

Олимпиада по физике (2022/23 учебный год)

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Муниципальный этап

7 класс

Задача 1

Возможное решение

Переведём скорость стрекозы в метры в секунду. Так, как она считает желтые полосы, а пройденное расстояние при этом равно сумме длин белой и жёлтых полос, то в размерности скорости полос/взмах, одна полоса имеет длину 0,8 м. Один взмах стрекоза делает за 1/1600 секунды, то её скорость $v=1/64$ полос/взмах будет равна $v=0,8 \cdot 1600/64=20$ м/с.

Найдём время за которое пролетит стрекоза переход. Длина перехода, делим на скорость $8/20=0,4$ (с). За это время автомобиль пройдёт расстояние $15\text{м/с} \cdot 0,4\text{с}=6$ м, автомобиль от перехода может находиться расстоянии $10\text{м}-6\text{м}=4\text{м}$ и $10+6=16$ м.

(Можно находить за сколько взмахов пролетит переход стрекоза, а затем перевести в секунды).

Критерии оценивания	Баллы
Одна полоса имеет длину 0,8 м	1балл
Один взмах стрекоза делает за 1/1600 секунды	1балл
Переведена скорость стрекозы в метры в секунду $v=20$ м/с	2 балла
Найдено время за которое пролетит стрекоза переход $0,4$ (с)	1балл
Найдено, что автомобиль пройдёт расстояние 6м	1балл
Даны ответы 10м и 16м	2 балла и 2 балла

Задача 2

Возможное решение

Согласно условию задачи, в момент встречи до пристани Б было 12 км, что меньше 16 км. Так как катера одинаковые это значит, что катер, плывущий из Б в А, плывет вверх по течению. Таким образом, пристань А выше по течению.

Если обозначить скорость течения V , а скорость катера относительно воды u , то выполняется уравнение $16/(V+u)=12/(V-u)$, так как время движения катеров от отплытия до встречи - одно и то же.

Решая уравнение, получаем, $u=7V$, т.е. скорость катера в 7 раз больше скорости течения.

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Указано, что в момент встречи до пристани Б было 12 км, что меньше 16 км	1балл
Указано, что катер, плывущий из Б в А, плывет вверх по течению. Таким образом, пристань А выше по течению	1балл
Получено уравнение $16/(V+u)=12/(V-u)$	5 баллов
Получено $u=7V$	3 балла

Задача 3

Возможное решение

«Замедленная съёмка». Для нахождения средней скорости необходимо разделить пройденный телом путь S на время движения t , то есть $v_{cp}=S/t$ (1). Обозначим расстояние между двумя соседними большими делениями на мензурке буквой s , промежутки времени, через которые производилась съёмка, – буквой t . Тогда на участке а-б средняя скорость движения шарика $4s/t$ (2), на участке а-в – $9s/(2t)=4,5s/t$ (3), на участке а-г – $13s/(3t)=4,3s/t$ (4), на участке а-д – $18s/(4t)=4,5s/t$ (5). Получается, что максимальная средняя скорость была на участках а-в и а-д (6).

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Рассуждение (1)	1 балл
Формула (2) или результат	2 балла
Формула (3) или результат	2 балла
Формула (4) или результат	2 балла
Формула (5) или результат	2 балла
Вывод (6)	1 балл

Задача 4

Возможное решение

Средняя скорость $v_{cp} = 3s/t_{ob}$. (1), где t_{ob} всё время движения равное $t_{ob}=t_1+t_2+t_3$ (2), где $t_1=s/v_o$, $t_2 = s/2v_o$ и $t_3=s/3v_o$. Подставив эти выражения в (2) получим $t_{ob}=11s/6v_o$. Подставив t_{ob} в (1) получим $v_{cp} = 18v_o/11$ (3). Подставив численное значение v_o , получим $v_{cp}=36\text{км/час}$.

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Формула (1)	2 балла
Формула (2) с $t_1=s/v_o$, $t_2 = s/2v_o$ и $t_3=s/3v_o$	2 балла
Получено $t_{ob}=11s/6v_o$	2 балла
Формула (3)	2 балла
Ответ $v_{cp}=36\text{км/час}$	2 балла

8 класс

Задача 1

Возможное решение

По условию, банки заполняются содержимым доверху, следовательно, объём ягод в первой банке равен $V_{01}=V-V_1$ (1), численно $V_{01}=0,2\text{л}=200\text{см}^3$, во второй – $V_{02}=V-V_2$ (2), $V_{02}=0,4\text{л}=400\text{см}^3$, в третьей – $V_{03}=V-V_1$ (3), $V_{03}=0,2\text{л}=200\text{см}^3$. Плотность ягод в первой банке $\rho_1=m_1/V_{01}$ (4), численно $\rho_1=0,5 \text{ г}/\text{см}^3$, во второй – $\rho_2=m_2/V_{02}$ (5), $\rho_2=0,6\text{г}/\text{см}^3$. По условию, объёмы ягод в третьей банке должны быть одинаковыми, то есть равными $V_{03}=V_{01}/2$ (6), $V_{03}=100\text{см}^3$. Тогда масса одних ягод в третьей банке будет равна $m_{31}=\rho_1 \cdot V_{03}=50\text{г}$, (7) других – $m_{32}=\rho_2 \cdot V_{03}=60\text{г}$. (8).

