона) в неинерциальной системе отсчёта, движущейся поступательно относительно инерциальной системы отсчёта.

4. Что такое поступательная сила инерции, чему она равна и чем отличается от “настоящих” сил?

Вопросы к лекции № 4

11. *Силы упругости. Упругие и пластические деформации. Закон Гука. Модуль Юнга и его физический смысл. Коэффициент Пуассона. Диаграмма растяжений твёрдого тела.*

1. Что называют деформацией тела?

2. Назовите, нарисуйте и кратко опишите основные виды деформации.

3. Какие силы называются силами упругости?

4. Какие деформации называют упругими, а какие – пластическими?

5. Сформулируйте закон Гука в общем случае.

6. Запишите закон Гука для деформации растяжения. Как называется и от чего зависит коэффициент пропорциональности в записанном Вами равенстве?

7. Запишите закон Гука для деформации кручения. Как называется и от чего зависит коэффициент пропорциональности в записанном Вами равенстве?

8. Что называется механическим напряжением и относительным удлинением?

8. Что такое модуль Юнга? Какой он имеет физический смысл и от чего зависит? Обоснуйте свой ответ на примере однородного стержня, сделанного из изотропного материала.

9. Какую величину называют относительным поперечным сужением стержня?

11. Что такое коэффициент Пуассона? От чего он зависит?

12. Нарисуйте типичную диаграмму растяжений твёрдого тела. Укажите по ней предел пропорциональности, область упругих деформаций, предел текучести, предел прочности. Поясните эти понятия.

12. Законы Кеплера и их связь с законом всемирного тяготения на примере движения по окружности. Гравитационная постоянная и ее измерение. Искусственные спутники Земли. Первая космическая скорость.

1. Сформулируйте первый закон Кеплера.

2. Сформулируйте второй закон Кеплера.

3. Какую величину называют секториальной скоростью?

4. Сформулируйте третий закон Кеплера.

5. Пользуясь законами Кеплера, найдите зависимость силы взаимодействия планет Солнечной системы с Солнцем от масс планет и расстояния до Солнца.

6. Сформулируйте закон всемирного тяготения.

7. Запишите выражение для силы гравитационного взаимодействия точечных масс в векторном виде.

8. Сформулируйте следствие закона всемирного тяготения для случая тел со сферическим распределением массы (без доказательства).

9. Как связаны между собой инертная и гравитационная массы?

10. Что такое гравитационная постоянная? Кем и как она была экспериментально измерена.

11. Какие тела называют спутниками Земли?

12. Что такое первая космическая скорость и чему она равна (с выводом)?

13. Ускорение свободного падения. Сила тяжести. Вес тела. Невесомость. Реакция связи. Сила сухого трения: сила трения покоя, сила трения скольжения, коэффициент трения. Сила сопротивления жидкости или газа.

1. Какие тела называют свободно падающими на Землю?

2. Что такое сила тяжести Земли, как она связана с ускорением свободного падения, измеренным относительно поверхности Земли?

3. Как зависит ускорение свободного падения от географической широты и от высоты над поверхностью Земли?

3. Что называют весом тела?

4. В каком случае говорят о невесомости и о перегрузках?

5. Что такое сила реакции связи? На какие составляющие её принято раскладывать?

6. От чего и как зависит величина и направление силы трения покоя?

7. От чего и как зависит величина и направление силы трения скольжения?

8. Что называют углом трения? Чему он равен?

9. Что называют силой сопротивления? Каковы её основные свойства?

Вопросы к лекции № 5

14. Центр масс системы материальных точек. Уравнение движения центра масс (с выводом).

1. Что называют центром масс системы частиц? Как зависит его положение от того, в какой системе отсчёта оно определяется (с обоснованием)?

2. Как рассчитать скорость и ускорение центра масс системы частиц по известным массам, скоростям и ускорениям всех частиц системы?

3. Получите уравнение движения центра масс. Как влияют внутренние силы на движение центра масс?

