

Приложение № 3

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

Ростовской области

«Новочеркасский колледж промышленных технологий и управления»

**СБОРНИК КОНКУРСНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ФИЗИКА**

областной олимпиады

для студентов и преподавателей

образовательных учреждений профессионального образования

Новочеркасск, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Критерии оценивания выполнения заданий

1. Механика
2. Молекулярная физика и термодинамика
3. Электродинамика
4. Оптика. Квантовая и ядерная физика.

Критерии оценивания выполнения заданий

№	Критерии оценивания	Количество баллов
1	I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае— законы сохранения проекции импульса и изменения механической энергии системы тел, формула для количества теплоты плавления, уравнение теплового баланса); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3 балла
2	Приведено полное решение, включающее следующие элементы: Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам— II и III,— представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2 балла

3	Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1 балл
4	Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3балла.	0 баллов

1. Механика

1. К одному концу легкой пружины жесткостью $k=100\text{Н/м}$ прикреплен массивный груз, лежащий на горизонтальной плоскости, другой конец пружины закреплен неподвижно (см. рисунок). Коэффициент трения груза по плоскости $\mu=0,2$. Груз смещают по горизонтали, растягивая пружину, затем отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Груз движется в одном направлении и затем останавливается в положении, в котором пружина уже сжата. Максимальное растяжение пружины, при котором груз движется таким образом, равно $d=15\text{см}$.

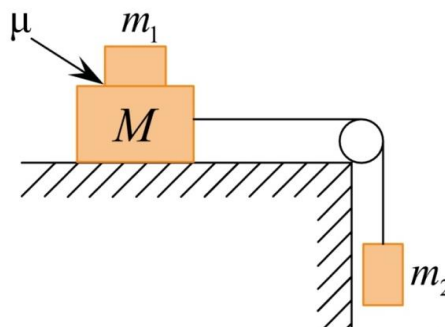


Найдите массу m груза.

(Ответ: $m = \frac{kd}{3\mu g} = 2,5\text{кг}$)

Какие законы Вы используете для описания движения бруска? Обоснуйте их применение.

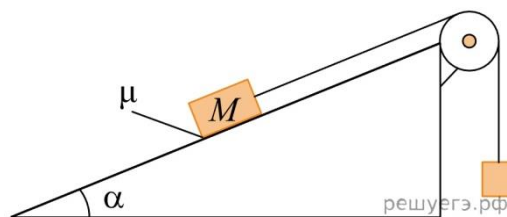
2. Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола — горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu=0,3$. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M=2,4\text{кг}$, $m_1=m_2=m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



Какие законы Вы использовали для описания движения системы грузов? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

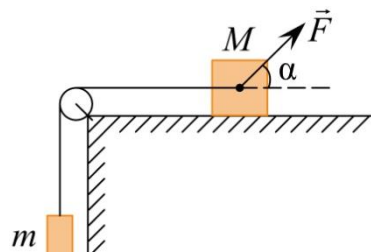
(Ответ: $m \leq \frac{\mu M}{1-2\mu t} = 1,8\text{кг}$)

3. Грузы массами M и $m=1\text{кг}$ связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см.рис.) Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha=30^\circ$, Коэффициент трения $\mu=0,2$. Чему равно минимальное значение массы M , при котором система грузов еще не выходит из первоначального состояния покоя. Какие законы Вы используете для описания равновесия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.



(Ответ: $M = \frac{m}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha} \approx 1,49$)

4. На горизонтальном столе лежит брусок массой $M=1\text{кг}$, к нему через легкий неподвижный блок перекинута невесомая

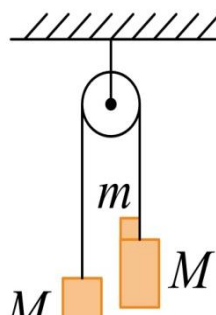


и нерастяжимая нить, к которой привязан груз массой $m=0,5$ кг. Груз начинают тянуть с силой $F=9$ Н под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту. (см. рис.). Определите скорость груза в момент достижения им высоты поверхности стола, если первоначально груз находился на расстоянии 32 см от поверхности стола. Коэффициент трения равен 0,3. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

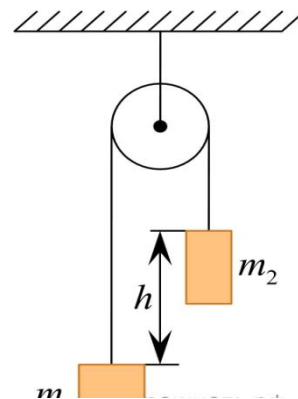
(Ответ: $v = \sqrt{2S \frac{F \cos \alpha - mg - \mu(Mg - F \sin \alpha)}{M+m}} \approx 0,7 \text{ м/с}$)

5. Через невесомый блок перекинута невесомая нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены два груза одинаковой массы $M=500$ г, на один из которых положен перегрузок массой $m=100$ г. Определите силу давления F перегрузка на груз.

