

Контрольные задания
для управляемой самостоятельной работы студентов
(УСРС) по разделу «Механика» курса общей физики.

1. Кинематика материальной точки

1. Что изучает раздел механики - кинематика?
2. В чем заключается абстракция, которая позволяет заменить реальное тело понятием «материальная точка»? Приведите примеры.
3. Перечислите способы описания движения материальной точки. Дайте их краткую характеристику.
4. Какие элементы входят в состав системы отсчета?
5. С помощью, каких кинематических характеристик описывается движение материальной точки?
6. Что называют траекторией? Как подразделяют движения по типу траекторий?
7. Что называют перемещением точки? При каком движении модуль вектора перемещения будет равен пройденному точкой пути?
8. Что называют средней скоростью движения? Какой ее физический смысл?
9. Как направлен вектор средней скорости?
10. Что называют мгновенной скоростью точки? Как направлен вектор мгновенной скорости?
11. Что называют средним ускорением точки? Что характеризует эта величина? Как направлен вектор среднего ускорения?
12. Какой физический смысл имеет мгновенное ускорение точки?
13. Как по графику зависимости проекции скорости от времени $v_x(t)$ построить графики зависимостей координат $x(t)$ и проекции ускорения $a_x(t)$.
14. Почему при криволинейном движении направление вектора ускорения не совпадает с направлением скорости?
15. Почему при описании криволинейного движения точки используют нормальное и тангенциальное ускорения?
16. Что характеризует тангенциальное ускорение? Как направлен вектор тангенциального ускорения? Чему равен его модуль?
17. Что характеризует нормальное ускорение? Как направлен вектор нормального ускорения? Чему равен модуль этого ускорения? Зависит ли направление вектора \vec{a}_n от направления движения точки по траектории?
18. Запишите связь между модулями нормального, тангенциального и полного ускорений.
19. Как направление вектора полного ускорения связано с направлением вектора скорости точки?
20. Может ли полное ускорение точки при криволинейном движении быть направлено по касательной? По нормали?
21. Перечислите кинематические характеристики материальной точки, которая движется по окружности. Чем обусловлена необходимость введения угловых величин вместо линейных?

22. Что называют угловой скоростью движения точки по окружности? Дайте определение единицы угловой скорости.
23. Запишите формулу угловой скорости в векторной форме. Как направлен вектор угловой скорости и чему равен ее модуль?
24. Каков физический смысл вектора бесконечно малого угла поворота $d\vec{\varphi}$?
25. Что называют угловым ускорением? Дайте определение единицы измерения углового ускорения.
26. Запишите законы равномерного и равноускоренного вращения точки по окружности. Как определяется направление вектора углового ускорения и чему равен его модуль?
27. Какие векторы называются аксиальными? Приведите примеры.
28. Запишите формулу связи между векторами линейных и угловых скоростей.
29. Запишите выражения для нормального и тангенциального ускорений в векторной форме.
30. Запишите формулу связи между векторами тангенциального \vec{a}_τ и углового $\vec{\epsilon}$ ускорения. Изобразите эти векторы на рисунке.
31. Запишите формулу связи между векторами $\vec{a}_n, \vec{\omega}, \vec{v}$. Изобразите связь между ними графически.

2. Динамика материальной точки

1. Сформулируйте первый закон Ньютона.
2. Что называют инерцией тела? Приведите примеры движения по инерции.
3. Какие системы отсчета называют инерциальными? Приведите примеры таких систем.
4. В каких системах отсчета выполняются законы Ньютона?
5. Дайте определение гелиоцентрической и геоцентрической систем отсчета.
6. Что является причиной изменения состояния покоя или равномерного прямолинейного движения тела в инерциальной системе отсчета?
7. Сформулируйте определение силы.
8. В чем заключается динамическое и статическое проявление сил?
9. Предложите способы измерения силы.
10. В каких единицах измеряется сила в СИ? Как устанавливается единица измерения силы?
11. Сформулируйте условие равенства двух сил. Какие силы называют уравнивающими?
12. Какая сила называется результирующей? Как находится результирующая нескольких сил, направленных под углом друг к другу?
13. При каком условии тело в системе, где действуют силы, будет находиться в состоянии покоя, или двигаться равномерно прямолинейно?
14. Что называют инертностью тела? Приведите примеры, которые подтверждают проявление инертности.
15. Какая физическая величина служит мерой инертности тела?
16. Сформулируйте определение массы. Предложите способы измерения массы.
17. В каких единицах измеряется масса в СИ?
18. Сформулируйте второй закон Ньютона. От чего зависит значение коэффициента пропорциональности в формуле $F = kma$. Почему удобно принять коэффициент k равным единице? Как это достигается?
19. Из второго закона Ньютона следует, что ускорение тела $\vec{a} = 0$, если результирующая внешних сил $\vec{F} = 0$. Можно ли утверждать, что первый закон Ньютона является частным случаем второго закона?
20. Сформулируйте второй закон Ньютона в самой общей форме. В чем отличие этой формулировки от выраженной уравнением $\vec{F} = m\vec{a}$?
21. Что называют импульсом тела? В каких единицах измеряется импульс тела?
22. Что называют импульсом силы? Как рассчитать импульс силы за конечный интервал времени в случаях, если: а) сила не изменяется, б) сила изменяется с течением времени?
23. Сформулируйте третий закон Ньютона. Приведите примеры его проявления.
24. Являются ли уравнивающими силы действия и противодействия? Имеют ли эти силы результирующую?
25. Человек тащит тележку. Перечислите силы, действующие на человека и тележку при движении по горизонтальной и наклонной дороге.
26. Какие силы действуют на мяч, брошенный под углом к горизонту?
27. Материальная точка массой m движется по окружности радиуса R с угловым ускорением ϵ . Можно ли по этим данным определить действующую на точку

