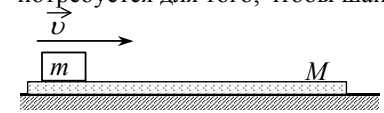
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Значит, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $\upsilon_0 = 2$ м/с, а доска покоится. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?



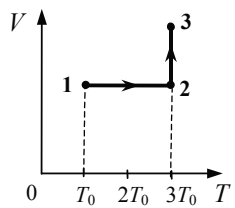
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)} = 0{,}8$ (с). Ответ: $\tau = 0{,}8$ с.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объёма V от температуры T (T_0 = 100 К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123}.



Ответ:

Образец возможного решения
Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu RT_0$. Поэтому: $Q_{123} = 3\nu RT_0 + Q_{23}$. $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} \approx 0{,}5$.

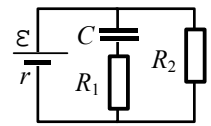
© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0{,}5$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



Ответ:

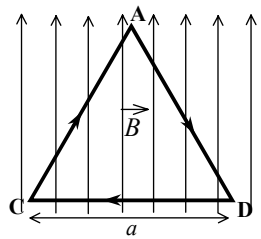
Образец возможного решения	
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы и равны: $U = IR_2$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Отсюда $d = \frac{IR_2}{E}$. Согласно закону Ома, $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_2}$. $\Rightarrow$ $d = \frac{\mathcal{E}R_2}{(R_2 + r)E}$. Ответ: $d = 10^{-3}$ м = 1 мм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь разности потенциалов с напряженностью поля*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ	1

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка, по которой течет ток I, находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ перпендикулярен стороне CD. Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD, если масса рамки m?



Ответ:

Образец возможного решения	
По рамке течет ток I. Пусть модуль вектора магнитной индукции равен B. На стороны рамки действует сила Ампера. На сторону AD: $F_{A1} = IaB\sin(\pi - \alpha) = \frac{1}{2}IaB$, где $\alpha = 30°$; На сторону AC: $F_{A2} = IaB\sin\alpha = \frac{1}{2}IaB$; На сторону CD: $F_{A3} = IaB$. Суммарный момент этих сил относительно оси CD: $N_A = F_{A1}\frac{a\sqrt{3}}{4} + F_{A2}\frac{a\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4}$. Момент силы тяжести: $N_{mg} = -\frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Условия отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $\frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4} \geq \frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Отсюда $B \geq \frac{2mg}{3aI}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$ раза.

Какова работа выхода с поверхности металла?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $A_{вых} = \frac{hc(n^2 - \frac{\lambda_2}{\lambda_1})}{\lambda_2(n^2-1)}$. Ответ: $A_{вых} \approx 3{,}0 \cdot 10^{-19}$ Дж $\approx 1{,}9$ эВ.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

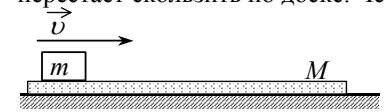
С1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса пара в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Значит, масса пара в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы равна υ_0, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна начальная скорость шайбы υ_0?



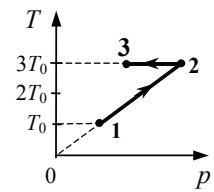
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $\upsilon_0 = \frac{\mu(M+m)g\tau}{M} = 2$ (м/с). Ответ: $\upsilon_0 = 2$ м/с.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123}, совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123}.



Ответ:

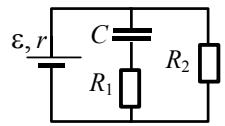
Образец возможного решения
Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu R T_0$. Поэтому $Q_{123} = 3\nu R T_0 + Q_{23}$; $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu R T_0 + Q_{23}}$. Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0{,}5$.

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С4 Чему равен электрический заряд конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



Ответ:

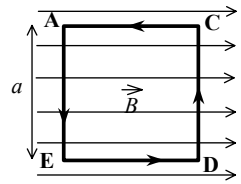
Образец возможного решения	
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы и равны: $U = IR_2$, $U = \frac{Q}{C}$, $\Rightarrow$ $Q = IR_2C$. Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_2}$. Следовательно, $Q = \frac{\mathcal{E}R_2C}{R_2 + r} = 2 \cdot 10^{-2}$ (Кл). Ответ: $Q = 2 \cdot 10^{-2}$ Кл.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь напряжения на конденсаторе с его зарядом и емкостью*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции $\vec{B}$ которого перпендикулярен сторонам AE и CD. По рамке против часовой стрелки протекает ток I, масса рамки m. При каком значении модуля вектора магнитной индукции рамка начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
Пусть модуль вектора магнитной индукции равен B. На стороны AE и CD будут действовать силы Ампера $F_{A1} = F_{A2} = Ia$B. Момент силы Ампера относительно оси, проходящей через сторону CD, $N_A = Ia^2$B. Момент силы тяжести относительно оси CD: $N_{mg} = -\frac{1}{2}mga$. Условие отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $Ia^2B \geq \frac{mga}{2}$. Отсюда $B \geq \frac{mg}{2aI}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Критерии оценивания выполнения заданий с развернутым ответом Вариант: 134
Единый государственный экзамен, 2009 г ФИЗИКА, 11 класс (стр 8 / 10)

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. Каким было отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$ в этих опытах, если работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Решая систему уравнений (1) – (4), получаем отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}} = \sqrt{\frac{\frac{hc}{\lambda_1} - A_{вых}}{\frac{hc}{\lambda_2} - A_{вых}}} \approx 2 \ . \quad \text{Ответ: } n \approx 2.$$	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

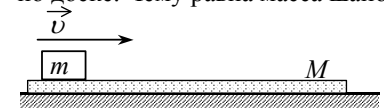
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом отношение массы пара к массе жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Масса жидкости будет при этом увеличиваться, а масса пара уменьшаться. Значит, отношение массы пара к массе жидкости в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и получен верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но —указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой m. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $\upsilon_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса шайбы m?