(Ответ: $N=m(g-a)=\frac{2mMg}{m+2M} \approx 0,9 \text{ Н}$)



6. Два небольших груза с массами $m_1=1$ кг и $m_2=3$ кг висят на разных концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через гладкий неподвижный блок. Первое тело находится на высоте $h=80$ см ниже второго. Тела приходят в движение без начальной скорости. Через какое время t они окажутся на одной высоте? Сделайте схематичный рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



(Ответ: $t = \sqrt{\frac{h}{a}} = \sqrt{\frac{h(m_1+m_2)}{g(m_2-m_1)}} = 0,4 \text{ с}$)

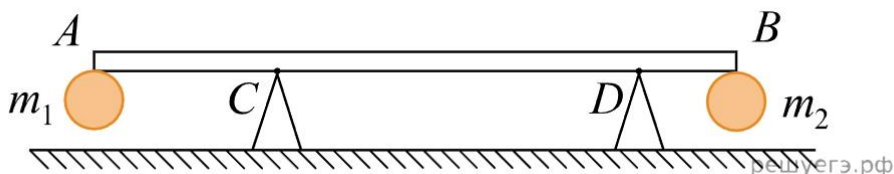
7. Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на величину $\Delta E=0,5$ МДж. Определите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда. (Ответ: $v_1=v_0+\sqrt{\frac{\Delta E}{m}}=900 \text{ м/с}$)

8. Снаряд, движущийся со скоростью v_0 , разрывается на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения сна-

ряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счет энергии взрыва на величину ΔE . Скорость осколка, движущегося вперед по направлению движения снаряда, равна v_1 . Найдите массу m осколка.

(Ответ: $m = \frac{\Delta E}{(v_1 - v_0)^2}$)

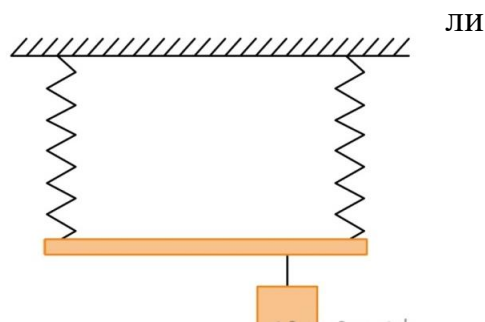
9. Два небольших шара массами $m_1 = 0,2\text{ кг}$ и $m_2 = 0,3\text{ кг}$ закреплены на концах невесомого стержня AB , расположенного горизонтально на опорах C и D (см.рис.). Расстояние между опорами $l = 0,6\text{ м}$, а расстояние AC равно $0,2\text{ м}$. Чему равна длина стержня l , если сила давления стержня на опору D в 2 раза больше, чем на опору C ? Сделайте рисунок с указанием внешних сил, действующих на систему тел «стержень—шары».



Какие законы Вы используете для описания равновесия тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.

(Ответ: $L = (1 + \frac{m_1}{m_2}) (x + \frac{2}{3} l)$)

10. К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвешен однородный стержень длиной $l = 30\text{ см}$. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3\text{ кг}$ на расстоянии $d = 5\text{ см}$ от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, и растяжения обеих пружин будут одинаковы (см.рис.). Жесткость левой пружины в 2 раза меньше, чем правой. Чему равна масса стержня M ? Сделайте рисунок с указанием используемых в решении сил.



Какие законы Вы использовали для описания равновесия системы? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

(Ответ: $M = \frac{2m(L-3d)}{L} = 3\text{ кг}$)

2. Молекулярная физика и термодинамика

- В 2025 году зима в Новочеркасске была очень холодной, и приходилось использовать системы отопления домов на полную мощность. В одном из них установлено газовое отопительное оборудование с тепловой мощностью $17,5\text{ кВт}$ и КПД 85% , работающее на природном газе — метане CH_4 .

Сколько пришлось заплатить за газ хозяевам дома после месяца (30 дней) отопления в максимальном режиме? Цена газа составляла на этот период 8,050 рублей за 1кубометр газа, удельная теплота сгорания метана 50,4МДж/кг. Можно считать, что объем потребленного газа измеряется счетчиком при нормальных условиях. Метан имеет молярную массу $M=16\text{г/моль}$. Ответ округлите до десятков рублей.