Вопросы к лекции № 6

15. *Импульс частицы. Импульсная форма записи второго закона Ньютона. Импульс системы материальных точек и его связь со скоростью её центра масс. Закон изменения импульса системы частиц в дифференциальной форме. Импульс силы и его вычисление с помощью графиков. Закон изменения импульса в интегральной форме.*

1. Что называется импульсом частицы?
2. Запишите второй закон Ньютона, используя понятие импульса.
3. Что называется импульсом системы частиц?
4. Как связаны импульс системы частиц и скорость её центра масс?
5. Выведите и сформулируйте закон изменения импульса системы частиц в дифференциальной форме.
6. Что такое импульс силы, и как его вычислять с помощью графиков?
7. Получите и сформулируйте словами закон изменения импульса системы частиц в интегральной форме.

16. *Реактивное движение. Уравнение Мещерского при наличии внешних сил (с выводом). Реактивная сила.*

1. Выведите уравнение Мещерского при наличии внешних сил.
2. Что называют реактивной силой, как она связана с относительной скоростью вылета продуктов сгорания топлива?

17. *Закон сохранения импульса. Точное или приближенное сохранение проекций импульса системы.*

1. Сформулируйте закон сохранения импульса системы частиц.
2. В каких случаях импульс системы сохраняется «частично» или приближённо? Приведите примеры.

Вопросы к лекции № 7

18. *Механическая работа. Расчет работы силы с помощью графика. Работа упругой силы при деформации растяжения и сжатия. Потенциальная энергия упругой деформации.*

1. Дайте определение элементарной работы силы и работы силы на конечном перемещении.
2. Как рассчитывать работу с помощью графика?
3. Чему равна работа упругой силы при изменении величины деформации стержня с x_1 до x_2 (с выводом)?
4. Чему равна потенциальная энергия упругой деформации?

19. *Мощность. Теорема об изменении кинетической энергии.*

1. Дайте определение средней и мгновенной мощности силы. Как связана мгновенная мощность силы с вектором силы?
2. Как связана работа равнодействующей сил, действующих на частицу, с работой каждой из этих сил?
3. Что называют кинетической энергией частицы?
4. Докажите теорему об изменении кинетической энергии частицы в дифференциальной форме.
5. Сформулируйте и докажите теорему об изменении кинетической энергии частицы в интегральной форме.

20. *Консервативные силы (два определения). Потенциальность центрального стационарного силового поля (доказательство). Потенциальная энергия частицы в потенциальном поле (опре-*

деление). Связь между силой и изменением потенциальной энергии в близких точках. Эквипотенциальные поверхности и направление силы.

1. Дайте два определения консервативной силы и покажите, что они равносильны.
2. Какое силовое поле называется центральным?
3. Докажите потенциальность произвольного центрального стационарного силового поля.
4. Что называется потенциальной энергией частицы в потенциальном силовом поле?
5. Как связаны между собой проекция силы и изменение потенциальной энергии между соседними точками и почему?
6. Что такое эквипотенциальная поверхность? Как направлен вектор силы по отношению к эквипотенциальной поверхности и почему?

21. Работа сил гравитационного поля неподвижной точечной массы при перемещении другой точечной массы. Потенциальная энергия частицы в гравитационном поле неподвижной точечной массы. Потенциальность гравитационного поля любого стационарного распределения масс. Изменение потенциальной энергии тела в гравитационном поле Земли при его подъеме на высоту h от поверхности Земли.

1. Вычислите работу, совершаемую силами тяготения, действующими со стороны неподвижной частицы m_1 на частицу m_2 , при изменении расстояния между частицами от R_1 до R_2 .
2. Чему равна потенциальная энергия частицы массой m_2 в гравитационном поле неподвижной частицы массой m_1 ? Однозначно ли она определена и почему?
3. Докажите, что любое стационарное распределение масс создаёт потенциальное гравитационное поле.
4. Получите формулу для потенциальной энергии тела в гравитационном поле Земли, если в качестве «нулевой точки» взята точка на поверхности Земли.