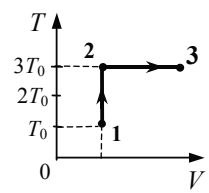
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $m = M\left(\frac{\upsilon_0}{\mu g\tau} - 1\right) = 0{,}5$ кг. Ответ: $m = 0{,}5$ кг.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования,	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты Q_{123} к работе A_{123}, совершенной газом в ходе процесса.



Ответ:

Образец возможного решения
Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu R T_0$. Поэтому: $Q_{123} = 3\nu R T_0 + Q_{23}$, $\frac{Q_{123}}{A_{123}} = \frac{3\nu R T_0 + Q_{23}}{Q_{23}} \approx 2$.

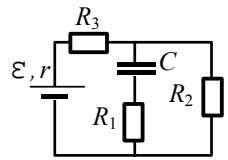
© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Ответ: $\frac{Q_{123}}{A_{123}} \approx 2$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С4 В схеме на рисунке электрический заряд Q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом. Какова ЭДС источника тока?



Ответ:

Образец возможного решения
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы: $U = IR_2$, так как $U = \frac{Q}{C}$ то $I = \frac{Q}{R_2 C}$. Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R_2 + R_3 + r}$. $\Rightarrow \varepsilon = \frac{Q(R_2 + R_3 + r)}{R_2 C}$. Ответ: ЭДС = 30 В.

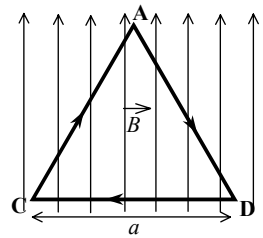
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь напряжения на конденсаторе с его зарядом и емкостью*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ перпендикулярен стороне CD и по модулю равен B. По рамке протекает ток I по часовой стрелке. При каком значении массы рамки она начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
На стороны рамки действует сила Ампера. На сторону AC: $F_{A1} = IaB\sin(\pi - \alpha) = \frac{1}{2}IaB$, где $\alpha = 30°$; На сторону AD: $F_{A2} = IaB\sin\alpha = \frac{1}{2}IaB$; На сторону CD: $F_{A3} = IaB$. Суммарный момент этих сил относительно оси CD: $N_A = F_A\frac{a\sqrt{3}}{4} + F_A\frac{a\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4}$. Пусть масса рамки равна m, тогда момент силы тяжести $N_{mg} = -\frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Условия отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $\frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4} \geq \frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Отсюда $m \leq \frac{3aIB}{2g}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2. Какой была длина волны в первом опыте λ_1, если во втором она составляла $\lambda_2 = 540$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $\lambda_1 = \frac{hc\lambda_2}{n^2 hc + A_{вых}\lambda_2(1-n^2)}$. Ответ: $\lambda_1 \approx 360$ нм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

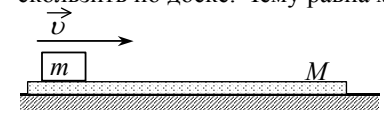
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой M. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $\upsilon_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса доски M?



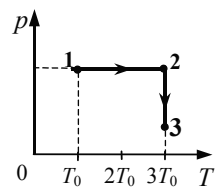
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $M = m\frac{\mu g\tau}{\upsilon_0 - \mu g\tau} = 2$ (кг). Ответ: $M = 2$ кг.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования,	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3. На участке 2 – 3 к газу подводят 2500 Дж теплоты, $T_0 = 300$ К. Найдите отношение количества подведенной к газу теплоты Q_{123} к работе A_{123}, совершаемой газом в ходе процесса.



Ответ:

Образец возможного решения
$A_{123} = A_{12} + A_{23}$. Из $pV = \nu RT$ получаем: $p_1\Delta V_{12} = \nu R\Delta T_{12} \Rightarrow$ $A_{12} = \nu R\Delta T_{12} = 2\nu RT_0$, поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$. В процессе $2 \to 3$ $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$. Но он изотермический. Поэтому $\Delta U_{23} = 0$, $A_{23} = Q_{23}$, и $A_{123} = 2\nu RT_0 + Q_{23}$. $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}$. Согласно первому закону термодинамики, $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$, причем $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} = 3\nu RT_0$. Так как $A_{12} = 2\nu RT_0$, то $Q_{12} = 5\nu RT_0$, $Q_{123} = 5\nu RT_0 + Q_{23}$. $\frac{Q_{123}}{A_{123}} = \frac{5\nu RT_0 + Q_{23}}{2\nu RT_0 + Q_{23}} \approx 2$. Ответ: $\frac{Q_{123}}{A_{123}} \approx 2$.

