
Классическая механика

Контрольные вопросы

Латыпова Аделина

216 гр. 2022-2023

1. Сформулируйте законы Ньютона

Всего 3 закона:

1) Всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока другие тела не заставят его изменить это состояние

2) Произведение массы материальной точки на ускорение равно действующей на нее силе

$$m\vec{a} = \vec{F}$$

3) Действия двух тел друг на друга равны и противоположно направлены

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

сила, действующая на
1-е тело со стороны 2-го

сила, действующая на
2-е тело со стороны 1-го

3 закон Ньютона:

Два тела действуют друг на друга с силами:

- 1) Равными по модулю
- 2) Противоположными по направлению
- 3) Одной природы!
- 4) Приложенными к разным телам
- 5) Действуют вдоль одной прямой

- I. Гравитационного взаимодействия (тела обладающие массой)
 - II. Электромагнитного взаимодействия
 - III. Сильного взаимодействия (Внутри ядра)
 - IV. Слабого взаимодействия
- } Ядерная физика

① Силы тяжести $F_m = mg$ $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$

② $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ Закон Кулона, $F_{\text{упр}}, F_{\text{упр}} = -k \Delta x$, $T, N, F_{\text{состр}}$

③ Протоны и нейтроны держатся в ядре благодаря сильному взаимодействию

④ Нитрино, Бета-распад

2. Что такое сила и масса? Как их измерить?

Масса - мера отклика тела на действие силы

Сила - мера действия на данное тело других тел

Чтобы измерить силу и массу, нужно ввести единицы измерения:

Единица измерения массы: 1 кг

1 кг - масса эталонного тела, представляющего собой цилиндр из сплава платины и иридия диаметром 39 миллиметров и такой же высоты

Единица измерения силы: 1 Н

1 Н - сила, которая вызывает ускорение в 1 м/с^2 у тела массой в 1 кг

$$H = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Чтобы измерить массу тела, нужно подействовать на него силой в 1 Н и измерить ускорение тела, после этого массу можно будет найти по формуле

$$m = \frac{1\text{Н}}{a_1}$$

← ускорение, которое приобретает тело массой m под действием силы в 1Н

Чтобы измерить силу, нужно подействовать этой силой на тело массой в 1кг и измерить ускорение, после этого силу можно найти по формуле

$$F = 1\text{кг} \cdot a_2$$

← ускорение, которое приобретает тело массой 1кг под действием силы F , которую мы хотим измерить

Правило измерения ускорения:

$$a = \frac{2S}{t^2}$$

Чтобы этим правилом воспользоваться, нужно в течение хотя бы небольшого промежутка времени t обеспечить постоянство силы как по направлению, так и по величине, тогда тело, начиная из состояния покоя, будет двигаться по закону равноускоренного прямолинейного движения, и ускорение и пройденный путь будут связаны этой формулой.

Чтобы найти ускорение, нужно измерить путь, который проходит тело за время t .

3. Сформулируйте правило сложения сил

Если на материальную точку одновременно действуют 2 силы, то она начинает двигаться так, как если бы действовала одна сила, равная векторной сумме первых двух сил

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$$

Сила F равняется сумме сил, приложенных к данной материальной точке со стороны остальных материальных точек

4. Сформулируйте принцип относительности Галилея

Никакими механическими опытами, проведенными внутри данной системы отсчета нельзя установить, находится ли эта система в состоянии покоя или равномерно прямолинейно движется.