Вопросы к лекции № 8

22. Закон изменения и сохранения механической энергии для одной частицы. Потенциальная энергия взаимодействия двух частиц. Потенциальная энергия системы двух частиц. Закон изменения и сохранения механической энергии системы из двух частиц.

1. Выведите закон изменения механической энергии частицы.
2. Сформулируйте закон сохранения механической энергии.
3. Как меняется суммарная работа сил взаимодействия двух частиц при переходе между двумя системами отсчета (с выводом)? Для каких систем отсчета справедлив Ваш результат?
4. Что называется кинетической энергией системы частиц?
5. Получите закон изменения механической энергии двух частиц. Что называют потенциальной энергией взаимодействия двух частиц? Что называют потенциальной энергией системы двух частиц?

23. Законы изменения и сохранения механической энергии для произвольной системы частиц.

1. Что называют потенциальной энергией системы частиц?
2. Что называют механической энергией системы частиц?
3. Выведите закон изменения механической энергии системы частиц.
4. Сформулируйте закон сохранения механической энергии системы частиц.

24. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле Земли и Солнца. Вторая и третья космические скорости (определения и вывод формул)

1. Сравните изменения потенциальных энергий тела в гравитационных полях Земли и Солнца в окрестности Земли.
2. Дайте определение второй космической скорости.

3. Получите формулу для второй космической скорости.
4. Дайте определение третьей космической скорости.
5. Получите формулу для третьей космической скорости.

25. *Виды равновесия частицы. Энергетические условия устойчивости равновесия. Влияние сухого трения и сил сопротивления жидкостей и газов на устойчивость равновесия частицы. Обобщение на систему частиц.*

1. Дайте определение устойчивого положений равновесия частицы.
2. Дайте определение неустойчивого положений равновесия частицы.
3. Дайте определение безразличного положений равновесия частицы.
4. Сформулируйте и докажите необходимое и достаточное условие устойчивости положения равновесия частицы, на которую действуют только консервативной силы.
5. Как влияет наличие сил сопротивления жидкостей и газов на устойчивость равновесия частицы?
6. Как влияет наличие сухого трения на устойчивость равновесия частицы (области застоя)?
7. Дайте определение устойчивого положений равновесия системы частиц.
8. Сформулируйте необходимое и достаточное условие устойчивости положения равновесия консервативной системы частиц.

Вопросы к лекции № 9

26. *Момент силы и момент импульса относительно оси. Уравнение вращательного движения абсолютно твердого тела относительно неподвижной оси (с выводом).*

1. Что называется плечом силы относительно оси?
2. Дайте определение момента силы относительно оси.
3. Как связан момент результирующей сил, приложенных в одной точке, с моментами каждой из сил (с выводом)?
4. Что называется плечом момента импульса относительно оси?
5. Дайте определение момента импульса частицы относительно оси.
6. Получите уравнение вращательного движения абсолютно твёрдого тела относительно неподвижной оси.
7. Что называют моментом инерции абсолютно твёрдого тела относительно оси?

27. *Кинематика и динамика плоскопараллельного движения абсолютно твердого тела. Уравнение вращательного движения абсолютно твердого тела относительно оси, проходящей через его центр масс (с выводом).*

1. Какое движение абсолютно твердого тела называют плоскопараллельным?
2. Какое движение тела называют поступательным?
3. На какие более простые движения можно разложить произвольное плоскопараллельное движение абсолютно твердого тела (с доказательством)?
4. Получите уравнение вращательного движения абсолютно твёрдого тела относительно оси, проходящей через его центр масс. При каких движениях центра масс это уравнение справедливо?

28. *Равнодействующая системы сил. Центр тяжести.*

1. Дайте определение равнодействующей системы сил.
2. При выполнении каких необходимых и достаточных условий, некоторая сила будет равнодействующей системы сил, приложенных к абсолютно твёрдому телу? Почему?
3. Всегда ли система сил, приложенных к абсолютно твердому телу, имеет равнодействующую? Если нет, приведите и обоснуйте соответствующий пример.