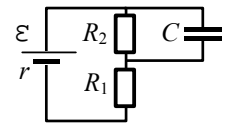
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записаны формулы, выражающие физические законы,	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики; формула для расчета работы газа, внутренней энергии одноатомного идеального газа; неизменность внутренней энергии газа при изотермическом процессе*); — проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 Каково расстояние d между обкладками конденсатора (см. рисунок), если напряженность электрического поля между ними $E = 5$ кВ/м, внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



Ответ:

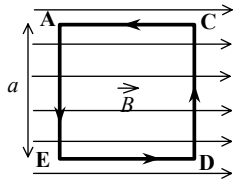
Образец возможного решения	
Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы: $U = IR_2$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Следовательно, $d = \frac{IR_2}{E}$. Закон Ома: $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}$. Поэтому $d = \frac{\mathcal{E}R_2}{E(R_1 + R_2 + r)} = 2 \cdot 10^{-3}$ (м). Ответ: d = 2 мм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь разности потенциалов с напряженностью поля*); — проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции $\vec{B}$ которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B. По рамке против часовой стрелки протекает ток I. При каком значении массы рамки она начнет поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
На стороны AE и CD будут действовать силы Ампера $F_{A1} = F_{A2} = IaB$. Момент силы Ампера относительно оси, проходящей через сторону CD, $N_A = Ia^2B$. Пусть масса рамки равна m, тогда момент силы тяжести относительно оси CD: $N_{mg} = -\frac{1}{2}mga$. Условие отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $Ia^2B \geq \frac{mga}{2}$. Отсюда $m \leq \frac{2aIB}{g}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2. Какой была длина волны во втором опыте λ_2, если в первом она составляла $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $\lambda_2 = \frac{n^2 hc\lambda_1}{hc + A_{вых}\lambda_1(n^2-1)}$. Ответ: $\lambda_2 \approx 540$ нм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

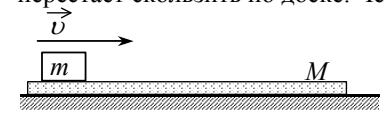
С1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Значит, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы равна υ_0, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна начальная скорость шайбы υ_0?



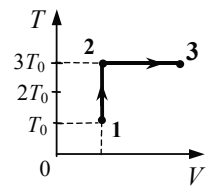
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu m g$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu m g} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $\upsilon_0 = \frac{\mu(M+m)g\tau}{M} = 2$ (м/с). Ответ: $\upsilon_0 = 2$ м/с.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты Q_{123} к работе A_{123}, совершенной газом в ходе процесса.



Ответ:

Образец возможного решения
Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu R T_0$. Поэтому: $Q_{123} = 3\nu R T_0 + Q_{23}$, $\frac{Q_{123}}{A_{123}} = \frac{3\nu R T_0 + Q_{23}}{Q_{23}} \approx 2$.

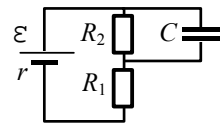
© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Ответ: $\frac{Q_{123}}{A_{123}} \approx 2$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 Каково расстояние d между обкладками конденсатора (см. рисунок), если напряженность электрического поля между ними $E = 5$ кВ/м, внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



Ответ:

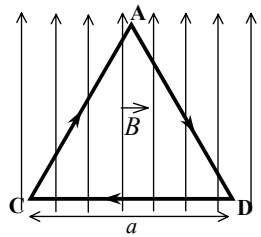
Образец возможного решения	
Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы: $U = IR_2$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Следовательно, $d = \frac{IR_2}{E}$. Закон Ома: $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}$. Поэтому $d = \frac{\mathcal{E}R_2}{E(R_1 + R_2 + r)} = 2 \cdot 10^{-3}$ (м). Ответ: $d = 2$ мм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь разности потенциалов с напряженностью поля*); — проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка, по которой течет ток I, находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ перпендикулярен стороне CD. Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD, если масса рамки m?



Ответ:

Образец возможного решения
По рамке течет ток I. Пусть модуль вектора магнитной индукции равен B. На стороны рамки действует сила Ампера. На сторону AD: $F_{A1} = IaB\sin(\pi - \alpha) = \frac{1}{2}IaB$, где $\alpha = 30°$; На сторону AC: $F_{A2} = IaB\sin\alpha = \frac{1}{2}IaB$; На сторону CD: $F_{A3} = IaB$. Суммарный момент этих сил относительно оси CD: $N_A = F_{A1}\frac{a\sqrt{3}}{4} + F_{A2}\frac{a\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}\,I a^2 B}{4}$. Момент силы тяжести: $N_{mg} = -\frac{mg\,a}{2\sqrt{3}}$. Условия отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $\frac{\sqrt{3}\,I a^2 B}{4} \geq \frac{mg\,a}{2\sqrt{3}}$. Отсюда $B \geq \frac{2mg}{3aI}$. Допускается ответ в виде равенства.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. Каким было отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$ в этих опытах, если работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Решая систему уравнений (1) – (4), получаем отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}} = \sqrt{\frac{\frac{hc}{\lambda_1} - A_{вых}}{\frac{hc}{\lambda_2} - A_{вых}}} \approx 2 \ . \quad \text{Ответ: } n \approx 2.$$	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

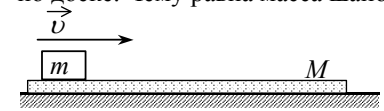
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса пара в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Значит, масса пара в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой m. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $\upsilon_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса шайбы m?



