

ПЕРВЫЙ ВОПРОС (ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ):

МЕХАНИКА:

- 1.** Системы отсчёта. Закон движения материальной точки. Траектория, путь, перемещение. Скорость (мгновенная, средняя) и ускорение (тангенциальное, нормальное, полное) материальной точки. Принцип относительности Галилея.
- 2.** Характеристики движения материальной точки по окружности (угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение) и их связь с линейными характеристиками движения. Прямая и обратная задачи кинематики.
- 3.** Масса и импульс материальной точки. Силы в механике. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Законы Ньютона.
- 4.** Системы материальных точек. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра масс системы материальных точек. Движение тел с переменной массой.
- 5.** Момент силы и момент импульса материальной точки относительно неподвижной точки и относительно неподвижной оси. Уравнение моментов для материальной точки относительно неподвижной точки и относительно неподвижной оси.
- 6.** Момент инерции абсолютно твёрдого тела относительно неподвижной оси. Теорема Штейнера. Основное уравнение динамики вращательного движения абсолютно твёрдого тела относительно неподвижной оси. Закон сохранения моментов.
- 7.** Работа консервативных и диссипативных сил. Кинетическая, потенциальная энергия материальной точки и твердого тела. Полная механическая энергия. Связь полной механической энергии с работой неконсервативных сил. Закон сохранения механической энергии.

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ:

- 1.** Свободные незатухающие гармонические колебания и их характеристики. Математический, пружинный и физический маятники.
- 2.** Свободные затухающие колебания и их характеристики. Вынужденные колебания. Явление резонанса.
- 3.** Векторное представление гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одинаковой частоты и направления (метод векторных диаграмм). Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА:

- 1.** Термодинамические параметры. Изопроцессы. Смеси газов, закон Daltona, Закон Авогадро.
- 2.** Молекулярно-кинетическая теория идеального газа, уравнение состояния идеального газа их взаимосвязь.
- 3.** Внутренняя энергия и работа идеального газа. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
- 4.** Теплоёмкость идеального газа. Адиабатический процесс.

5. Формулировки второго начала термодинамики. Термодинамические машины. Цикл Карно.
6. Приведенная теплота. Равенство и неравенство Клаузиуса. Энтропия.
Статистический смысл энтропии.
7. Вероятностное описание случайных событий. Распределения Максвелла по компонентам скорости и модулю скорости молекул в идеальном газе. Характерные скорости движения молекул.
8. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Распределение Максвелла – Больцмана. Теорема о равнораспределении средней энергии молекул по степеням свободы.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО:

1. Элементарный заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Напряжённость как силовая характеристика электрического поля. Принцип суперпозиции. Силовые линии электростатического поля.
2. Поток вектора напряжённости. Теорема Остроградского – Гаусса для вектора напряжённости электростатического поля. Примеры применения теоремы.
3. Работа сил электростатического поля. Потенциал как энергетическая характеристика электростатического поля. Циркуляция вектора напряжённости. Связь между напряжённостью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности.
4. Электроёмкость уединённого проводника. Конденсаторы и электроёмкость конденсатора. Энергия системы неподвижных зарядов и конденсатора. Объемная плотность энергии.
5. Полярные и неполярные диэлектрики. Качественная картина поляризации диэлектриков. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в диэлектриках.
6. Сила тока, плотность тока. Уравнение непрерывности (закон сохранения заряда). Законы Ома, Джоуля – Ленца. Разветвлённые цепи. Правила Кирхгофа.

ВТОРОЙ ВОПРОС (ВЫВОД ФОРМУЛЫ):

МЕХАНИКА:

- 1.** **Выход** общей расчетной формулы максимальной дальности полета тела (м.т.), брошенного с некоторой высоты h , относительно уровня земли, под углом α к горизонту. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.
- 2.** **Выход** общей расчетной формулы максимальной высоты подъема тела (м.т.) относительно уровня Земли, если оно брошен высотой h под углом α к горизонту. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.
- 3.** **Выход** расчетной формулы момента инерции однородного полого толстостенного цилиндра массой m , внешний радиус сечения R_1 , внутренний радиус сечения R_2 , относительно оси симметрии.
- 4.** **Выход** расчетной формулы момента инерции однородного шара массой m , внешний радиус сечения R_1 , внутренний радиус сечения R_2 , относительно оси, проходящей через его центр.
- 5.** **Выход** расчетной формулы момента инерции однородного сплошного диска массой m и радиусом R , относительно оси симметрии, проходящей через его диаметр.
- 6.** **Выход** расчетной формулы момента инерции однородного сплошного стержня массой m , длиной l , относительно оси, проходящей через один из его концов.