5. Сформулируйте принцип относительности Эйнштейна

Уравнения, выражающие физические законы должны быть инвариантны относительно преобразований Лоренца

6. Сформулируйте принцип постоянства скорости света

Скорости света не зависит от того, по отношению к какой системе отсчета покоящейся или движущейся она определяется

7. Напишем формулы преобразований Лоренца

$$x = \frac{x' + Vt'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

$$t = \frac{t' + \frac{x'V}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

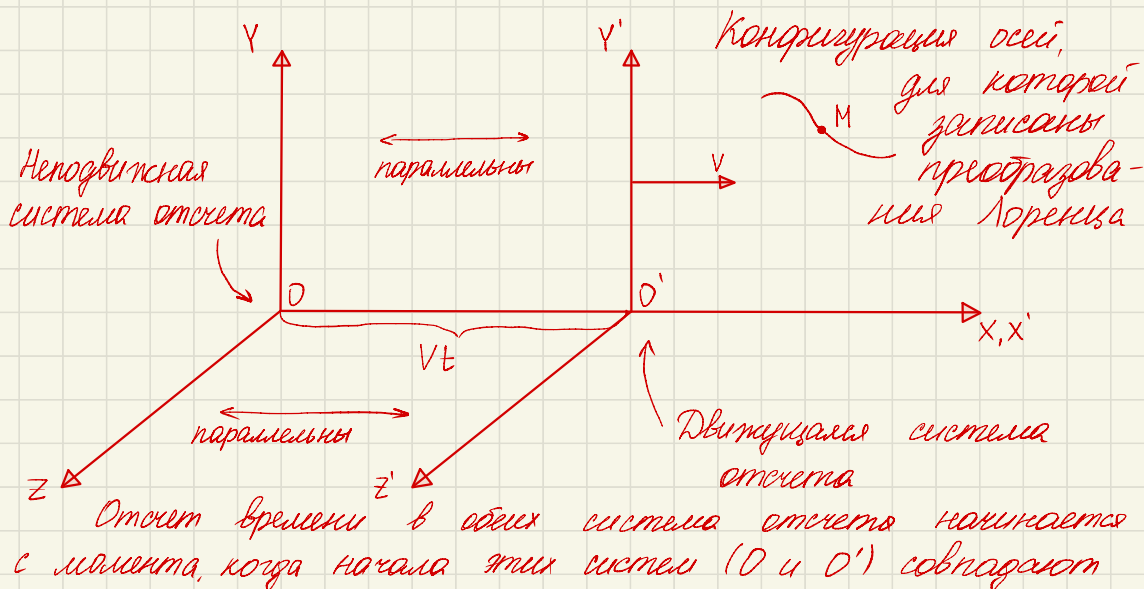
x, y, z - координаты материальной точки, которые эта точка имеет в момент времени t по часам неподвижной системы

x', y', z' - координаты той же самой материальной точки в движущейся системе отсчета в момент времени t' по часам движущейся системы отсчета

V - скорость движения движущейся системы

c - скорость света

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



8. Напишите релятивистское уравнение движения

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

сила, действующая на движущуюся заряженную частицу в электро-магнитном поле

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

релятивистский импульс материальной точки

Скорость изменения релятивистского импульса материальной точки равна действующей на нее силе

9. Сформулируйте закон всемирного тяготения и принцип суперпозиции

Закон всемирного тяготения:

Любые 2 материальные точки притягиваются друг к другу с силой пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

F - сила притяжения между 2-мя материальными точками

G - гравитационная постоянная

m_1 - масса первой точки

m_2 - масса второй точки

r - расстояние между точками

$$G = 6,6 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

Принцип суперпозиции:

Каждая пара частиц взаимодействует независимо, то есть так, как если бы других частиц не было

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$$

Гравитационная сила, действующая на данную материальную точку, равна векторной сумме гравитационных сил, действующих на эту точку со стороны отдельных материальных точек системы

10. Дайте определение работы и потенциальной энергии

Элементарная работа - это скалярное произведение силы на бесконечно малое перемещение точки приложения силы

элементарная работа $\rightarrow dA = \vec{F} d\vec{r}$ бесконечно малое перемещение точки приложения силы