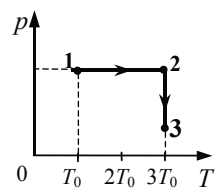
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $m = M\left(\frac{\upsilon_0}{\mu g\tau} - 1\right) = 0{,}5$ кг. Ответ: $m = 0{,}5$ кг.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования,	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3. На участке 2 – 3 к газу подводят 2500 Дж теплоты, $T_0 = 300$ К. Найдите отношение количества подведенной к газу теплоты Q_{123} к работе A_{123}, совершаемой газом в ходе процесса.



Ответ:

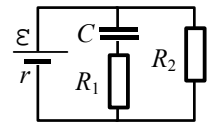
Образец возможного решения	
$A_{123} = A_{12} + A_{23}$. Из $pV = \nu RT$ получаем: $p_1\Delta V_{12} = \nu R\Delta T_{12} \Rightarrow$ $A_{12} = \nu R\Delta T_{12} = 2\nu RT_0$, поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$. В процессе $2 \to 3$ $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$. Но он изотермический. Поэтому $\Delta U_{23} = 0$, $A_{23} = Q_{23}$, и $A_{123} = 2\nu RT_0 + Q_{23}$. $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}$. Согласно первому закону термодинамики, $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$, причем $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} = 3\nu RT_0$. Так как $A_{12} = 2\nu RT_0$, то $Q_{12} = 5\nu RT_0$, $Q_{123} = 5\nu RT_0 + Q_{23}$. $\frac{Q_{123}}{A_{123}} = \frac{5\nu RT_0 + Q_{23}}{2\nu RT_0 + Q_{23}} \approx 2$. Ответ: $\frac{Q_{123}}{A_{123}} \approx 2$.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записаны формулы, выражающие физические законы,	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики; формула для расчета работы газа, внутренней энергии одноатомного идеального газа; неизменность внутренней энергии газа при изотермическом процессе*); — проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



Ответ:

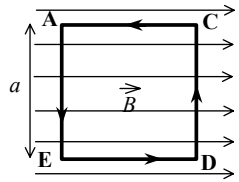
Образец возможного решения	
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы и равны: $U = IR_2$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Отсюда $d = \frac{IR_2}{E}$. Согласно закону Ома, $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_2}$. $\Rightarrow$ $d = \frac{\mathcal{E}R_2}{(R_2 + r)E}$. Ответ: $d = 10^{-3}$ м = 1 мм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь разности потенциалов с напряженностью поля*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ	1

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной *a* (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции $\vec{B}$ которого перпендикулярен сторонам AE и CD. По рамке против часовой стрелки протекает ток *I*, масса рамки *m*. При каком значении модуля вектора магнитной индукции рамка начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
Пусть модуль вектора магнитной индукции равен B. На стороны AE и CD будут действовать силы Ампера $F_{A1} = F_{A2} = Ia$B. Момент силы Ампера относительно оси, проходящей через сторону CD, $N_A = Ia^2$B. Момент силы тяжести относительно оси CD: $N_{mg} = -\frac{1}{2}mga$. Условие отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $Ia^2B \geq \frac{mga}{2}$. Отсюда $B \geq \frac{mg}{2aI}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2. Какой была длина волны в первом опыте λ_1, если во втором она составляла $\lambda_2 = 540$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$?

Ответ:

Образец возможного решения
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $\lambda_1 = \frac{hc\lambda_2}{n^2 hc + A_{вых}\lambda_2(1-n^2)}$. Ответ: $\lambda_1 \approx 360$ нм.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

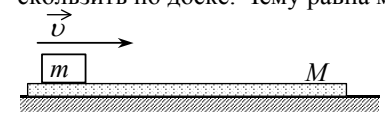
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом отношение массы пара к массе жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Масса жидкости будет при этом увеличиваться, а масса пара уменьшаться. Значит, отношение массы пара к массе жидкости в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и получен верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но —указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой M. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $\upsilon_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса доски M?



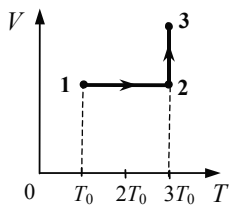
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $M = m\frac{\mu g\tau}{\upsilon_0 - \mu g\tau} = 2$ (кг). Ответ: $M = 2$ кг.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объёма V от температуры T (T_0 = 100 К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123}.



Ответ:

Образец возможного решения
Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе 2 $\rightarrow$ 3: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе 1 $\rightarrow$ 2: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu RT_0$. Поэтому: $Q_{123} = 3\nu RT_0 + Q_{23}$. $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} \approx 0{,}5$.