- силу?
28. Что называют физической величиной? Какое содержание включает в себе физическая величина в качественном смысле? В чем проявляется количественная индивидуальность физической величины? Приведите примеры.
 29. Что означает термин «измерение физической величины»? Что называют значением физической величины? Что называют единицей физической величины?
 30. В чем заключается отличие действительного и истинного значений физической величины? Приведите примеры.
 31. Что называют системой физических величин? Сформулируйте определения основных и производных единиц системы физических величин.
 32. Что называется размерностью основных и производных физических величин? Как обозначается размерность физической величины? Запишите общее выражение для размерности любой физической величины. Чем отличается размерность физической величины от ее наименования?
 33. Получите размерность и наименование ускорения, силы, импульса, работы, энергии, мощности в системе СИ.
 34. Почему размерность производной физической величины является ее относительной характеристикой?
 35. Поясните, на основе каких физических констант, явлений и законов была разработана методика, на основе которой сделано определение основных единиц (эталонов) длины, массы и времени Международной системы единиц физических величин.
 36. Сформулируйте определение дополнительных единиц системы СИ.
 37. Что собой представляют дольные и кратные приставки к физическим величинам? Составьте таблицу этих приставок для использования ее при решении задач и выполнении лабораторных работ.
 38. Запишите преобразования Галилея. Какие ньютоновские представления о пространстве и времени лежат в основе этих преобразований?
 39. Используя преобразования Галилея, получите закон сложения скоростей в классической физике. Обратите внимание на принятую терминологию для определения скоростей в этом законе.
 40. Запишите формулы преобразования ускорения, импульса, кинетической и потенциальной энергии при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой, движущейся относительно первой с постоянной скоростью \vec{v} .
 41. В чем заключается инвариантность законов Ньютона относительно преобразований Галилея? Приведите примеры инвариантных физических величин, относительных величин.
 42. Можно ли утверждать полную идентичность протекания некоторого явления или процесса во всех инерциальных системах отсчета? Подтвердите сделанный вывод примерами.
 43. В чем заключается принцип относительности? Принцип относительности Галилея?

3. Динамика механических систем. Работа, энергия, мощность

1. Приведите примеры, когда реальные объекты можно рассматривать как системы материальных точек. Какова природа сил взаимодействия между точками?
2. Что понимают под аддитивностью массы? Какими опытами подтверждается аддитивность массы?
3. Может ли существовать такая система, в которой точки не взаимодействуют между собой? Приведите примеры. Справедливы ли для таких систем законы динамики, полученные для систем взаимодействующих материальных точек?
4. Что называют центром масс механической системы? Запишите формулы для нахождения радиуса - вектора и координат центра масс системы материальных точек.
5. Что называют импульсом системы материальных точек?
6. Опираясь на третий закон Ньютона, покажите, что в замкнутой системе сумма внутренних сил равна нулю.
7. Сформулируйте закон сохранения импульса системы материальных точек. Приведите примеры, применения закона сохранения импульса системы.
8. Каким образом необходимо выбрать начало координат для того, чтобы импульс механической системы был равен нулю?
9. Покажите, что для незамкнутых систем импульс может сохраняться неизменным относительно некоторых направлений. Приведите примеры.
10. Сформулируйте закон сохранения импульса механической системы, используя скорость движения центра масс системы.
11. Сформулируйте второй закон Ньютона для системы материальных точек. Поясните, почему в изменении импульса играют роль только внешние силы.
12. Какое движение называют реактивным? Под действием какой силы оно происходит? Как возникает реактивная сила в случае отделения присоединения частиц?
13. Запишите формулу движения тела переменной массы. Покажите, что уравнение движения тела переменной массы представляет собой второй закон Ньютона в его общей форме.
14. Запишите формулу Циолковского. Поясните, почему нельзя достигнуть космических скоростей при помощи одноступенчатой ракеты. В чем заключается преимущество многоступенчатых ракет перед одноступенчатыми?
15. В чем заключается принцип работы реактивных двигателей: а) ракетного; б) воздушно – реактивного, турбулентного и прямоточного? В чем заключается преимущество воздушно – реактивных двигателей перед ракетными? В каких случаях незаменим ракетный двигатель?
16. Запишите формулу для подсчета работы постоянной силы. Проанализируйте эту формулу.
17. Что можно сказать относительно работы центростремительной силы? Чему равна работа силы, которая действует на тело, движущееся по окружности с ускорением?
18. В каких случаях элементарную работу постоянной силы следует обозначать