Полная работа равна сумме элементарных работ

$$A = \int dA$$

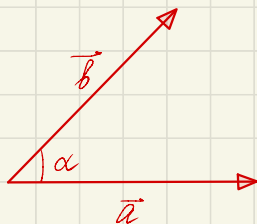
Элементарная потенциальная энергия - элементарная работа потенциальной силы, взятая со знаком минус

$$d\Pi = -dA_{\Pi}$$

Полная потенциальная энергия равна сумме элементарных потенциальных энергий

$$\Pi = \int d\Pi$$

Скалярное произведение векторов - произведение модулей векторов на косинус угла между ними



$$(\vec{a}, \vec{b}) = \vec{a} \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos \alpha$$

В декартовых координатах:
 $\vec{a} \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$

11. Что такое потенциальная сила? Приведите примеры потенциальных и непотенциальных сил

Потенциальной называется сила, работа которой равна нулю при перемещении точки приложения силы по любому замкнутому контуру

$$\oint \vec{F}_n d\vec{r} = 0$$

Пример потенциальной силы: сила тяжести, сила упругости, сила взаимодействия заряженных частиц

Пример непотенциальной силы: сила трения

12. Что такое внутренние и внешние силы? Приведите примеры

Внутренние силы - силы взаимодействия между телами данной системы

Внешние силы - силы, действующие на тела системы со стороны тел, не входящих в данную систему

Например: механическая система: Земной шар и Луна. Силы притяжения Луны к Земле, Земли к Луне - это внутренние силы для этой системы. Внешние силы: силы притяжения, приложенные к Земле и к Луне со стороны Солнца

13. Что такое центр масс системы частиц? Сформулируйте закон движения центра масс

Центр масс системы частиц - точка, радиус-вектор которой определяется формулой

$$\vec{r}_c = \frac{1}{m} \sum_i m_i \vec{r}_i$$

масса материальной точки
полная масса системы
радиус-вектор материальной точки

$$m = \sum_i m_i$$

Закон движения центра масс механической системы

Центр масс системы движется так, как если бы в этой точке находилась вся масса системы и к ней были бы приложены все внешние силы

$$m \vec{a}_c = \vec{F}_{\text{внеш}}$$

14. Сформулируйте законы сохранения импульса и энергии в механике Ньютона

Закон сохранения импульса:

Если сумма внешних сил равна 0, то импульс механической системы сохраняется

$$\vec{F}_{\text{внеш}} = 0$$

$$\vec{p} = \sum_i m_i \vec{v}_i = \text{const}$$

Импульс системы - сумма импульсов отдельных материальных точек системы

Импульс материальной точки - произведение массы точки на вектор скорости

Закон сохранения энергии:

Если работа непотенциальных сил равна 0, то полная механическая энергия сохраняется

$$A_{\text{нп}} = 0$$

$$E = K + \Pi = \text{const}$$

15. Сформулируйте закон сохранения импульса и энергии в теории относительности

Если сумма внешних сил равна 0, то релятивистский импульс и релятивистская энергия системы сохраняются

$$\vec{F}_{\text{внеш}} = 0$$

$$\vec{p} = \sum_i \frac{m_i \vec{v}_i}{\sqrt{1 - \frac{v_i^2}{c^2}}} = \text{const}$$

Релятивистский импульс системы - сумма релятивистских импульсов отдельных материальных точек

$$E = \sum_i \frac{m_i c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_i^2}{c^2}}} = \text{const}$$

Релятивистская энергия системы частиц - сумма релятивистских энергий отдельных частиц системы

Релятивистская энергия отдельной частицы - произведение массы этой частицы на квадрат скорости света, деленное на квадратный корень из единицы минус квадрат скорости движения частицы, деленный на квадрат скорости света

16. Что такое момент импульса и момент силы?