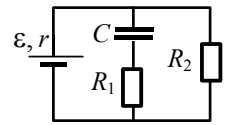
© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0{,}5$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 Чему равен электрический заряд конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



Ответ:

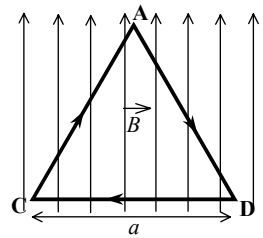
Образец возможного решения	
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы и равны: $U = IR_2$, $U = \frac{Q}{C}$, $\Rightarrow$ $Q = IR_2C$. Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{r + R_2}$. Следовательно, $Q = \frac{\varepsilon R_2 C}{R_2 + r} = 2 \cdot 10^{-2}$ (Кл). Ответ: $Q = 2 \cdot 10^{-2}$ Кл.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь напряжения на конденсаторе с его зарядом и емкостью*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ перпендикулярен стороне CD и по модулю равен B. По рамке протекает ток I по часовой стрелке. При каком значении массы рамки она начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
На стороны рамки действует сила Ампера. На сторону AC: $F_{A1} = IaB\sin(\pi - \alpha) = \frac{1}{2}IaB$, где $\alpha = 30°$; На сторону AD: $F_{A2} = IaB\sin\alpha = \frac{1}{2}IaB$; На сторону CD: $F_{A3} = IaB$. Суммарный момент этих сил относительно оси CD: $N_A = F_A\frac{a\sqrt{3}}{4} + F_A\frac{a\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4}$. Пусть масса рамки равна m, тогда момент силы тяжести $N_{mg} = -\frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Условия отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $\frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4} \geq \frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Отсюда $m \leq \frac{3aIB}{2g}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2. Какой была длина волны во втором опыте λ_2, если в первом она составляла $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $\lambda_2 = \frac{n^2 hc\lambda_1}{hc + A_{вых}\lambda_1(n^2-1)}$. Ответ: $\lambda_2 \approx 540$ нм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

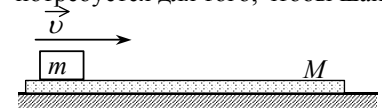
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $\upsilon_0 = 2$ м/с, а доска покоится. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?



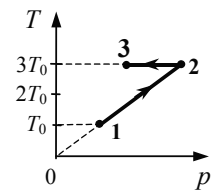
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)} = 0{,}8$ (с). Ответ: $\tau = 0{,}8$ с.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123}, совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123}.



Ответ:

Образец возможного решения

Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$.

Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu R T_0$. Поэтому $Q_{123} = 3\nu R T_0 + Q_{23}$; $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu R T_0 + Q_{23}}$.

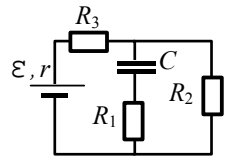
Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0{,}5$.

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 В схеме на рисунке электрический заряд Q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом. Какова ЭДС источника тока?



Ответ:

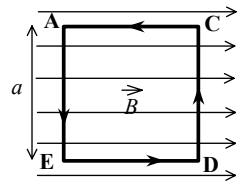
Образец возможного решения	
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы: $U = IR_2$, так как $U = \frac{Q}{C}$ то $I = \frac{Q}{R_2 C}$. Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R_2 + R_3 + r}$. $\Rightarrow \varepsilon = \frac{Q(R_2 + R_3 + r)}{R_2 C}$. Ответ: ЭДС = 30 В.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь напряжения на конденсаторе с его зарядом и емкостью*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции $\vec{B}$ которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B. По рамке против часовой стрелки протекает ток I. При каком значении массы рамки она начнет поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
На стороны AE и CD будут действовать силы Ампера $F_{A1} = F_{A2} = IaB$. Момент силы Ампера относительно оси, проходящей через сторону CD, $N_A = Ia^2B$. Пусть масса рамки равна m, тогда момент силы тяжести относительно оси CD: $N_{mg} = -\frac{1}{2}mga$. Условие отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $Ia^2B \geq \frac{mga}{2}$. Отсюда $m \leq \frac{2aIB}{g}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$ раза.

Какова работа выхода с поверхности металла?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $A_{вых} = \frac{hc(n^2 - \frac{\lambda_2}{\lambda_1})}{\lambda_2(n^2-1)}$. Ответ: $A_{вых} \approx 3{,}0 \cdot 10^{-19}$ Дж $\approx 1{,}9$ эВ.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

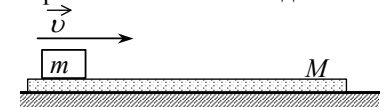
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом отношение массы пара к массе жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Масса жидкости будет при этом увеличиваться, а масса пара уменьшаться. Значит, отношение массы пара к массе жидкости в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и получен верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но —указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы равна υ_0, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна начальная скорость шайбы υ_0?



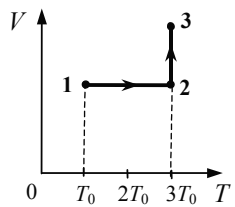
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu m g$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu m g} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $\upsilon_0 = \frac{\mu(M+m)g\tau}{M} = 2$ (м/с). Ответ: $\upsilon_0 = 2$ м/с.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объёма V от температуры T (T_0 = 100 К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123}.



Ответ:

Образец возможного решения
Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu R T_0$. Поэтому: $Q_{123} = 3\nu R T_0 + Q_{23}$. $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu R T_0 + Q_{23}} \approx 0{,}5$.