- dA , в каких - δA ?
19. Как рассчитывается работа переменной силы? Как изобразить элементарную и полную работу на графике зависимости тангенциальной составляющей силы от пути?
 20. Что называют мощностью? Каким образом можно определить работу, если известна мощность механизма? В каких случаях мощность можно выразить формулой $N = \vec{F} \vec{v}$? Какие выводы можно сделать из этой формулы?
 21. Назовите виды механической энергии. Сформулируйте их определения.
 22. Чему равна кинетическая энергия свободно падающего тела в момент падения на Землю, если в средней точке пути его потенциальная энергия равна 20 Дж?
 23. Какими единицами измеряются энергия и мощность в системе СИ? Сформулируйте определение этих единиц. К основным или производным единицам системы СИ они относятся? Получите размерности этих единиц.
 24. Какие силы называются консервативными? Перечислите, какие из известных вам сил являются консервативными? Какие системы называются консервативными? Какие силы называются диссипативными?
 25. Что называют кинетической энергией тела? Получите формулу для подсчета кинетической энергии материальной точки, движущейся поступательно. Запишите формулу, которая устанавливает связь между кинетической энергией и импульсом тела.
 26. Докажите теорему об изменении кинетической энергии механической системы и объясните, почему эта теорема справедлива только для равнодействующей всех сил, приложенных к системе.
 27. Что называют потенциальной энергией механической системы? От чего она зависит? Объясните, почему потенциальная энергия может быть установлена только с точностью до некоторой постоянной. Как выбирается эта постоянная? Как рассчитывается потенциальная энергия?
 28. Запишите формулу, которая определяет максимальную потенциальную энергию двух материальных точек в поле сил тяготения.
 29. Для гравитационной силы получите формулу, которая устанавливает связь консервативной силы с потенциальной энергией.
 30. Какие физические величины называются функциями состояния системы? В чем заключается основное свойство этих величин? Подтвердите свои выводы примерами. Какие величины являются относительными?
 31. В чем заключается закон сохранения механической энергии материальной точки, которая движется в поле консервативных сил?
 32. Будет ли при движении планеты по эллипсу оставаться постоянной ее полная механическая энергия? Будет ли меняться кинетическая энергия планеты?
 33. Сформулируйте и запишите аналитическую форму закона сохранения механической энергии для замкнутой системы, в которой действуют только консервативные силы; в которой действуют консервативные и диссипативные силы.
 34. Сформулируйте и запишите закон сохранения механической энергии для незамкнутой системы.
 35. По какому признаку делятся удары на абсолютно упругие и абсолютно неупругие?
 36. Что называется прямым ударом шаров? Косым ударом?

37. Опишите процесс неупругого удара. Объясните, почему при столкновении одно тело замедляется, а другое — ускоряется. Какие силы участвуют при контакте двух шаров и от чего они зависят?
38. Выведите формулу для работы неупругих сил при центральном неупругом ударе шаров и проанализируйте ее. Как следует поступить, чтобы вся кинетическая энергия тел, которые участвуют в столкновении, пошла на их деформацию?
39. Опишите, что происходит с телами при абсолютно упругом ударе, на какие два этапа делится процесс столкновения? Как изменяется потенциальная и кинетическая энергия тел в процессе столкновения?
40. Выведите формулы для подсчета скоростей тел после удара при центральном абсолютно упругом ударе. Рассмотрите разные случаи.
41. При каком условии тело, которое участвует в столкновении, отскакивает от другого тела без потери кинетической энергии? Какой импульс при этом получает первое тело?
42. Что называют коэффициентом восстановления относительной скорости? В каких пределах он может изменяться?

4. Механика твердого тела

1. Перечислите возможные виды движения тела. К каким движениям можно свести любое сложное движение твердого тела?
2. Какое движение называют поступательным? Какие физические величины характеризуют кинематику поступательного движения твердого тела? Приведите примеры прямолинейного и криволинейного поступательного движения.
3. Какое движение называют вращательным? Какие различают оси вращения? Что такое мгновенная ось вращения? Приведите примеры мгновенных осей вращения. Какое движение называют свободным?
4. Какое движение называют плоским? Постройте примерную траекторию движения точки, расположенной на колесе автомобиля, который движется прямолинейно.
5. Что называют моментом силы относительно точки? Относительно оси вращения? Покажите, что момент силы не изменяется при перемещении силы вдоль линии действия.
6. Какая из составляющих силы, действующей под углом к оси вращения, вызывает вращение тела? Чему равен момент силы, параллельной оси вращения?
7. Что называют парой сил?
8. Что называется моментом инерции материальной точки относительно оси? От чего зависит момент инерции тела? Какую роль он играет во вращательном движении?
9. Запишите известные вам формулы для вычисления моментов инерции тел правильной геометрической формы.
10. Сформулируйте теорему Штейнера. Что произойдет с моментом инерции тела, если ось перемещать параллельно самой себе, отдаляясь от центра инерции?
11. Определите момент инерции стержня массой m и длиной L относительно оси, которая проходит на расстоянии $2/3$ от его конца перпендикулярно стержню. Определите момент инерции диска относительно оси, которая перпендикулярна плоскости диска и проходит через его край.
12. Сформулируйте закон динамики вращательного движения твердого тела.
13. Что называется моментом импульса относительно точки? Относительно оси?
14. Сформулируйте закон сохранения момента импульса тела. Приведите примеры проявления этого закона.
15. Запишите формулу для кинетической энергии тела, которое вращается вокруг неподвижной оси. Можно ли этот вывод распространить на произвольную систему точек?
16. Запишите формулу кинетической энергии плоского движения тела.
17. Чему равна кинетическая энергия диска (шара) массой m и радиусом R , который катится без скольжения по горизонтальной плоскости, если его центр масс имеет скорость v ? Покажите, что получится такая же формула, если рассматривать качение относительно мгновенной оси вращения.
18. Какие оси вращения называют свободными? Главными осями инерции? Приведите примеры вращения тел вокруг свободных осей. Поясните

характерные особенности, которыми сопровождается вращение тел вокруг осей с наименьшим и наибольшим моментом инерции.

19. Что называют гироскопом? Какие оси имеет гироскоп? В чем заключается гироскопический эффект? Какие явления называют прецессией? Нутацией?
20. Почему под действием момента внешних сил, перпендикулярного оси собственного импульса, гироскоп начинает совершать прецессию?
21. С какой угловой скоростью прецессирует ось симметрии волчка?
22. Приведите примеры практического применения гироскопического эффекта.
23. Сформулируйте условия равновесия твердого тела.
24. Перечислите виды равновесия. Какие изменения могут происходить с энергией тел при разных видах равновесия?