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Формула (1) и/или численный результат	1 балл
Формула (2) и/или численный результат	1 балл
Формула (3) и/или численный результат	1 балл
Формула (4) и/или численный результат	2 балла
Формула (5) и/или численный результат	2 балла
Рассуждение (6) и/или численный результат	1 балл
Результат (7)	1 балл
Результат (8)	1 балл

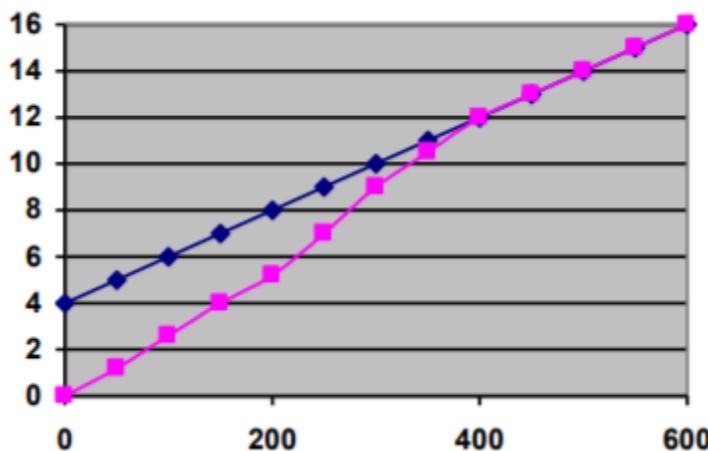
Задача 2

Возможное решение

По табличным данным построим график зависимости $h(v)$. Из графика следует, что линейный характер этой зависимости начинается после объёма 400 см^3 , и добавляемая жидкость распределяется по всему сечению сосуда равномерно. По угловому коэффициенту наклона этой части графика найдём

площадь сечения сосуду:

$$S=\Delta v/\Delta h=200/4=50 \text{ см}^2.$$



Проведём экстраполяцию линейного участка до нулевого объёма добавленной жидкости. В результате получим значение высоты "нулевого" уровня $h_o=4\text{ см}$. Это позволяет найти суммарный объём четырёх $v_4=S h_o$ и одного шарика $v_1=S h_o/4 =50\text{ см}^3$.

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Построен график зависимости $h(v)$	3 балла
Утверждение: линейный характер этой зависимости начинается после объёма 400 см^3 , и добавляемая жидкость распределяется по всему сечению сосуда равномерно	1 балл
Найдена площадь сечения сосуду $S= 50 \text{ см}^2$	3 балла
Получено значение высоты "нулевого" уровня $h_o=4\text{ см}$	1 балл
Найден объём одного шарика $v_1=S h_o/4 =50\text{ см}^3$	2 балла

Задача 3

Возможное решение

Путь – это площадь под графиком зависимости скорости от времени, а в условии задачи дан именно этот график, поэтому для определения пути L считаем площадь под графиком

$$L = 2V_0\tau_0 + 2V_02\tau_0 - \frac{\pi}{4}V_0\tau_0 + 3V_0\tau_0 + 2V_0\tau_0 + \frac{\pi}{4}V_0\tau_0 = 11V_0\tau_0.$$

Время движения равно $5\tau_0$. Средняя скорость равна

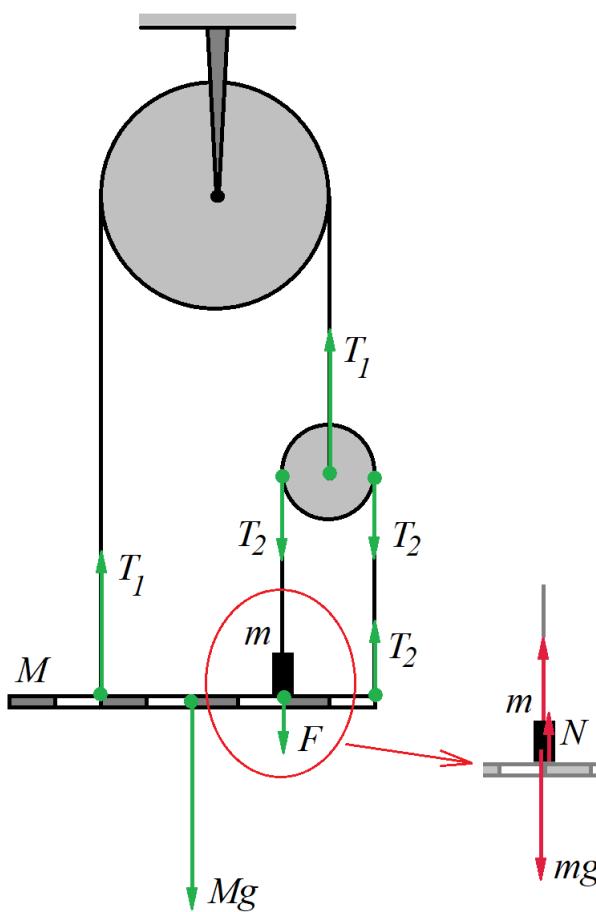
$$V_{cp} = \frac{11V_0\tau_0}{5\tau_0} = \frac{11}{5}V_0.$$