Момент импульса материальной точки - это векторное произведение радиус-вектора точки на ее импульс

$$\vec{N} = [\vec{r}, m\vec{v}]$$

векторное произведение векторов

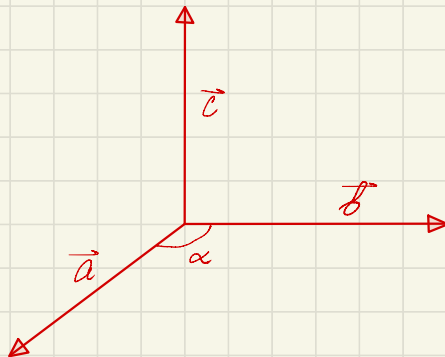
Момент силы - векторное произведение радиус-вектора точки приложения силы на вектор силы

$$\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}]$$

Векторное произведение векторов - вектор перпендикулярный обоим векторам сомножителям, направленный по правилу правого винта и равный по модулю произведению модулей векторов на синус угла между ними

$$\vec{c} = [\vec{a}, \vec{b}]$$

$$c = a \cdot b \cdot \sin \alpha$$



Правило правого винта: мы должны рукоятку буравчика вращать по направлению от первого сомножителя векторного произведения ко второму (от $\vec{a}$ к $\vec{b}$). Вращая буравчик в эту сторону, мы определим направление движения острия буравчика: Вверх, туда же направлен вектор $\vec{c}$

Векторное произведение в декартовых координатах

$$[\vec{a}, \vec{b}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

$$[\vec{a}, \vec{b}] = \vec{i} \cdot (a_y b_z - a_z b_y) + \vec{j} \cdot (a_z b_x - a_x b_z) + \vec{k} \cdot (a_x b_y - a_y b_x)$$

$$[\vec{a}, [\vec{b}, \vec{c}]] = \vec{b} \cdot (\vec{a}, \vec{c}) - \vec{c} \cdot (\vec{a}, \vec{b})$$

17. Сформулируйте теорему моментов

Скорость изменения момента импульса системы равна сумме моментов внешних сил

$$\vec{N} = \vec{M}_{\text{внеш}}$$

производная момента
импульса по времени
(скорость изменения момента
импульса)

18. Сформулируйте закон сохранения момента импульса

Если сумма моментов внешних сил равна нулю, то момент импульса системы сохраняется

$$\vec{M}_{\text{внеш}} = 0$$

$$\vec{N} = \sum_i [\vec{r}_i, m_i \vec{v}_i] = \text{const}$$

Момент импульса системы - сумма моментов импульса отдельных материальных точек этой системы

19. Сформулируйте законы Кеплера

Всего 3 закона:

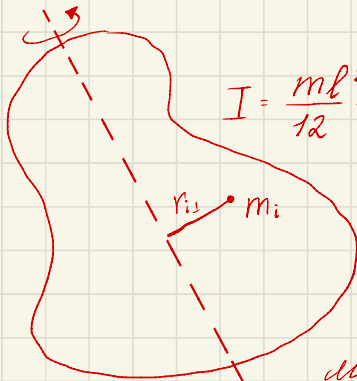
- 1) Планеты солнечной системы движутся по эллипсам, в одной из фокусов которых находится Солнце
- 2) За равные промежутки времени радиус-вектор планеты описывает равные площади
- 3) Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их эллиптических орбит

20. Что такое момент инерции твердого тела? Приведите примеры.

Момент инерции твердого тела - величина, определяемая формулой

$$I = \sum_i m_i r_{i\perp}^2$$

← расстояние данной материальной точки до оси вращения



$I = \frac{m l^2}{12}$ - момент инерции стержня массой m и длины l относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его центр

$I = \frac{m R^2}{2}$ - момент инерции диска массы m и радиуса R относительно оси, проходящей через центр диска перпендикулярно плоскости диска

21. Сформулируйте теорему Гюйгенса - Штейнера

Момент инерции тела относительно данной оси равен моменту инерции относительно оси, проходящей через центр масс тела параллельно данной плюс полная масса тела умноженная на квадрат расстояния между осями

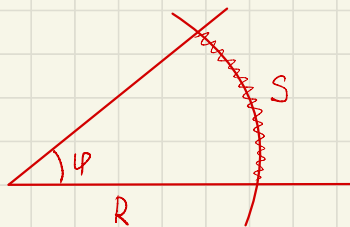
$$I = I_c + m a^2$$

22. Что такое угловая скорость вращения тела?