5. Силы в механике

1. Какие взаимодействия называются фундаментальными? Назовите критерии, которые лежат в основе характеристики этих взаимодействий.
2. Приведите примеры физических явлений, в которых проявляются известные типы фундаментальных взаимодействий.
3. Назовите фундаментальные взаимодействия в порядке возрастания их интенсивности. Сравните эти интенсивности.
4. Назовите фундаментальные взаимодействия, которые изучаются в классической механике. Какие изучаемые в механике взаимодействия не являются фундаментальными?
5. Что можно сказать о точности описания физических процессов, характеризуемых фундаментальными и нефундаментальными взаимодействиями?
6. Сформулируйте закон всемирного тяготения. В каких случаях аналитическое выражение этого закона для двух материальных точек справедливо и для тел, которые имеют конечные размеры?
7. Как доказать, что сила гравитационного взаимодействия между телами является силой притяжения?
8. Запишите формулу для подсчета силы взаимного притяжения между телами, имеющими конечные размеры.
9. Зависят ли периоды обращения планет вокруг Солнца от их масс? Каким был бы период обращения Луны вокруг Земли, если бы масса Луны была вдвое больше?
10. Какие опыты позволяют сделать заключение, что инертная и гравитационные массы пропорциональны между собой? В чем суть этих опытов?
11. Какие критерии необходимо учитывать при организации опытов по измерению гравитационной постоянной?
12. Как определить массу Земли, если известна гравитационная постоянная?
13. Какую физическую величину называют напряженностью поля? Изобразите графическую зависимость модуля напряженности поля тяготения от расстояния до точки, которая создает поле. Какие поля называют центральными, однородными?
14. Что называют потенциалом гравитационного поля? Запишите формулу работы гравитационных сил при движении материальной точки, применяя понятие потенциала.
15. Известно, что металлические оболочки могут экранировать некоторую область пространства от действия электрического поля. Существует ли подобный экран для гравитационного поля? Зависит ли сила притяжения между телами от того, в какой среде они находятся? Обоснуйте свое утверждение.
16. В чем заключается принцип суперпозиции полей? Найдите положение точки между Землей и Луной, в которой напряженность суммарного поля равна нулю.
17. Почему ускорение свободного падения тел на Земле только приблизительно равно напряженности поля? Каким образом можно точно вычислить ускорение свободного падения тел в данной точке Земли?
18. Сформулируйте законы Кеплера. Обоснуйте вывод этих законов. Как

- связаны законы Кеплера с законом всемирного тяготения?
19. При помощи каких физических законов можно доказать, что в соответствии с первым законом Кеплера планеты движутся по плоским эллиптическим траекториям?
 20. Выведите формулу, по которой определяется первая космическая скорость.
 21. Известно, что по мере увеличения радиуса орбиты скорость искусственного спутника Земли уменьшается. Означает ли это, что при запуске спутника на орбиты большего радиуса двигатели ракеты должны совершать меньшую работу?
 22. Дайте определение третьей космической скорости. Проанализируйте все факторы, которые влияют на величину этой скорости.
 23. Рассмотрите механизм возникновения состояния невесомости относительно инерциальной и неинерциальной систем отсчета. Перечислите основные явления, которые сопутствуют телам в состоянии невесомости. Дайте их объяснение.
 24. Рассмотрите причины, которые приводят к возникновению перегрузок у космонавта на отдельных участках траектории. Как сказываются перегрузки на организм космонавта?
 25. Что называют деформацией тела? По какому признаку тела делятся на упругие и неупругие? В чем заключается особенность сил, возникающих внутри тела, при упругих и пластических деформациях?
 26. Перечислите основные виды деформаций. Покажите, что деформация изгиба и деформация кручения являются частными случаями основных видов деформаций.
 27. Что называют деформацией растяжения (сжатия), сдвига? Как при этом смещаются отдельные слои (и частицы) тела? Какими абсолютными и относительными величинами характеризуются эти деформации и какими силами они определяются?
 28. Как распределены силы упругости и внутренние напряжения при однородных деформациях растяжения и сдвига?
 29. В чем заключается закон Гука? Как он математически записывается в общей форме? Приведите аналитический вид закона Гука для деформаций растяжения и сдвига, для деформации кручения.
 30. Что называют жесткостью пружины и от чего она зависит? Как определить жесткость системы пружин, которые соединены последовательно и параллельно?
 31. Каков физический смысл имеют модуль Юнга и модуль сдвига? В каких единицах они измеряются?
 32. Запишите формулу, устанавливающую связь между модулями Юнга и сдвига. Какие выводы позволяет сделать эта формула?
 33. Начертите примерный график зависимости упругого напряжения от величины относительной деформации. В какой области графика справедлив закон Гука? Укажите на графике область пластических деформаций. Как по графику можно определить величину остаточной деформации?
 34. Что называют пределом прямо пропорциональной зависимости на графике $\sigma(\epsilon)$? Пределом упругости? Пределом прочности?
 35. Что называют упругим гистерезисом? Начертите петлю упругого гистерезиса и охарактеризуйте отдельные ее участки. Что выражает петля