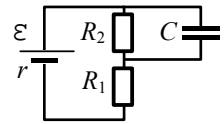
© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0{,}5$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 Каково расстояние d между обкладками конденсатора (см. рисунок), если напряженность электрического поля между ними $E = 5$ кВ/м, внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



Ответ:

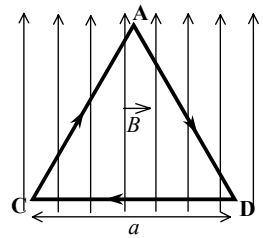
Образец возможного решения	
Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы: $U = IR_2$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Следовательно, $d = \frac{IR_2}{E}$. Закон Ома: $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}$. Поэтому $d = \frac{\mathcal{E}R_2}{E(R_1 + R_2 + r)} = 2 \cdot 10^{-3}$ (м). Ответ: d = 2 мм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь разности потенциалов с напряженностью поля*); — проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ перпендикулярен стороне CD и по модулю равен B. По рамке протекает ток I по часовой стрелке. При каком значении массы рамки она начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
На стороны рамки действует сила Ампера. На сторону AC: $F_{A1} = IaB\sin(\pi - \alpha) = \frac{1}{2}IaB$, где $\alpha = 30°$; На сторону AD: $F_{A2} = IaB\sin\alpha = \frac{1}{2}IaB$; На сторону CD: $F_{A3} = IaB$. Суммарный момент этих сил относительно оси CD: $N_A = F_A\frac{a\sqrt{3}}{4} + F_A\frac{a\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4}$. Пусть масса рамки равна m, тогда момент силы тяжести $N_{mg} = -\frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Условия отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $\frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4} \geq \frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Отсюда $m \leq \frac{3aIB}{2g}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. Каким было отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$ в этих опытах, если работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Решая систему уравнений (1) – (4), получаем отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}} = \sqrt{\frac{\frac{hc}{\lambda_1} - A_{вых}}{\frac{hc}{\lambda_2} - A_{вых}}} \approx 2 \ . \quad \text{Ответ: } n \approx 2.$$	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Критерии оценивания выполнения заданий с развернутым ответом Вариант: 141
Единый государственный экзамен, 2009 г ФИЗИКА, 11 класс (стр 10 / 10)

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

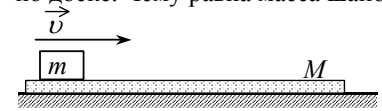
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой m. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $\upsilon_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса шайбы m?



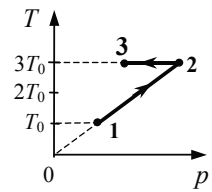
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $m = M\left(\frac{\upsilon_0}{\mu g\tau} - 1\right) = 0{,}5$ кг. Ответ: $m = 0{,}5$ кг.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования,	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123}, совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123}.



Ответ:

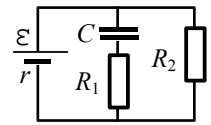
Образец возможного решения
Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu R T_0$. Поэтому $Q_{123} = 3\nu R T_0 + Q_{23}$; $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu R T_0 + Q_{23}}$. Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0{,}5$.

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



Ответ:

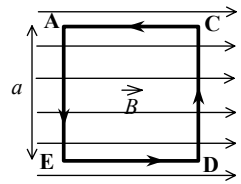
Образец возможного решения	
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы и равны: $U = IR_2$, $U = Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Отсюда $d = \frac{IR_2}{E}$. Согласно закону Ома, $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_2}$. $\Rightarrow$ $d = \frac{\mathcal{E}R_2}{(R_2 + r)E}$. Ответ: $d = 10^{-3}$ м = 1 мм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь разности потенциалов с напряженностью поля*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ	1

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной *a* (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции $\vec{B}$ которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю *B*. По рамке против часовой стрелки протекает ток *I*. При каком значении массы рамки она начнет поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
На стороны AE и CD будут действовать силы Ампера $F_{A1} = F_{A2} = IaB$. Момент силы Ампера относительно оси, проходящей через сторону CD, $N_A = Ia^2B$. Пусть масса рамки равна m, тогда момент силы тяжести относительно оси CD: $N_{mg} = -\frac{1}{2}mga$. Условие отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $Ia^2B \geq \frac{mga}{2}$. Отсюда $m \leq \frac{2aIB}{g}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2. Какой была длина волны в первом опыте λ_1, если во втором она составляла $\lambda_2 = 540$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$?

Ответ:

Образец возможного решения
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $\lambda_1 = \frac{hc\lambda_2}{n^2 hc + A_{вых}\lambda_2(1-n^2)}$. Ответ: $\lambda_1 \approx 360$ нм.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

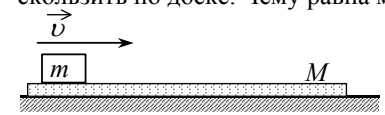
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Значит, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой M. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $\upsilon_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса доски M?



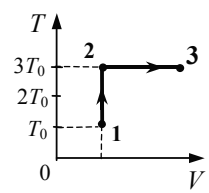
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $M = m\frac{\mu g\tau}{\upsilon_0 - \mu g\tau} = 2$ (кг). Ответ: $M = 2$ кг.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты Q_{123} к работе A_{123}, совершенной газом в ходе процесса.



Ответ:

Образец возможного решения
Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu R T_0$. Поэтому: $Q_{123} = 3\nu R T_0 + Q_{23}$, $\frac{Q_{123}}{A_{123}} = \frac{3\nu R T_0 + Q_{23}}{Q_{23}} \approx 2$.