(Ответ: 12070р)

2. В калориметре находился 1кг льда. Чему равна первоначальная температура льда, если после добавления в калориметр 20г воды, имеющей температуру 20°C , в калориметре установилось тепловое равновесие при -2°C ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

(Ответ: $t_1=(m_1c_1t-m_2(c_2(t_2-0)+\lambda+c_1(0-t)))/(m_1c_1)) \approx -6^\circ\text{C}$)

3. В комнате размером $3\times 5\times 6\text{м}$ при температуре 20°C влажность воздуха равна 35%. После включения увлажнителя воздуха, производительность которого равна 0,36л/ч, влажность в комнате стала равна 70%. За какое время это произошло? Давление насыщенного пара при 20°C равно 2,33кПа.

(Ответ: $t = \frac{VM(p_2-p_1)}{RTP\rho} = \frac{VMp_{\text{нп}}(\varphi_2-\varphi_1)}{RTP\rho} \approx 1,5$ часа)

4. В комнате при 20°C относительная влажность 40%. При физической нагрузке через легкие человека приходит 15л воздуха за 1минуту. Выдыхаемый воздух имеет температуру 34°C и влажность 100%. Давление насыщенного пара при 20°C равно 2,34кПа, а при 34°C составляет 5,32кПа. Какую массу воды теряет тело человека за 1час за счет дыхания? Считать, что выдыхаемый воздух имеет такой же объем, какой проходит через легкие человека. Влажность воздуха в комнате не меняется.

(Ответ: $\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{VM(p_{\text{нп}2}T_1 - \varphi p_{\text{нп}1}T_2)}{RT_1T_2} \approx 28$ г)

5. Царь-колокол был отлит в 1730году по указу Анны Иоанновны из оловянистой бронзы и имеет массу 202тонны. Его так и не смогли поднять на колокольню, и в 1737году во время «великого пожара» в Москве его, по одной из версий, усиленно обливали водой, чтобы он не расплавился (температура плавления бронзы около 1000°C). В результате из-за неравномерного охлаждения колокол растрескался и от него откололся кусок массой M около 12тонн. Пусть этот кусок охлаждали водой, температура которой была равна 20°C . Оцените, какой объем занимает водяной пар сразу после испарения воды, вылитой на осколок, если он охлаждается от 900°C до 100°C . Считайте, что вся вода при попадании на металл сразу испаряется.

(Ответ: $V = \frac{mRT_0}{Mp} \approx 2383$ м³)

6. Свинцовая пуля массой $m_1=10\text{г}$ при температуре $t_1=100^\circ\text{C}$, летящая со скоростью $v=500\text{м/с}$, попадает в неподвижную медную сферу массой $m_2=200\text{г}$, содержащую внутри лед массой $m_3=50\text{г}$ при температуре $t_2=0^\circ\text{C}$, и застревает там, при этом сфера не вращается. Какая температура t_3 устано-

вится в системе после достижения теплового равновесия, если пуля и сфера находятся в невесомости и не обмениваются теплотой с другими телами?

(Ответ: $V = \frac{m_1 v}{(m_1 + m_2 + m_3)}$.)

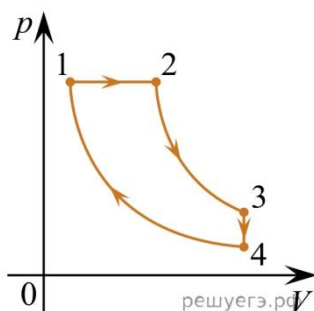
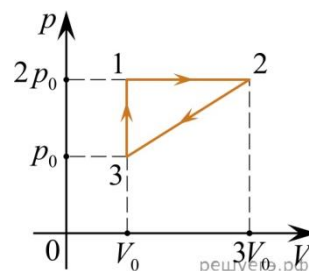
$Q = \left(\frac{m_1 v}{2}\right) * \frac{(m_2 + m_3)}{(m_1 + m_2 + m_3)} \approx 1202 \text{ Дж. } Q = c m_1 \Delta T = 130 \text{ Дж. } t_3 = 0^\circ \text{C}$

7. В сосуде объемом V с жесткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью $S = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ заткнутое пробкой. Максимальная сила трения покоя F пробки о края отверстия равна 100 Н. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж. Определите значение V , полагая газ идеальным.