- упругого гистерезиса?
36. Что называют упругим последствием и как оно проявляется на практике?
 37. Установите качественную связь между потенциальной энергией упруго деформированного тела и той работой, которая затрачивается извне на деформацию. В каких случаях они равны, в каких — отличаются?
 38. Какое трение называют сухим и какое — вязким?
 39. Что определяет сила трения покоя? Как эту силу можно измерить на практике? Какие значения может принимать эта сила?
 40. Поясните, почему с ростом внешней силы сила трения покоя автоматически увеличивается до такого значения, при котором внешняя сила оказывается уравновешенной?
 41. В каких границах изменяется сила трения покоя? Что называют максимальной силой трения покоя? Какие происходят процессы между соприкасающимися поверхностями в момент, когда сила трения покоя достигает максимального значения? Зависит ли максимальная сила трения покоя от нормального давления? Почему?
 42. Запишите аналитический вид закона Аматона – Кулона. От чего зависит коэффициент трения покоя? Может ли быть μ больше 1?
 43. Как при помощи наклонной плоскости можно определить коэффициент трения покоя? Что называют углом трения покоя? Нарисуйте график зависимости силы трения, которая действует на тело, от угла наклона плоскости в границах от 0° до 90° (шаг изменения угла 15°).
 44. Поясните, какую роль играет явление застоя при передаче движения от одних вращающихся механизмов к другим при помощи ременной передачи.
 45. Приведите примеры полезного и вредного проявления силы трения покоя. Как эта сила проявляется при работе измерительных приборов?
 46. Начертите график зависимости силы сухого трения скольжения от относительной скорости движения. Как можно объяснить эту зависимость? От чего она зависит?
 47. Почему в отличие от трения покоя трение скольжения всегда сопровождается нагреванием соприкасающихся тел?
 48. Запишите уравнения движения тела при его равномерном и равноускоренном скольжении по наклонной плоскости.
 49. Сравните график зависимости силы вязкого трения от скорости с графиком для сухого трения скольжения. Запишите зависимость силы вязкого трения от скорости для разных участков графика.
 50. Запишите закон Кулона для трения качения. Проанализируйте, от каких факторов зависит эта сила? В чем заключается физический смысл коэффициента трения качения?
 51. Объясните возникновение силы трения качения. Какую роль при этом играют пластичность и упругое последствие? Могла бы возникнуть сила трения качения, если бы тело, которое катится, и поверхность были абсолютно упругими?

6. Движение в неинерциальных системах отсчета (НИСО)

1. Какие системы отсчета называют неинерциальными? В чем заключается принципиальное отличие сил инерции от других сил, определяющих взаимодействие тел? Как меняются силы инерции и ньютоновские силы при переходе от одной неинерциальной системы отсчета к другой?
2. Запишите формулу, по которой определяется сила инерции в неинерциальной системе отсчета, которая движется поступательно? Как направлена эта сила? Является ли сила инерции консервативной? Выполняет ли она работу?
3. Чем различается аналитический вид второго закона Ньютона в инерциальной и неинерциальной системах отсчета? Выполняется ли третий закон Ньютона в НИСО?
4. На тележке, которая движется по горизонтальной поверхности с постоянным ускорением $a = 5 \frac{m}{c}$, на нити длиной 1 м висит груз массой $m = 0,1$ кг. Найдите силу натяжения нити и угол, который она образует с вертикалью, при условии, что груз неподвижен относительно тележки.
5. Выполняются ли законы сохранения механической энергии и импульса в неинерциальных системах отсчета? Приведите соответствующие пояснения.
6. В чем заключается отличие происхождения поля сил инерции и поля сил тяготения? В чем заключаются особенности поля сил инерции?
7. В чем заключается принцип суперпозиции полей сил инерции и притяжения? Ощущает ли отличие поля сил инерции и поля сил тяготения наблюдатель, который находится в неинерциальной системе отсчета?
8. Какие силы инерции возникают во вращающихся системах отсчета? По какой формуле рассчитывается центробежная сила инерции? Как определяется ее направление? Зависит ли направление центробежной силы от направления угловой скорости вращения?
9. Сделайте физическое обоснование возникновения состояния невесомости относительно НИСО. В чем заключаются основные особенности этого состояния? Почему в состоянии невесомости свободные тела в движущейся системе не деформируются?
10. При движении космического корабля по круговой орбите имеет место состояние невесомости. Почему оно пропадает, когда корабль входит в атмосферу Земли? На каких участках траектории космического корабля возникают перегрузки? Что называют перегрузкой?
11. При каких условиях возникают кориолисовы силы инерции? Зависит ли сила Кориолиса от скорости движения тела во вращающейся системе отсчета? Приведите примеры проявления сил Кориолиса на Земле.
12. По какой формуле находится сила Кориолиса? Сформулируйте правило, по которому определяется направление силы Кориолиса. Почему сила Кориолиса отсутствует, когда тело движется параллельно оси вращения системы?
13. Как связаны между собой сила Кориолиса и кориолисово ускорение? Проиллюстрируйте эту связь математическими соотношениями.
14. Что можно сказать о траектории движущегося тела в инерциальной и

- неинерциальных системах отсчета при действии на него кориолисовой силы? Приведите соответствующие доказательства.
15. Как направлена сила Кориолиса при движении тела: по экватору с востока на запад; с запада на восток; на экваторе вдоль меридиана?
 16. Покажите, как на основе существования сил Кориолиса было экспериментально доказано суточное вращение Земли при помощи маятника Фуко.
 17. Существование кориолисовых сил является результатом того, что в северном полушарии правый берег реки всегда более крутой, чем левый; правый рельс железной дороги изнашивается сильнее, чем левый. Вместе с тем известно, что сила Кориолиса перпендикулярна вектору относительной скорости \vec{v} (как следует из формулы $\vec{F}_k = 2m[\vec{v}, \vec{\omega}]$) и, следовательно, не может выполнять работы. За счет какой энергии выполняется работа в рассмотренных выше случаях?
 18. Запишите в общем виде уравнение движения тела во вращающейся системе отсчета. Рассмотрите частные случаи этого уравнения.
 19. Дайте определение веса тела. Какова природа этой силы? Запишите формулу связи веса тела с силами инерции для системы, которая движется относительно Земли поступательно с некоторым ускорением.
 20. Какие причины обуславливают зависимость ускорения свободного падения от географической широты места? Как выражается эта зависимость?
 21. Какой формулой определяется угол между направлением к центру Земли и направлением линии отвеса? От чего зависит его величина? В каких границах он изменяется?
 22. В каких границах изменяется вблизи поверхности Земли ускорение свободного падения? Какие причины обуславливают эти изменения? Что называют нормальным ускорением свободного падения?
 23. В чем различие ньютоновских представлений о пространстве и времени в классической механике и представлений об этих формах существования материи в специальной теории относительности.
 24. Сформулируйте первый и второй постулаты Эйнштейна. Как эти постулаты подтверждаются преобразованиями Лоренца? Как связаны между собой эти преобразования с преобразованиями Галилея?
 25. Запишите соотношение неопределенности. В чем заключается его физический смысл? Приведите пример применения этого соотношения.
 26. Проследите логическую связь между классической механикой, специальной теорией относительности и квантовой механикой. В чем заключается суть «принципа соответствия»?

