

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 твёрдого 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 Дальтона, Закон Авогадро.
2. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа, уравнение состояния идеального газа и 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. Тепловые 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. **Вывод** 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. **Вывод** 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. **Вывод** расчетной формулы момента инерции однородного полого толстостенного цилиндра массой m , внешний радиус сечения R_1 , внутренний радиус сечения R_2 , относительно оси симметрии.
4. **Вывод** расчетной формулы момента инерции однородного шара массой m , внешний радиус сечения R_1 , внутренний радиус сечения R_2 , относительно оси, проходящей через его цент.
5. **Вывод** расчетной формулы момента инерции однородного сплошного диска массой m и радиусом R , относительно оси симметрии, проходящей через его диаметр.
6. **Вывод** расчетной формулы момента инерции однородного сплошного стержня массой m , длиной l , относительно оси, проходящей через один из его концов.

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ:

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

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА:

1. **Вывод** уравнения молекулярно-кинетической теории с помощью уравнения состояния идеального газа.
2. **Вывод** 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.

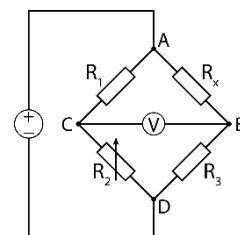
6. Вывод расчетной формулы емкости уединенной сферы радиусом R , помещенной в жидкость с диэлектрической проницаемостью ϵ .

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 брусок массой $m=4$ кг. К бруску привязаны два шнура, перекинутые через неподвижные блоки, прикрепленные к противоположным краям стола. К концам шнуров подвешены гири, массы которых $m_1=1$ кг и $m_2=2$ кг. Найти ускорение a , с которым движется брусок, и силу натяжения T каждого из шнуров. 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 цилиндру 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 $x=A \cos(\omega t+\varphi)$. 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 $(\omega t+\varphi)$ 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 емкость 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 $\tau=30$ с. Определить количество теплоты Q , выделившееся за это время в проводнике.