Угловая скорость - это производная угла поворота тела по времени

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \quad \left[\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right]$$

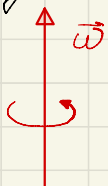
Угол в радианах



$$\varphi = \frac{S}{R}$$

23. Что такое вектор угловой скорости?

Это вектор, направленный вдоль оси вращения тела по правилу правого винта и равный по модулю производной угла поворота тела по времени



$$\vec{v} = [\vec{\omega}, \vec{r}]$$

24. Напишите формулы для импульса, момента импульса и кинетической энергии тела, совершающего плоское движение

импульс тела $\vec{p} = m\vec{v}_c$ масса тела скорость центра масс тела

составляющая момента импульса тела, параллельная оси вращения $\vec{N}_\parallel = [\vec{r}_c, m\vec{v}_c] + I_c \vec{\omega}$ вектор угловой скорости вращения тела

составляющая радиус-вектора центра масс тела, перпендикулярная оси вращения момент инерции тела, относительно оси, проходящей через центр масс

$$K = \frac{m v_c^2}{2} + \frac{I_c \omega^2}{2}$$

Частный случай плоского движения:
Когда тело имеет неподвижную ось вращения

$$\vec{N}_\parallel = I \vec{\omega}$$

$$K = \frac{I \omega^2}{2}$$

25. Напишите уравнение вращения тела

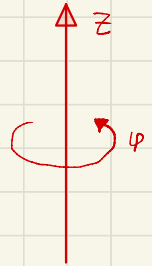
момент инерции тела, относительно данной оси $I \varepsilon_z = M_z$ сумма моментов внешних сил, действующих на тело, относительно оси вращения тела

угловое ускорение вращения тела

$$\varepsilon_z = \dot{\omega}_z = \ddot{\varphi}$$

Угловое ускорение - производная угловой скорости вращающегося тела по времени = вторая производная угла поворота тела по времени

Чтобы воспользоваться этой формулой, нужно учитывать, что направление оси z , на которую мы проецируем вектор угловой скорости и вектор углового ускорения связано с направлением отсчета угла и правилом правого вектора



26. Что такое силы инерции? Приведите примеры

Силы инерции - добавочные силы, действующие на материальную точку в неинерциальной системе отсчета и определяемые формулой

$$\vec{F}_{ин} = -m(\vec{a} - \vec{a}'')$$

масса материальной точки

ускорение материальной точки относительно данной неинерциальной системы отсчета

ускорение материальной точки, относительно какой-либо инерциальной системы отсчета

1 пример: Переносная сила инерции

$$\vec{F}_n = -m\vec{a}_0$$

вектор ускорения начала отсчета неинерциальной системы относительно инерциальной системы отсчета

2 пример: Центробежная сила инерции

$$\vec{F}_{\text{цб}} = m\omega^2 \vec{r}_\perp$$

угловая скорость
вращения неинерциальной
системы отсчета

← составляющая радиус-вектора
точки в неинерциальной системе
отсчета перпендикулярная оси
вращения

3 пример: Корiolисова сила инерции

$$\vec{F}_k = -2m [\vec{\omega}, \vec{v}']$$

↑
вектор угловой скорости
вращения неинерциальной
системы отсчета

← скорость материальной
точки относительно неинер-
циальной системы отсчета

Инерциальная система отсчета - система, относительно которой всякое тело, бесконечно удаленное от других тел, не испытывает ускорения

24. Что такое связи в механике? Приведите примеры систем со связями и без связей

Связи - это не вытекающие из уравнений движения ограничения на координаты, скорости и ускорения точек механической системы

Пример системы со связью: математический маятник (материальная точка, подвешенная на нити и способная совершать колебания под действием силы тяжести)

Пример системы без связей: материальная точка, подвешенная на пружине

28. Что такое число степеней свободы механической системы? Приведите примеры

Число степеней свободы - это число независимых координат, полностью определяющих положение системы в пространстве

Примеры:

- Свободная материальная точка имеет 3 степени свободы
- 2 свободные материальные точки 6 степеней свободы
- 2 точки, связанные жестким стержнем имеют 5 степеней свободы

29. Что такое идеальные связи? Приведите примеры

Идеальные связи - связи, для которых виртуальная работа сил реакции равна нулю

$$\delta A_R = \sum_{i=1}^N \vec{R}_i \delta \vec{r}_i = 0$$

виртуальная работа δA_R — вектор виртуального перемещения $\delta \vec{r}_i$
сила реакции, действующая на материальную точку

Силы реакции - силы, с которыми тела, осуществляющие связи действуют на тела системы

Например: сила натяжения нити у математического маятника

Вектор виртуального перемещения - бесконечно малое перемещение точки, допускаемое связями в данный фиксированный момент времени

Пример системы с идеальными связями: Невесомый жесткий стержень или нерастяжимая нить осуществляют идеальную связь, качение без проскальзывания дает систему с идеальной связью и идеально гладкие поверхности любой формы также дают систему с идеальными связями

30 Что такое лагранжиан механической системы? Запишите уравнения Лагранжа

Лагранжиан или функция Лагранжа - это разность кинетической и потенциальной энергии системы, выраженная через обобщенные координаты, обобщенные скорости и время

$$L = K - \Pi = L(q, \dot{q}, t)$$

Уравнение Лагранжа имеет следующий вид:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_j} = 0$$

Эти уравнения применимы для описания систем с идеальными голономными связями и потенциальными заданными силами

$$j = 1, 2, \dots, S$$

Число уравнений Лагранжа равно числу степеней свободы системы

31. Что такое обобщенная сила и обобщенный импульс? Чем определяются их размерности? Приведите примеры

Обобщенная сила — величина, определяемая формулой

$$Q_j = \sum_{l=1}^N \vec{F}_l \frac{\partial \vec{r}_l}{\partial q_j}$$

радиус-вектор материальной точки с номером l

заданная сила, действующая на материальную точку с номером l

обобщенная координата

Обобщенный импульс — частная производная функции Лагранжа по обобщенной скорости

$$p_j = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j}$$

Размерности этих величин зависят от размерности обобщенной координаты

Примеры:

1. $[q] = \text{м} \rightarrow [Q] = \text{Н} \quad [p] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. $[q] = 1 \rightarrow [Q] = \text{Н} \cdot \text{м} \quad [p] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{м}$
безразмерна

Например: угол в радианах

32. Что такое гамильтониан консервативной механической системы? Запишите уравнения Гамильтона

Гамильтониан консервативной механической системы — это сумма кинетической и потенциальной энергии системы, выраженная через обобщенные координаты и обобщенные импульсы

$$H = K + \Pi = H(q, p)$$

Уравнения Гамильтона записываются следующим образом:

$$\dot{q}_j = \frac{\partial H}{\partial p_j}$$

$$\dot{p}_j = - \frac{\partial H}{\partial q_j}$$

Скорость изменения обобщенной координаты с номером j равна частной производной функции Гамильтона по обобщенному импульсу с таким же номером

Скорость изменения обобщенного импульса с номером j равна взятой со знаком минус частной производной Гамильтониана по обобщенной координате с этим же номером

$$j = 1, 2, \dots, S \leftarrow \text{число степеней свободы}$$

33. Напишите уравнение гармонических колебаний и его общее решение. Как найти частоту малых колебаний механической системы?

Уравнение гармонических колебаний имеет такой вид:

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

← частота колебаний

$$\ddot{x} = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

Координата x отсчитывается от положения равновесия механической системы

Общее решение уравнения:
амплитуда колебаний

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

постоянные величины

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

период колебаний

34. Приведите примеры колебательных систем с 2-мя степенями свободы. Что такое нормальные колебания и нормальные координаты?