(Ответ : $V = \frac{2QS}{3F} = 0,2 \text{ м}^3$)

8. Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ отдает холодильнику количество теплоты $|Q_x| = 8 \text{ кДж}$. Какую работу газ совершает при переходе из состояния 1 в состояние 2?

(Ответ: $A_{12} = 3 \text{ кДж}$)

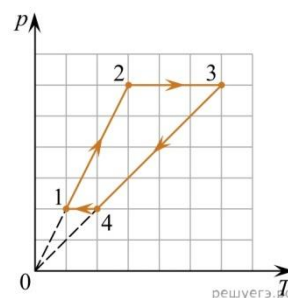


9. С одним молем идеального одноатомного газа совершают циклический процесс 1–2–3–4–1 (см.рис.). Цикл состоит из изобары, двух адиабат и изохоры. КПД цикла $\eta = 20\%$. Максимальная температура на изобаре $t_{\max} = 322^\circ \text{C}$, $t_{\min} = 22^\circ \text{C}$. Найдите количество теплоты Q , которое газ отдает за цикл.

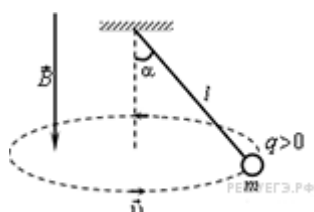
(Ответ: $Q_x = Q_H(1 - \eta) = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{1-2}(1 - \eta) = 4986 \text{ Дж}$)

10. На графике изображен циклический процесс 1–2–3–4–1, проводимый над идеальным одноатомным газом постоянной массы. Вдоль оси абсцисс отложена абсолютная температура газа T , вдоль оси ординат — давление газа p . Определите модуль отношения количества теплоты, полученного газом в процессе 2–3, к количеству теплоты, которое газ отдает в процессе 4–1.

(Ответ: $\left| \frac{Q_{23}}{Q_{41}} \right| = \frac{7,5 \nu R T_0}{2,5 \nu R T_0} = 3$)



3. Электродинамика

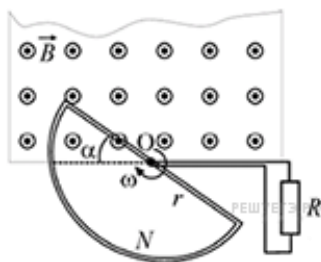


1. В однородном магнитном поле, индукция которого $1,67 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ протон движется перпендикулярно вектору

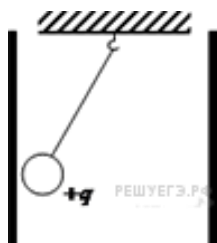
магнитной индукции B по окружности радиусом 5 м. Определите скорость протона. (Ответ: 8000 м/с)

2. В однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$ направленной вертикально вниз, равномерно вращается в горизонтальной плоскости против часовой стрелки положительно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость движения шарика равна v . Найдите заряд шарика.

(Ответ: $q = \frac{m}{B} \left(\frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g}{v} \tan \alpha \right)$.)



3. В зазоре между полюсами электромагнита вращается с угловой скоростью $\omega = 50 \text{ с}^{-1}$ проволоочная рамка в форме полуокружности радиусом $r = 4 \text{ см}$, содержащая $N = 10$ витков провода. Ось вращения рамки проходит вдоль оси O рамки и находится вблизи края области с постоянным однородным магнитным полем с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ (см. рисунок), линии которого перпендикулярны плоскости рамки. Концы обмотки рамки замкнуты через скользящие контакты на резистор с сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$. Пренебрегая сопротивлением рамки, найдите тепловую мощность, выделяющуюся в резисторе. (Ответ: 4 мВт.)



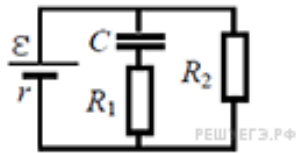
4. Маленький шарик с зарядом $q = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ и массой 3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 100 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 5 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм? (Ответ: $U = 50 \text{ кВ}$.)

5. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. Каким будет изменение температуры проводника за 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебечь. (Плотность меди $8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, удельное сопротивление $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, удельная теплоёмкость $385 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$). (Ответ: 16 К)

6. Через однородный медный цилиндрический проводник длиной 40 м пропускают постоянный электрический ток. Определите разность потенциалов, если за 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании

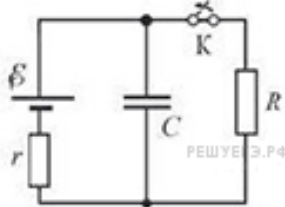
пренебречь. (Плотность меди — $8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, удельное сопротивление — $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, удельная теплоёмкость — $385 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.) (Ответ: 10 В.)