7. *Механика жидкостей и газов*

1. Какие общие свойства характеризуют жидкости и газы и в чем состоит их различие? В чем заключается отличие механических свойств жидкостей и газов от свойств твердых тел?
2. Каким свойством жидкости можно объяснить передачу производимого на нее давления по всем направлениям одинаково?
3. В чем заключается принцип отвердения жидкости? Приведите примеры применения этого принципа при рассмотрении ее свойств.
4. Сформулируйте закон Паскаля для жидкостей и газов. Приведите примеры применения этого закона в различных механизмах.
5. При помощи, каких опытов можно показать, что давление в жидкости и газе является скалярной величиной? Какими математическими соотношениями это можно подтвердить?
6. От чего зависит давление внутри жидкости? Каким опытом это можно объяснить? Как рассчитать давление жидкости на дно и стенки сосуда?
7. Определите давление на глубине 0,6 м в воде, керосине, ртути?
8. В чем состоит закон сообщающихся сосудов для неоднородной жидкости? Приведите примеры сообщающихся сосудов, применяемых в быту, технике.
9. Что произойдет со столбиком ртути, если трубку в опыте Торричелли наклонить? Как измерить величину атмосферного давления при помощи такой наклонной трубки?
10. Как объяснить причину возникновения выталкивающей силы? Какое направление имеет выталкивающая сила? От чего зависит величина выталкивающей силы? Приведите примеры. Сформулируйте закон Архимеда.
11. К чашкам весов подвешены на нитях равные по весу куски железа и свинца. Весы находятся в равновесии. Нарушится ли равновесие, если эти тела опустить в воду? Поясните сделанный вывод.
12. Каковы условия плавания тел в зависимости от плотности вещества тела и жидкости? Как определяется при этом положение точек приложения силы тяжести тела и архимедовой силы?
13. На каком явлении основано устройство ареометра? Для чего служит этот прибор и как он устроен?
14. Перечислите распространенные в технике и повседневной жизни внесистемные единицы давления и приведите соотношения между этими единицами и паскалем.
15. Чему равна величина нормального атмосферного давления в различных единицах?
16. Какую жидкость называют идеальной? При каких условиях реальную жидкость можно считать идеальной? Что называют линией тока, трубкой тока, струей? Как по картине линий тока можно судить о характере течения жидкости в разных точках пространства? Какое движение жидкости называется установившимся? Что можно сказать при этом состоянии о линиях тока и траекториях частиц?
17. Сформулируйте уравнение неразрывности струи идеальной жидкости. Какие выводы вытекают из этого уравнения? Из каких физических предпосылок следует уравнение неразрывности? Чем отличается аналогичное уравнение для реальной жидкости?
18. Выведите уравнение Бернулли и поясните физический смысл членов, входящих в это уравнение. Каким образом при выводе этого уравнения

- учитывается тот факт, что жидкость является идеальной?
19. Что собой представляет трубка Пито? Какой принцип лежит в основе измерения давления при помощи трубки Пито? Какое давление она измеряет? Как можно измерить статическое давление p внутри движущейся жидкости?
 20. Выразите результирующую силу давления текущей жидкости на стенки изогнутой трубы через изменение импульса. Получите формулу в векторном и скалярном виде. Объясните, почему при выводе этой формулы необходимо учитывать, что жидкость идеальная и ее течение стационарно. Приведите примеры технического применения этой силы реакции.
 21. В чем заключается отличие механизма возникновения сил вязкости в жидкостях и газах? Исходя из природы сил внутреннего трения, поясните, почему жидкости и газы обладают разной зависимостью этих сил от температуры.
 22. Запишите формулу для сил внутреннего трения, возникающих между слоями жидкостей и газа, которые движутся относительно друг друга. Дайте определение коэффициента динамической вязкости. Как связаны между собой коэффициенты динамической и кинематической вязкости?
 23. Дайте определение ламинарного и турбулентного течений вязкой жидкости, в чем заключается отличие между ними? Какой существует критерий для характеристики перехода течения вязкой жидкости от ламинарного к турбулентному.
 24. Как называются приборы, которые служат для измерения вязкости жидкостей и газов? Какие формулы лежат в основе работы этих приборов?
 25. В чем заключается суть парадокса Даламбера – Эйлера? Рассмотрите физические явления при движении тел в идеальной жидкости, которыми он обусловлен.
 26. Обоснуйте возникновение сил, действующих в общем случае на тело, которое движется в вязкой жидкости. Что называют пограничным слоем? Какую он играет роль при движении тел в жидкостях, от чего зависит? Поясните механизм его возникновения. Чем определяется толщина пограничного слоя? В каком месте этого слоя будет возникать наибольший градиент скорости?
 27. Какова роль вихрей, возникающих позади тела, при его движении в вязкой среде? Как распределяются скорости частиц и давления внутри вихря и позади него?
 28. На тело, движущееся в вязкой среде, действует сила лобового сопротивления, которая обусловлена сопротивлением трения и сопротивлением давления! Какой из указанных факторов является определяющим при ламинарном и турбулентном обтекании тела? Поясните выводы соответствующими рассуждениями и формулами.
 29. Что называют циркуляцией скорости идеальной жидкости? Каков физический смысл этой характеристики? Что можно сказать о циркуляции вектора скорости для симметричного и несимметричного контуров? Запишите формулу, определяющую циркуляцию скорости для тонкого крыла.
 30. Рассмотрите общую картину обтекания крыла самолета. Что называют разгонным вихрем? Поясните механизм его возникновения и покажите направление вращения частиц в нем. Какое влияние оказывает этот вихрь на движение воздуха вокруг крыла?
 31. Получите выражение для подъемной силы крыла самолета. Как изменяется