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ:

- 7.** **Выход** формулы периода математического маятника, находящегося в движущейся системе относительно земли с ускорением a .
- 8.** **Выход** формулы периода физического маятника в форме стержня длиной массой m , длиной l , подвешенного в точке на расстоянии x от конца.
- 9.** **Выход** формулы периода вертикального пружинного маятника, состоящего из груза массой m закрепленного к последовательно соединенным пружинам жесткостью k_1 и k_2 .
- 10.** **Выход** уравнения циклической частоты в любой момент времени для слабых затухающих колебаний математического маятника длиной l с учетом коэффициента затухания среды β .
- 11.** **Выход** уравнения резонансной частоты для пружинного маятника для вынужденных колебаний, если известен декремент затухания δ .
- 12.** **Выход** уравнения Циалковского с учетом действия поля силы тяжести, на примере реактивной ракеты, взлетающей вертикально вверх.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА:

- 1.** **Выход** уравнения молекулярно-кинетической теории с помощью уравнения состояния идеального газа.
- 2.** **Выход** расчетной формулы наиболее вероятной скорости из распределения Максвелла (распределения молекул по скоростям):

$$F(v) = 4\pi v^2 \left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{3/2} \cdot e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}$$

3. Вывод расчетной формулы средней квадратично скорости из распределения Максвелла (распределения молекул по скоростям):

$$F(v) = 4\pi v^2 \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{3/2} \cdot e^{-\frac{m_0 V^2}{2kT}}$$

4. Вывод формулы изменения энтропии для процесса, проходящего по закону Бойля-Мариотта.

5. Вывод формулы изменения энтропии для процесса, проходящего по закону Шарля.

6. Вывод формулы изменения энтропии для процесса, проходящего по закону Гей-Люссака.

7. Вывод уравнения работы адиабатного процесса с использованием коэффициента Пуассона.

8. Вывод уравнения максимального КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно.

9. Вывод уравнения максимального КПД холодильной машины, работающей по циклу Карно.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО:

1. Вывод расчетной формулы напряженности поля бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда σ по теореме Остроградского-Гаусса.

2. Вывод расчетной формулы напряженности поля системы из двух коаксиальных цилиндров радиусами R_1 и R_2 ($R_1 < R_2$), в точке, находящейся на расстоянии $r > R_2$ относительно общей оси. Использовать теорему Остроградского-Гаусса.

3. Вывод расчетной формулы напряженности поля системы из двух коаксиальных шаров радиусами R_1 и R_2 ($R_1 < R_2$), в точке, находящейся на расстоянии $R_1 > r > R_2$ относительно общей оси. Использовать теорему Остроградского-Гаусса.

4. Вывод расчетной формулы разности потенциалов поля двух плоскостей площадью S , расположенных на расстоянии d и равномерно заряженных с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 ($|\sigma_1| > |\sigma_2|$) по теореме Остроградского-Гаусса.

5. Вывод расчетной формулы потенциала поля внутри однородного шара диэлектрической проницаемостью ϵ , радиусом R с равномерно распределенным зарядом объемной плотностью ρ в точке, находящейся на расстоянии $0 < r < R$ относительно центра оси. Использовать теорему Остроградского-Гаусса.

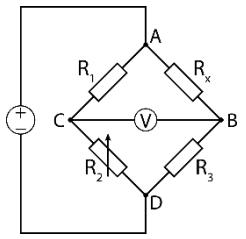
6. Вывод расчетной формулы электроемкости уединенной сферы радиусом R , помещенной в жидкость с диэлектрической проницаемостью ϵ .

7. Вывод уравнения для расчета напряжения, подаваемого на обкладки цилиндрического конденсатора радиусом R , высотой h с учетом диэлектрика толщиной d .

8. Вывод уравнения для расчета изменения энергии плоского воздушного конденсатора подключенного к постоянному напряжению U с обкладками в форме дисков радиусами R , расстояние между которыми изменяется от d_1 до d_2 .

9. Вывод общего уравнения для расчета ЭДС с внутренним сопротивлением r , подключаемого последовательно к трем параллельно соединенным резисторам R_1, R_2, R_3 .

10. **Вывод** общего уравнения для расчета неизвестного сопротивления в мосте Уитстона (схема представлена на рис.), где R_1 и R_2 являются единым проводником из металла с известной длиной l и диаметром D . Учесть, что вольтметр покажет $U = 0$ В.



11. **Вывод** общего уравнения для расчета тепловыделения на участке проводника длиной l и площадью поперечного сечения S , находящегося под напряжением U за $1/24$ долю периода полного обращения Земли вокруг оси.

12. **Вывод** уравнения плотности тока через пластину площадью S в зависимости от ее толщины h , зная разность потенциалов $\Delta\varphi$ на торцах пластины.

ТРЕТИЙ ВОПРОС (ЗАДАЧА), примерная тематика задач:

МЕХАНИКА:

1. Из одного и того же места начали равноускорено двигаться в одном направлении две точки, причем вторая начала свое движение через 2 с после первой. Первая точка двигалась с начальной скоростью $v_1=1$ м/с и ускорением $a_1=2$ м/с², вторая — с начальной скоростью $v_2=10$ м/с и ускорением $a_2=1$ м/с². Через сколько времени и на каком расстоянии от исходного положения вторая точка догонит первую?
2. Миномет установлен под углом $\alpha=60^\circ$ к горизонту на крыше здания, высота которого $h=40$ м. Начальная скорость v_0 мины равна 50 м/с. Требуется: 1) написать кинематические уравнения движения и уравнения траектории и начертить эту траекторию с соблюдением масштаба; 2) определить время τ полета мины, максимальную высоту H ее подъема, горизонтальную дальность s полета, скорость v в момент падения мины на землю. Сопротивлением воздуха пренебречь.
3. Велосипедное колесо вращается с частотой $n=5$ с⁻¹. Под действием сил трения оно остановилось через интервал времени $\Delta t=1$ мин. Определить угловое ускорение ε и число N оборотов, которое сделает колесо за это время.
4. На гладком столе лежит брускок массой $m=4$ кг. К бруски привязаны два шнура, перекинутые через неподвижные блоки, прикрепленные к противоположным краям стола. К концам шнурков подвешены гири, массы которых $m_1=1$ кг и $m_2=2$ кг. Найти ускорение a , с которым движется брускок, и силу натяжения T каждого из шнурков. Массой блоков и трением пренебречь.
5. Два груза массами $m_1=10$ кг и $m_2=15$ кг подвешены на нитях длиной $l=2$ м так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол $\varphi=60^\circ$ и выпущен. Определить высоту h , на которую поднимутся оба груза после удара. Удар грузов считать неупругим.
6. На цилиндр намотана тонкая гибкая нерастяжимая лента, массой которой по сравнению с массой цилиндра можно пренебречь. Свободный конец ленты прикрепили к кронштейну и предоставили цилинду опускаться под действием силы тяжести. Определить линейное ускорение a оси цилиндра, если цилиндр: 1) сплошной; 2) полый тонкостенный.
7. Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой $m=0,4$ кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью $v=20$ м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии $r=0,8$ м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции J человека и скамьи равен 6 кг·м²?

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ:

8. Колебания точки происходят по закону $x=A \cos(\omega t + \phi)$. В некоторый момент времени смещение x точки равно 5 см, ее скорость $v=20$ см/с и ускорение $a=-80$ см/с². Найти амплитуду A , угловую частоту ω , период T колебаний и фазу $(\omega t + \phi)$ в рассматриваемый момент времени.

9. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x=9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?

10. Гиря массой $m=500$ г подвешена к спиральной пружине жесткостью $k=20$ Н/м и совершает упругие колебания в некоторой среде. Логарифмический декремент колебаний $\theta=0,004$. Определить число N полных колебаний, которые должна совершить гиря, чтобы амплитуда колебаний уменьшилась в $n=2$ раза. За какое время t произойдет это уменьшение?

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА:

- 1.** Одна треть молекул азота массой $m=10$ г распалась на атомы. Определить полное число N частиц, находящихся в газе.
- 2.** Колба вместимостью $V=300$ см³, закрытая пробкой с краном, содержит разреженный воздух. Для измерения давления в колбе горлышко колбы погрузили в воду на незначительную глубину и открыли кран, в результате чего в колбу вошла вода массой $m=292$ г. Определить первоначальное давление p в колбе, если атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа.
- 3.** Найти плотность ρ газовой смеси водорода и кислорода, если их массовые доли w_1 и w_2 равны соответственно $1/9$ и $8/9$. Давление p смеси равно 100 кПа, температура $T=300$ К.
- 4.** Колба вместимостью $V=4$ л содержит некоторый газ массой $m=0,6$ г под давлением $p=200$ кПа. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ молекул газа.
- 5.** Найти показатель адиабаты γ для смеси газов, содержащей гелий массой $m_1=10$ г и водород массой $m_2=4$ г.
- 6.** Смешали воду массой $m_1=5$ кг при температуре $T_1=280$ К с водой массой $m_2=8$ кг при температуре $T_2=350$ К. Найти температуру θ смеси и изменение ΔS энтропии, происходящее при смешивании.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО:

- 1.** Полусфера несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью $\sigma=1$ нКл/м². Найти напряженность E электрического поля в геометрическом центре полусферы.
- 2.** Электрическое поле создано положительным точечным зарядом. Потенциал ϕ поля в точке, удаленной от заряда на $r=12$ см, равен 24 В. Определить значение и направление градиента потенциала в этой точке.
- 3.** Расстояние d между пластинами плоского конденсатора равно 1,33 м, площадь S пластин равна 20 см². В пространстве между пластинами конденсатора находятся два слоя диэлектриков: слюды толщиной $d_1=0,7$ мм и эбонита толщиной $d_2=0,3$ мм. Определить электроемкость C конденсатора.
- 4.** Напряжение U на шинах электростанции равно 6,6 кВ. Потребитель находится на расстоянии $l=10$ км. Определить площадь S сечения медного провода, который следует

взять для устройства двухпроводной линии передачи, если сила тока I в линии равна 20 А и потери напряжения в проводах не должны превышать 3%.

5. При силе тока $I_1=3$ А во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность $P_1=18$ Вт, при силе тока $I_2=1$ А – соответственно $P_2=10$ Вт. Определить ЭДС ξ и внутреннее сопротивление r батареи.

6. Сила тока в проводнике сопротивлением $r=100$ Ом равномерно нарастает от $I_0=0$ до $I_{\max}=10$ А в течение времени $t=30$ с. Определить количество теплоты Q , выделившееся за это время в проводнике.