7. При коротком замыкании клемм источника тока сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к клеммам электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС источника тока. (Ответ 12 В.)



8. Напряжённость электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10 \text{ Ом}$, ЭДС $\varepsilon = 30 \text{ В}$, сопротивления резисторов $R_1 = 20 \text{ Ом}$, $R_2 = 40 \text{ Ом}$. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.

(Ответ: 1 мм.)

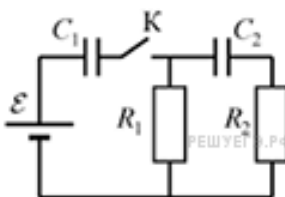
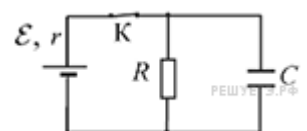


9. Какое количество теплоты выделится в схеме, изображённой на рисунке, после размыкания ключа К?

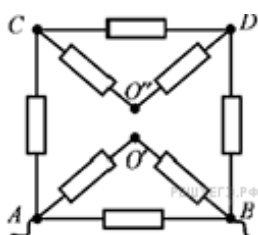
Параметры цепи: $\varepsilon = 2 \text{ В}$, $r = 100 \text{ Ом}$, $C = 0,1 \text{ мкФ}$, $R = 4 \text{ кОм}$.

Ответ: $\Delta Q = \frac{C\varepsilon^2 r^2}{2(r+R)^2} \approx 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$.

10. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\varepsilon = 12 \text{ В}$, ёмкость конденсатора $C = 0,2 \text{ мкФ}$. Отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = \frac{r}{R} = 0,2$. Найдите количество теплоты, которое выделится на резисторе после размыкания ключа К в результате разряда конденсатора. (Ответ: 10^{-5} Дж).



11. В цепи, изображённой на рисунке, ЭДС батареи равна 100 В, сопротивления резисторов $R_1 = 10 \text{ Ом}$ и $R_2 = 6 \text{ Ом}$, а ёмкости конденсаторов $C_1 = 60 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 100 \text{ мкФ}$. В начальном состоянии ключ К разомкнут, а конденсаторы не заряжены. Через некоторое время после замыкания ключа в системе установится равновесие. Какую работу совершат сторонние силы к моменту установления равновесия? (Ответ: 0,6 Дж.)



12. На изображена схема электрической цепи. Сопротивления четырёх резисторов рисунке внутри схемы одинаковы и равны $R = 6 \text{ Ом}$, а четырёх других, расположенных по периметру схемы, — одинаковы и равны $2R$. Найдите

сопротивление цепи между точками A и B после того, как был удалён проводник, соединявший точки O' и O'' . (Ответ: 5 Ом.)

13. Определите силу тока, протекающего через однородный цилиндрический алюминиевый проводник сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, если за 15 с его температура повысилась на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебечь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, плотность алюминия 2700 кг/м^3 , удельная теплоёмкость алюминия $900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$). (Ответ: 16 А.)

14. По однородному цилиндрическому алюминиевому проводнику сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ пропустили ток 10 А. Определите изменение его температуры за 15 с. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебечь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, плотность алюминия 2700 кг/м^3 , удельная теплоёмкость алюминия $900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$). (Ответ: 4 К.)

15. Точечный отрицательный заряд $q = 1,5 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}$ движется в однородных электрическом и магнитном полях. Напряжённость электрического поля $E = 1200 \text{ В/м}$; индукция магнитного поля $B = 0,03 \text{ Тл}$. В некоторый момент времени скорость заряда равна по величине $v = 10^5 \text{ м/с}$ и лежит в плоскости векторов $\vec{B}$ и $\vec{E}$, при этом вектор $\vec{v}$ перпендикулярен вектору $\vec{E}$ и составляет с вектором $\vec{B}$ угол $\alpha = 45^\circ$. Найдите величину результирующей силы, действующей на заряд со стороны электромагнитного поля в этот момент времени. (Ответ: $3,7 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$.)