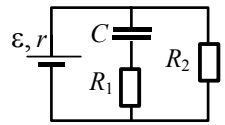
© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Ответ: $\frac{Q_{123}}{A_{123}} \approx 2$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 Чему равен электрический заряд конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



Ответ:

Образец возможного решения
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы и равны: $U = IR_2$, $U = \frac{Q}{C}$, $\Rightarrow$ $Q = IR_2C$. Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_2}$. Следовательно, $Q = \frac{\mathcal{E} R_2 C}{R_2 + r} = 2 \cdot 10^{-2}$ (Кл). Ответ: $Q = 2 \cdot 10^{-2}$ Кл.

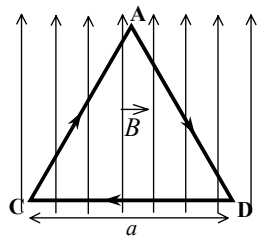
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь напряжения на конденсаторе с его зарядом и емкостью*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка, по которой течет ток I, находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ перпендикулярен стороне CD. Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD, если масса рамки m?



Ответ:

Образец возможного решения	
По рамке течет ток I. Пусть модуль вектора магнитной индукции равен B. На стороны рамки действует сила Ампера. На сторону AD: $F_{A1} = IaB\sin(\pi - \alpha) = \frac{1}{2}IaB$, где $\alpha = 30°$; На сторону AC: $F_{A2} = IaB\sin\alpha = \frac{1}{2}IaB$; На сторону CD: $F_{A3} = IaB$. Суммарный момент этих сил относительно оси CD: $N_A = F_{A1}\frac{a\sqrt{3}}{4} + F_{A2}\frac{a\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4}$. Момент силы тяжести: $N_{mg} = -\frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Условия отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $\frac{\sqrt{3}Ia^2B}{4} \geq \frac{mga}{2\sqrt{3}}$. Отсюда $B \geq \frac{2mg}{3aI}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2. Какой была длина волны во втором опыте λ_2, если в первом она составляла $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $\lambda_2 = \frac{n^2 hc\lambda_1}{hc + A_{вых}\lambda_1(n^2-1)}$. Ответ: $\lambda_2 \approx 540$ нм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

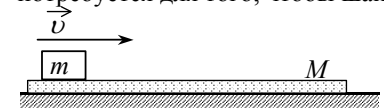
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса пара в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Значит, масса пара в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $\upsilon_0 = 2$ м/с, а доска покоится. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?



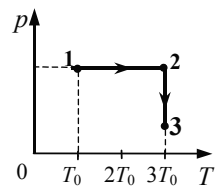
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)} = 0{,}8$ (с). Ответ: $\tau = 0{,}8$ с.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3. На участке 2 – 3 к газу подводят 2500 Дж теплоты, $T_0 = 300$ К. Найдите отношение количества подведенной к газу теплоты Q_{123} к работе A_{123}, совершаемой газом в ходе процесса.



Ответ:

Образец возможного решения
$A_{123} = A_{12} + A_{23}$. Из $pV = \nu RT$ получаем: $p_1\Delta V_{12} = \nu R\Delta T_{12} \Rightarrow$ $A_{12} = \nu R\Delta T_{12} = 2\nu RT_0$, поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$. В процессе $2 \to 3$ $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$. Но он изотермический. Поэтому $\Delta U_{23} = 0$, $A_{23} = Q_{23}$, и $A_{123} = 2\nu RT_0 + Q_{23}$. $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}$. Согласно первому закону термодинамики, $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$, причем $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} = 3\nu RT_0$. Так как $A_{12} = 2\nu RT_0$, то $Q_{12} = 5\nu RT_0$, $Q_{123} = 5\nu RT_0 + Q_{23}$. $\frac{Q_{123}}{A_{123}} = \frac{5\nu RT_0 + Q_{23}}{2\nu RT_0 + Q_{23}} \approx 2$. Ответ: $\frac{Q_{123}}{A_{123}} \approx 2$.

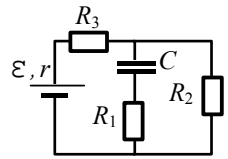
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записаны формулы, выражающие физические законы,	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики; формула для расчета работы газа, внутренней энергии одноатомного идеального газа; неизменность внутренней энергии газа при изотермическом процессе*); — проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C4 В схеме на рисунке электрический заряд Q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом. Какова ЭДС источника тока?



Ответ:

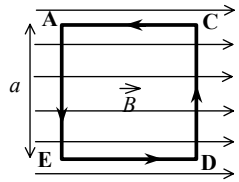
Образец возможного решения	
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы: $U = IR_2$, так как $U = \frac{Q}{C}$ то $I = \frac{Q}{R_2 C}$. Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R_2 + R_3 + r}$. $\Rightarrow \varepsilon = \frac{Q(R_2 + R_3 + r)}{R_2 C}$. Ответ: ЭДС = 30 В.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь напряжения на конденсаторе с его зарядом и емкостью*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной *a* (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции $\vec{B}$ которого перпендикулярен сторонам AE и CD. По рамке против часовой стрелки протекает ток *I*, масса рамки *m*. При каком значении модуля вектора магнитной индукции рамка начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
Пусть модуль вектора магнитной индукции равен B. На стороны AE и CD будут действовать силы Ампера $F_{A1} = F_{A2} = Ia$B. Момент силы Ампера относительно оси, проходящей через сторону CD, $N_A = Ia^2$B. Момент силы тяжести относительно оси CD: $N_{mg} = -\frac{1}{2}mga$. Условие отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $Ia^2B \geq \frac{mga}{2}$. Отсюда $B \geq \frac{mg}{2aI}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$ раза.

