

## **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:**

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

### **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА:**

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

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

### ЭЛЕКТРИЧЕСТВО:

- 19.** Элементарный заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Напряжённость как силовая характеристика электрического поля. Принцип суперпозиции. Силовые линии электростатического поля.
- 20.** Поток вектора напряжённости. Теорема Остроградского – Гаусса для вектора напряжённости электростатического поля. Примеры применения теоремы.
- 21.** Работа сил электростатического поля. Потенциал как энергетическая характеристика электростатического поля. Циркуляция вектора напряжённости. Связь между напряжённостью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности.
- 22.** Электроёмкость уединённого проводника. Конденсаторы и электроёмкость конденсатора. Энергия системы неподвижных зарядов и конденсатора. Объемная плотность энергии.
- 23.** Полярные и неполярные диэлектрики. Качественная картина поляризации диэлектриков. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в диэлектриках.
- 24.** 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  $\alpha$  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  $\alpha$  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  $\beta$ .
- 11.** **Выход** уравнения резонансной частоты для пружинного маятника для вынужденных колебаний, если известен декремент затухания  $\delta$ .
- 12.** **Выход** уравнения Циалковского с учетом действия поля силы тяжести, на примере реактивной ракеты, взлетающей вертикально вверх.

### **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА:**

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

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

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

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

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

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

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

**19.** Вывод уравнения работы адиабатного процесса с использованием коэффициента Пуассона.

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

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

## ЭЛЕКТРИЧЕСТВО:

**22.** Вывод расчетной формулы напряженности поля бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда  $\sigma$  по теореме Остроградского-Гаусса.

**23.** 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.

**24.** 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.

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

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

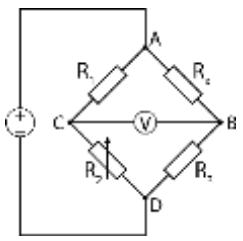
**27.** Вывод расчетной формулы электроемкости уединенной сферы радиусом  $R$ , помещенной в жидкость с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ .

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

**29.** 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  $d_2$ .

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

**31.** 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.



**32.** 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.

**33.** 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/с<sup>2</sup>, вторая — с начальной скоростью  $v_2=10$  м/с и ускорением  $a_2=1$  м/с<sup>2</sup>. 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  $t$  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<sup>-1</sup>. Под действием сил трения оно остановилось через интервал времени  $\Delta t=1$  мин. Определить угловое ускорение  $\varepsilon$  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  $\omega$  начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции  $J$  человека и скамьи равен 6 кг·м<sup>2</sup>?

### **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/с<sup>2</sup>. Найти

амплитуду  $A$ , угловую частоту  $\omega$ , 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:

**11.** Одна треть молекул азота массой  $m=10$  г распалась на атомы. Определить полное число  $N$  частиц, находящихся в газе.

**12.** Колба вместимостью  $V=300$  см<sup>3</sup>, 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.

**13.** Найти плотность  $\rho$  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.

**14.** 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.

**15.** Найти показатель адиабаты  $\gamma$  для смеси газов, содержащей гелий массой  $m_1=10$  г и водород массой  $m_2=4$  г.

**16.** 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  $\theta$  смеси и изменение  $\Delta S$  энтропии, происходящее при смешивании.

### ЭЛЕКТРИЧЕСТВО:

**17.** Полусфера несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью  $\sigma=1$  нКл/м<sup>2</sup>. Найти напряженность  $E$  электрического поля в геометрическом центре полусферы.

**18.** Электрическое поле создано положительным точечным зарядом. Потенциал  $\phi$  поля в точке, удаленной от заряда на  $r=12$  см, равен 24 В. Определить значение и направление градиента потенциала в этой точке.

**19.** Расстояние  $d$  между пластинами плоского конденсатора равно 1,33 м, площадь  $S$  пластин равна 20 см<sup>2</sup>. 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 электропроводность  $C$  конденсатора.

**20.** 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%.

**21.** 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  $\xi$  и внутреннее сопротивление  $r$  батареи.

**22.** 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.