подъемная сила крыла при увеличении угла атаки? Какой формулой определяется качество крыла?

8. Колебательное движение

1. Какое движение называется колебательным? Приведите примеры.
2. Какие колебания называются гармоническими? По каким критериям эти колебания в природе и технике выделяют в особую группу?
3. Дайте определение основных величин, характеризующих гармоническое колебательное движение (амплитуды, фазы, периода, частоты, циклической частоты). Выясните физический смысл этих характеристик.
4. Какими признаками определяются упругие силы? В чем различие упругих и квазиупругих сил?
5. Какие колебания называются свободными? При каких условиях свободные колебания будут незатухающими?
6. Какие колебания называются прямолинейными? Криволинейными? Крутильными? Приведите примеры таких колебаний.
7. На примере прямолинейных гармонических колебаний установите связь между амплитудами и фазами смещения скорости и ускорения материальной точки.
8. При помощи метода векторных диаграмм найдите выражение для амплитуды результирующего колебания, полученного в результате сложения двух колебаний одного направления и одинаковых частот. При каком условии амплитуда результирующего колебания равна сумме амплитуд составляющих колебаний? Модулю их разности?
9. В каком случае результирующие колебания называются биениями? Запишите уравнение таких колебаний, изобразите их графически. Приведите примеры использования явления биений.
10. Определите вид траектории точки, которая участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаниях с одинаковыми частотами. При каких значениях разности фаз траекторией движения будет прямая и при каких — эллипс?
11. Что называется фигурами Лиссажу? Как по виду фигур Лиссажу можно установить соотношение частот складываемых колебаний?
12. Выведите формулы для периодов колебаний пружинного, математического, физического и крутильного маятников.
13. В чем состоит различие между математическим и физическим маятниками? В чем заключается физический смысл приведенной длины физического маятника? Почему период колебаний математического маятника не зависит от массы, а период физического маятника зависит от момента инерции.
14. Какие колебания называются затухающими? Как изменяется со временем амплитуда затухающих колебаний? Выразите эту зависимость аналитически, графически.
15. Что понимают под периодом затухающих колебаний? Что такое коэффициент затухания, логарифмический декремент, добротность колебательной системы? При помощи характеристик затухающих колебаний получите формулу для определения коэффициента сопротивления среды r ?
16. Получите формулы, выражающие зависимость кинетической и потенциальной энергий колебательной системы во времени. В каких случаях

- полная энергия колебательной системы будет постоянной? Изобразите энергетические характеристики колебательной системы графически.
17. Дайте определение собственных и вынужденных колебаний системы. Запишите дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. В результате решения этого уравнения получите формулу для амплитуды прямолинейных вынужденных колебаний, возбуждаемых силой, которая изменяется по гармоническому закону. Нарисуйте график зависимости $A(\omega)$ для разных коэффициентов сопротивления.
 18. В чем состоит суть явления резонанса? От чего зависит резонансная частота? Получите формулу, определяющую резонансную частоту. Приведите примеры проявления явления резонанса.
 19. Какие системы называют автоколебательными? Приведите пример такой системы. Из каких основных элементов состоит автоколебательная система? Приведите пример релаксационных колебаний и охарактеризуйте их.
 20. Какие колебательные системы называются связанными системами? Что понимают под нормальными колебаниями связанных систем? Что называют степенями свободы связанной системы?

9. Волновое движение. Акустика

1. Что называют волновым движением? Какие силы должны действовать между частицами среды, чтобы в ней могли распространяться колебания?
2. Какие волны называются продольными? поперечными? Объясните механизм распространения деформаций в каждом из этих случаев. Какие волны могут распространяться в твердых телах, жидкостях и газах? Известны ли вам другие виды механических волн?
3. Что можно сказать о переносе энергии упругой деформации и переносе массы при распространении механической волны?
4. Объясните качественно зависимость скорости упругих волн от модуля Юнга (модуля сдвига) и плотности среды.
5. В чем состоит различие между гармоническими колебаниями и волновым процессом? Запишите уравнение плоской монохроматической волны, дайте определение физических характеристик волны. Какова связь между этими величинами?
6. Нарисуйте график зависимости координат точек среды, в которой распространяется бегущая волна, от расстояния до источника волны. На каком расстоянии друг от друга находятся соседние точки среды, которые колеблются в одинаковых фазах?
7. Нарисуйте графики мгновенных распределений смещения частиц, их скорости, ускорения в бегущей волне. Сравните их с соответствующими графиками гармонических колебаний.
8. Поперечная волна движется вправо (рис. 10.22). Какое в данный момент времени происходит смещение частиц среды в точках *A, B, C, D, E*?
9. Что называется фронтом волны? Чем отличается фронт волны от волновой поверхности? Какие волны называются плоскими, сферическими? Приведите примеры.
10. В чем заключается принцип Гюйгенса? Принцип Гюйгенса – Френеля? Почему нельзя объяснить дифракцию волн только при помощи принципа Гюйгенса?
11. Что называют фазовой и групповой скоростями? Чем вызвано их различие? Могут ли эти скорости совпадать? Запишите формулы, по которым определяется скорость продольных и поперечных волн.
12. Что называют длиной волны? Что называют дисперсией волн? Запишите дисперсионное соотношение и проведите его анализ для механических волн.
13. В чем заключается принципиальное отличие энергетических характеристик некоторого небольшого объема среды, в которой распространяется синусоидальная упругая волна, от соответствующих энергетических характеристик гармонических колебаний?
14. Выясните физическую сущность таких характеристик волнового процесса как поток энергии, плотность потока энергии? Получите и проанализируйте формулы, их определяющие.
15. В чем заключается суть принципа суперпозиции механических волн? Что называется интерференцией? Какими свойствами обладают когерентные волны? Как можно получить когерентные источники механических волн?