Какова работа выхода с поверхности металла?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $A_{вых} = \frac{hc(n^2 - \frac{\lambda_2}{\lambda_1})}{\lambda_2(n^2-1)}$. Ответ: $A_{вых} \approx 3{,}0 \cdot 10^{-19}$ Дж $\approx 1{,}9$ эВ.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

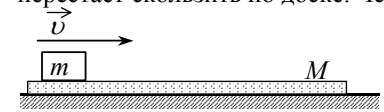
C1 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса пара в сосуде? Ответ поясните.

Ответ:

Образец возможного решения	
Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды. Значит, масса пара в сосуде будет уменьшаться.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно указаны физические явления и законы (в данном случае — *водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре*) и дан верный ответ; 2) приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу.	3
Представлено правильное решение и получен верный ответ, но — указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа; ИЛИ — не представлены рассуждения, приводящие к ответу.	2
– Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ – Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ – Представлен только правильный ответ.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы равна υ_0, а доска покоится. В момент $\tau = 0{,}8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна начальная скорость шайбы υ_0?



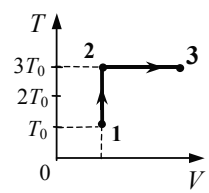
Ответ:

Образец возможного решения	
1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $m\upsilon_0 = (M + m)\upsilon$, где υ – скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске. 2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна $F_{тр} = \mu mg$. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu\frac{m}{M}g$ и достигает скорости υ за время $\tau = \frac{\upsilon}{a} = \frac{M\upsilon}{\mu mg} = \frac{M\upsilon_0}{\mu g(M+m)}$. Отсюда $\upsilon_0 = \frac{\mu(M+m)g\tau}{M} = 2$ (м/с). Ответ: $\upsilon_0 = 2$ м/с.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для расчета силы трения*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т п.).	0

С3 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты Q_{123} к работе A_{123}, совершенной газом в ходе процесса.



Ответ:

Образец возможного решения
Согласно первому закону термодинамики, $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu R T_0$. Поэтому: $Q_{123} = 3\nu R T_0 + Q_{23}$, $\frac{Q_{123}}{A_{123}} = \frac{3\nu R T_0 + Q_{23}}{Q_{23}} \approx 2$.

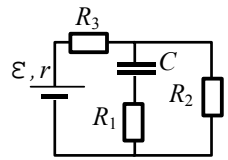
© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Ответ: $\frac{Q_{123}}{A_{123}} \approx 2$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *первый закон термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа, равенство нулю работы газа при изохорном процессе*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С4 В схеме на рисунке электрический заряд Q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом. Какова ЭДС источника тока?



Ответ:

Образец возможного решения
Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе R_2 одинаковы: $U = IR_2$, так как $U = \frac{Q}{C}$ то $I = \frac{Q}{R_2 C}$. Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R_2 + R_3 + r}$. $\Rightarrow \varepsilon = \frac{Q(R_2 + R_3 + r)}{R_2 C}$. Ответ: ЭДС = 30 В.

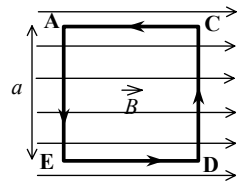
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *закон Ома для полной цепи и участка цепи, равенство напряжений на параллельно соединенных элементах цепи, связь напряжения на конденсаторе с его зарядом и емкостью*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3
— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

C5 На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции $\vec{B}$ которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B. По рамке против часовой стрелки протекает ток I. При каком значении массы рамки она начнет поворачиваться вокруг стороны CD?



Ответ:

Образец возможного решения	
На стороны AE и CD будут действовать силы Ампера $F_{A1} = F_{A2} = IaB$. Момент силы Ампера относительно оси, проходящей через сторону CD, $N_A = Ia^2B$. Пусть масса рамки равна m, тогда момент силы тяжести относительно оси CD: $N_{mg} = -\frac{1}{2}mga$. Условие отрыва: $N_A + N_{mg} \geq 0$, $Ia^2B \geq \frac{mga}{2}$. Отсюда $m \leq \frac{2aIB}{g}$. Допускается ответ в виде равенства.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формулы для расчета силы Ампера, моментов сил*); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3
— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

С6 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{вых} = 1{,}9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2. Какой была длина волны во втором опыте λ_2, если в первом она составляла $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = 2$?

Ответ:

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте: $$h\nu_1 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{1\max}^2}{2}. \quad (1)$$ Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте: $$h\nu_2 = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{2\max}^2}{2}. \quad (2)$$ Связь длины волны света с частотой в первом опыте: $$\lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}. \quad (3)$$ Связь длины волны света с частотой во втором опыте: $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2}. \quad (4)$$ Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: $$n = \frac{\upsilon_{1\max}}{\upsilon_{2\max}}. \quad (5)$$ Решая систему уравнений (1) – (5), получаем: $\lambda_2 = \frac{n^2 hc\lambda_1}{hc + A_{вых}\lambda_1(n^2-1)}$. Ответ: $\lambda_2 \approx 540$ нм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).	3

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. ИЛИ — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.	2
– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты. ИЛИ – Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка. ИЛИ – Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).	0

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**