4. Чему равна и куда приложена равнодействующая сил тяжести, действующих на небольшое абсолютно твёрдое тело (с обоснованием)?

29. *Теорема Кёнига для системы частиц и для абсолютно твёрдого тела. Кинетическая энергия абсолютно твёрдого тела.*

1. Сформулируйте и докажите теорему Кёнига для системы частиц.
2. Сформулируйте и докажите теорему Кёнига для абсолютно твёрдого тела.
3. Чему равна кинетическая энергия абсолютно твёрдого тела в общем случае.

30. *Условия равновесия абсолютно твёрдого тела. Виды равновесия абсолютно твёрдого тела. Теорема о трёх силах. Условия применимости модели абсолютно твёрдого тела.*

1. Сформулируйте и обоснуйте условия равновесия абсолютно твёрдого тела.
2. Дайте определение устойчивого положения равновесия абсолютно твёрдого тела.
3. Какое положение равновесия абсолютно твёрдого тела называют неустойчивым?
4. Какое положение равновесия абсолютно твёрдого тела называют безразличным?
5. В каких случаях сумма моментов системы сил, вычисленных относительно двух параллельных осей, будет одинаковой (с выводом)?
6. В каком случае при исследовании равновесия абсолютно твёрдого тела можно рассчитывать моменты действующих на него сил относительно любых удобных осей?
7. Сформулируйте и докажите теорему о трёх силах.
8. Всегда ли малой величины деформации достаточно для того, чтобы тело можно было считать абсолютно твёрдым. Если нет, то приведите и обоснуйте соответствующий пример.

Вопросы к лекции № 10.

31. *Давление. Сила давления. Закон Паскаля.*

1. Что называют давлением?
2. Что называют силой давления на элементарную площадку и на произвольную поверхность?
3. Сформулируйте закон Паскаля. Какие два утверждения он содержит? Докажите их.

32. *Гидростатическое давление жидкости в поле тяжести. Гидростатический парадокс. Сообщающиеся сосуды. Гидравлический пресс. Жидкостный манометр. Атмосферное давление. Опыт Торричелли. Изменение атмосферного давления с высотой.*

1. Что называют гидростатическим давлением жидкости? Получите для него формулу в случае однородной жидкости. Как быть, если жидкость неоднородна?
2. В чём состоит гидростатический парадокс?
3. Сформулируйте закон сообщающихся сосудов.
4. Опишите принцип работы гидравлического пресса. Какие выигрыши в силе и в работе он даёт?
5. Опишите простейший жидкостный манометр.
6. В чём состоял опыт Торричелли, и каков его результат?
7. Получите формулу для изменения атмосферного давления в изотермической атмосфере с высотой.

33. *Закон Архимеда. Условия равновесия тела, плавающего в жидкости и его устойчивость.*

1. Сформулируйте и докажите закон Архимеда. Как проходит линия действия силы Архимеда?
2. Сформулируйте условия равновесия тела, плавающего в жидкости (без анализа его устойчивости). Что называют центром плавучести тела?
3. Каковы условия устойчивого плавания тела, полностью погруженного в однородную жидкость?

4. Каковы условия устойчивого плавания тела, средняя плотность которого меньше плотности жидкости? Что такое метацентр?

34. Стационарный поток жидкости. Уравнение Бернулли. Давление в движущейся жидкости. Закон Бернулли и примеры его проявления.

1. Дайте определение стационарного потока жидкости. Что называют линией тока жидкости?
2. Дайте определение трубки тока жидкости. Что называют идеальной жидкостью?
3. Получите условие стационарности струи.
4. Получите уравнение неразрывности струи. Для каких жидкостей оно справедливо?
5. Получите уравнение Бернулли. Для каких точек внутри жидкости и для каких жидкостей оно справедливо?
6. С помощью какого манометра можно измерить давление, входящее в уравнение Бернулли?
7. Сформулируйте закон Бернулли для газов и реальных жидкостей. Приведите любой пример, в котором проявляется закон Бернулли.