16. Чему равна разность хода (фаз) волн в тех точках, где при интерференции наблюдаются максимумы? минимумы?
17. Как образуются стоячие волны? Перечислите свойства, которые отличают стоячую волну от бегущей. Что называют узлами и пучностями смещений в стоячей волне? Как можно описать процесс переноса энергии в стоячей волне?
18. Как изменяется фаза стоячей волны при отражении от среды, плотность которой больше по сравнению со средой, в которой она распространялась до отражения? при обратном соотношении плотностей?
19. Определите область физических явлений, изучаемых в акустике. Каков диапазон частот звуковых волн? Рассчитайте диапазон длин волн, соответствующий этим частотам.
20. Что называют звуковым полем? Приведите классификацию источников звуковых волн по способу возбуждения. Приведите примеры. Может ли звук распространяться в вакууме?
21. Вычислите скорость звука в алюминиевом стержне. Как зависит скорость звука в твердых телах от температуры?
22. Выведите формулу, по которой определяется скорость звука в идеальном газе. Почему следует считать, что зависимость между макроскопическими параметрами газа определяется адиабатическим процессом?
23. Как зависит скорость звука в газах от температуры? Вычислите скорость звука в воздухе при температуре $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
24. В чем заключается суть эффекта Доплера? Запишите формулу частоты воспринимаемого звука для случая неподвижного источника и движущегося наблюдателя; неподвижного наблюдателя и движущегося источника. Приведите примеры проявления эффекта Доплера для механических волн.
25. Запишите формулу, которая характеризует измерение интенсивности звуковой волны, распространяющейся в изотропной среде, с расстоянием. Какие причины обуславливают уменьшение интенсивности волны?
26. Каков физический смысл коэффициента поглощения звуковой волны? Как зависит коэффициент поглощения волны от частоты? Сделайте качественное сравнение величины коэффициентов поглощения в газах, жидкостях и твердых телах. Как объяснить тот факт, что звуки, представляющие собой суперпозицию волн разной частоты, резкие вблизи источника излучения, по мере удаления от него становятся более глухими и низкими?
27. Сформулируйте условия, при которых в результате встречи звуковой волны с преградой будет наблюдаться отражение волн или их дифракция.
28. От каких физических характеристик сред, образующих границу раздела зависит интенсивность отраженной волны и волны, проникшей во вторую среду? Запишите формулы для коэффициентов отражения и проникновения при нормальном падении звука.
29. Перечислите объективные характеристики звука. Что такое частота и интенсивность звука? Каков физический смысл имеет интенсивность звука? Запишите формулу, которая устанавливает связь интенсивности с амплитудой звукового давления. Что определяет спектральный состав звука?
30. Охарактеризуйте методы измерения интенсивности звуковой волны. В чем заключается их преимущества и недостатки друг перед другом?
31. Приведите примеры использования явления резонанса в акустике. Как

- используется акустический резонанс при гармоническом анализе сложного звука, основанного на применении теоремы Фурье, при помощи резонаторов Гельмгольца? Рассмотрите принцип работы резонатора Гельмгольца. Приведите примеры других резонаторов.
32. Перечислите субъективные характеристики звука. Что такое высота тона? громкость звука? Что такое порог слышимости? порог болевого ощущения? Зависят ли они от частоты? По какому закону ухо человека воспринимает интенсивность звука?
33. Запишите формулу, по которой определяется громкость звука. Какую интенсивность звука берут за исходную при определении громкости? В каких единицах измеряется громкость. Покажите, что весь диапазон интенсивностей, воспринимаемых ухом человека $(10^{-16} \frac{Вт}{см^2} - 10^{-2} \frac{Вт}{см^2})$, соответствует громкостям от нуля до 130 дБ?
34. Как связан тембр звука с его спектральными свойствами? Какие параметры звука определяют тембр? От каких характеристик сложного звука зависит тембр? Чем отличаются по своей природе гласные и согласные звуки, входящие в человеческую речь?
35. Что называют ультразвуком? Рассмотрите использование пьезоэлектрического эффекта и эффекта магнитострикции для получения ультразвука. Как определяется верхняя граница ультразвуковых частот? Перечислите области применения волн ультразвуковой частоты.
36. В результате измерения глубины моря ультразвуковым эхолотом интервал времени от момента посылки сигнала до момента его приема составила 5 с. Определите глубину моря, если скорость ультразвука в воде $1480 \frac{м}{с}$.
37. Что называют инфразвуком? Приведите примеры колебательных систем, излучаемых инфразвуки. Какие особенности являются характерными при распространении инфразвука по сравнению с ультразвуком?