16. Известно, что «лошадиная сила» (л. с.) равна мощности $75 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} \approx 735 \text{ Вт}$, а средний человек при длительной работе развивает мощность около 0,16 л. с. и кратковременно может превышать это ограничение. Человек, стараясь после отключения электричества в сети осветить своё жилище, используя электрогенератор с механическим приводом с КПД $\eta = 60\%$, вращает ротор генератора через редуктор за ручку, находящуюся на расстоянии $R = 0,5 \text{ м}$ от оси, со скоростью $n = 20 \text{ об/мин}$, прикладывая к ручке силу $F = 100 \text{ Н}$. Сможет ли он долго поддерживать горение лампочки мощностью $P = 60 \text{ Вт}$, и не перегорит ли она от перенапряжения (лампочка рассчитана на номинальное напряжение 220 В, но не более 235 В, а напряжение генератора прямо пропорционально скорости вращения ротора)? (Ответ: Сможет, и лампочка не перегорит.)

4. Оптика. Квантовая и ядерная физика.

1. Человек читает книгу, держа ее на расстоянии 50 см от глаз. Если это для него расстояние наилучшего видения, то какой оптической силы очки позволят ему читать книгу на расстоянии 25 см? (Ответ: 2 Дптр.)

2. Бассейн глубиной 4 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух-вода 1,33. Какой кажется глубина бассейна наблюдателю, смотрящему в воду вертикально вниз? (Ответ: 3 м)

3. В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, вращается точечный источник света по окружности с центром на главной оптической оси. Источник удален от линзы на расстояние 15 см. Скорость изображения равна 10 м/с, фокусное расстояние линзы составляет 10 см. Нарисуйте чертеж и покажите ход лучей. Найдите скорость источника. (Ответ: $v = 5$ м/с.)

4. Точечный источник излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм равномерно во всех направлениях (такой источник называется изотропным). На расстоянии $r = 1$ м от него концентрация фотонов (то есть число фотонов в единице объема) равна $n = 2 \cdot 10^6 \text{ м}^{-3}$. Чему равна мощность P этого источника? Объем сферического слоя радиусом r и толщиной Δr равен $4\pi r^2 \Delta r$. (Ответ: 2,5 мВт.)

5. Дедушка Пети плохо видит вблизи из-за дальнозоркости, и для чтения книг на расстоянии наилучшего зрения ($d_0 = 25$ см) ему приходится использовать очки силой $D_1 = +2$ дптр. Если предмет расположен ближе 25 см, например, на расстоянии $d_1 = 15$ см, то какие очки (с какой оптической силой D_2) дедушке придётся надеть вместо обычных, чтобы чётко видеть предмет (например, игольное ушко)? *Напоминание:* при сложении тонких линз их оптические силы складываются. (Ответ: 4,7 Дптр)

6. При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов $\Delta U = 5$ В. Какова работа выхода $A_{\text{вых}}$, если максимальная энергия ускоренных электронов E_e равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла? (Ответ: $A_{\text{вых}} = 2$ эВ.)

7. При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов U . Работа выхода электронов из металла $A_{\text{вых}} = 2$ эВ. Определите ускоряющую разность потенциалов U , если максимальная энергия ускоренных электронов E_e равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла. (Ответ: $U = 5$ В.)

8. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при

напряжении между анодом и катодом $U = 1,5$ В. Определите длину волны λ .
(Ответ: $\lambda \approx 215$ нм.)

9. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 220$ нм. При каком напряжении между анодом и катодом фототок прекращается? (Ответ: $U \approx 1,36$ В.)

10. Два покрытых кальцием электрода, один из которых заземлён, находятся в вакууме. Один из электродов заземлён. К ним подключён конденсатор ёмкостью $C_1 = 20\,000$ пФ. Появившийся в начале фототок при длительном освещении прекращается, при этом на конденсаторе возникает заряд $q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны света, освещающего катод. Ответ: 330 нм.

11. Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Работа выхода электронов из кальция равна $A_{\text{вых}} = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом $R = 4$ мм. Каков модуль индукции магнитного поля B ? (Ответ: 10^{-3} Тл.)

12. Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается монохроматическим светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 10 мм. Какова частота ν падающего света? (Ответ: $1 \cdot 10^{15}$ Гц.)

13. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно $4 \cdot 10^{20}$ Дж в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии? (Ответ: 12 кг.)

14. Период полураспада изотопа висмута ${}_{83}^{210}\text{Bi}$ равен пяти дням. Какая масса этого изотопа осталась через 10 дней в образце, содержащем первоначально 80 мг ${}_{83}^{210}\text{Bi}$? (Ответ: 20 мг.)

15. Какое количество урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ израсходуется за сутки на атомной электростанции мощностью 5000 кВт? КПД 17%. При каждом акте распада одного атома выделяется энергия 200 МэВ. (Ответ: $m = 0,031$ кг)