Пример колебательной системы с 2-мя степенями свободы: связанные маятники или 2 груза, подвижные на пружинках

Нормальные колебания - это гармонические колебания на одной из собственных частот системы

Нормальные координаты - это координаты, которые при любых движениях системы меняются независимо друг от друга

35. Напишите волновое уравнение и его общее решение

Волновое уравнение имеет такой вид:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$$

скорость распространения волны
координата, которой бежит волна

f - функция 2-х переменных (x и t), она описывает бегущую волну

Это уравнение описывает волну, бегущую в одном направлении, так называемая плоская волна

Общее решение этого уравнения такое:

$$f(x, t) = f_1(x - vt) + f_2(x + vt)$$

Вид функций f_1 и f_2 не ограничен уравнением, надо только, чтобы это были дифференцируемые функции

f_1 - описывает волну, бегущую со скоростью v вдоль оси x

f_2 - описывает волну, бегущую с такой же скоростью v в направлении противоположном направлению оси x

36. Что такое распределение плотности вероятности?

Распределение плотности вероятности - это отношение вероятности попадания случайной величины в малый интервал вокруг заданного значения к величине интервала в пределе, когда интервал стремится к нулю.

$$w(x_0) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{p(x_0 \leq X \leq x_0 + \Delta x)}{\Delta x}$$

↑ заданное значение случайной величины

↑ случайная величина

↑ маленький интервал изменения величины

37. Напишите формулу распределения Гиббса

набор переменных, определяющих состояние системы (набор обобщенных координат и обобщенных импульсов)

$$w(z) = C \cdot e^{-\frac{H(z)}{kT}}$$

нормировочная постоянная

$H(z)$ - Гамильтониан системы
 kT - абсолютная температура
 C - постоянная Больцмана

$$H = K + \Pi$$

$$Z = q, p$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{град}}$$

$$T = t + 273$$

Основной закон статистической механики равновесных систем:
В состоянии термодинамического равновесия, распределение плотности вероятности для различных состояний системы описывается функцией Гиббса

38. Напишите формулу распределения Максвелла

Распределение Максвелла - распределение для декартовых компонент скорости молекулы газа

$$w(v_x, v_y, v_z) = C \cdot \exp \left[- \frac{m(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)}{2kT} \right]$$

декартовые компоненты скорости молекулы

39. Напишите формулу распределения Больцмана

$$w(x, y, z) = C \cdot \exp \left[- \frac{\Pi(x, y, z)}{kT} \right]$$

декартовые координаты

Это распределение плотности вероятности для координат частицы в потенциальном силовом поле

40 Сформулируйте теорему о равномерном распределении энергии по степеням свободы

В состоянии термодинамического равновесия на каждую квадратичную степень свободы приходится в среднем одинаковая энергия равная $\frac{kT}{2}$

$$E = \frac{kT}{2}$$

Квадратичная степень свободы - переменная, вклад которой в Гамильтониан пропорционален квадрату этой переменной

Такие переменные, например: декартовы компоненты импульса материальной точки

41. Напишите уравнение диффузии. Что такое коэффициент диффузии?

Уравнение диффузии имеет такой вид:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2}$$

концентрация частиц
примеси (зависит от x) время коэффициент диффузии координата

Коэффициент диффузии - коэффициент пропорциональности между плотностью потока частиц и градиентом их концентрации

42 Напишите уравнение теплопроводности. Что такое коэффициент теплопроводности?

Уравнение теплопроводности:

c - удельная теплоемкость
 ρ - плотность материала

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\kappa}{c\rho} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

коэффициент теплопроводности

Коэффициент теплопроводности - коэффициент пропорциональности между плотностью потока тепла и градиентом температуры

43. Сформулируйте закон вязкости

Плотность потока импульса пропорциональна градиенту скорости

Сдвиговой поток - поток, в котором слои текучести движутся параллельно друг другу с разными скоростями

За счет теплового движения молекулы перемещаются в направлении перпендикулярном направлению потока и имеют импульс в отдельных слоях

Коэффициент пропорциональности между плотностью потока импульса и градиентом скорости называется коэффициентом вязкости среды