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Указано: Путь частицы определяется по площади под графиком	2 балла
Найден путь, пройденный частицей	4 балла
Найдено время движения частицы $5\tau_0$	1 балл
Средняя скорость движения	3 балла

Задача 4

Возможное решение

Расставим силы, действующие на стержень и груз (см. рисунок). Обозначения для сил натяжения и точки приложения всех сил указаны на рисунке.



Запишем условие покоя стержня:

$$T_1 + T_2 = Mg + F.$$

Запишем условие покоя груза:

$$T_2 + N = mg.$$

По третьему закону Ньютона

$$F = N.$$

Для стержня запишем правило моментов (относительно оси, проходящей через точку крепления левой нити)

$$2aMg + 4aF = 6aT_2.$$

Здесь введено обозначение a – длина одной секции стержня (его полная длина равна $8a$).

Так как неподвижные блоки

невесом, то

$$T_1 = 2T_2.$$

Из записанных выражений получаем

$$3T_2 = Mg + F;$$

$$Mg + 2F = 3T_2;$$

$$F = mg - T_2.$$

Проделав небольшие

математические преобразования, получим нужное отношение

$$\frac{M}{m} = 3.$$

В этом случае сила давления тела на стержень равна $F = 0$.

Критерии оценивания	Баллы
Расставлены силы, действующие на стержень и груз	1 балл
Условия равновесия стержня: - уравнение $T_1 + T_2 = Mg + F$ - равенство моментов (либо указанное в решении, либо относительно другой оси, но верное – с плечами)	1 балл 2 балла
Условие равновесия груза	1 балл
Записана связь сил натяжения нитей $T_1 = 2T_2$	1 балл
Найдено отношение $M/m = 3$	2 балла
Определена сила давления $F = 0$	2 балла

9 класс

Задача 1

Возможное решение

Выберем начало координат в точке А. Тогда координата точки в момент t_0 будет $x_0=a(t_0)^2/2$, а скорость $v_0=at_0$. Далее рассмотрим второе движение с начальной координатой x_0 , начальной скоростью $v_{0x}=v_0$ и ускорением $a_x = -a$. Уравнение этого движения: $x_t = x_0 + v_{0x}t + a_x t^2/2 = a(t_0)^2/2 + at_0t - at^2/2$. Можно найти время через которое во втором движении тело придет в точку А: $x_{t1}=a(t_0)^2/2 + at_0t - at^2/2=0$. Решение уравнения: $t_1=(1+\sqrt{2})t_0$. Тогда время от начала движения через которое тело вернётся в точку А: $t_{06} = t_0 + t_1 = (2+\sqrt{2})t_0$.

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Найдены координата точки и скорость в момент t_0	1 балл
Записано уравнение движения на втором этапе	3 балла
Решено уравнение движения на втором этапе $t_1=(1+\sqrt{2})t_0$	3 балла
Получен ответ	3 балла

Задача 2

Возможное решение

Запишем условие, когда погруженная в воду бутылка с водой тонет $\rho_b V_{об}g < (m_{cm} + m_b)g$, где m_{cm} – масса стекла из которого изготовлена бутылка, m_b – масса воды в бутылке, $V_{об}$ – объём бутылки.

Найдём объём бутылки $V_{об} = (m_{cm} + m_b)/\rho_b$, где $m_b = 0,250\text{кг}$.

Найдём объём стекла из которого изготовлена бутылка $V_{cm} = V_{об} - V_{ем}$, где $V_{ем}$ – ёмкость бутылки.

Запишем выражение для плотности стекла $\rho_{cm} = m_{cm}/V_{cm}$ и найдём $\rho_{cm} = m_{cm}/(m_{cm}/\rho_b + m_b/\rho_b - V_{ем})$

Подставив числовые значения и получим $\rho_{ct} = 2250 \text{ кг/м}^3$

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Записано условие $\rho_b V_{об}g < (m_{cm} + m_b)g$	1 балл
Найден объём бутылки $V_{об} = (m_{cm} + m_b)/\rho_b$	1 балл
Указано, что $m_b = 0,250\text{кг}$	1 балл

Найден объём стекла $V_{cm} = V_{об} - V_{ём}$, где $V_{ём}$ - ёмкость бутылки	1 балл
Записано выражение $\rho_{cm} = m_{cm} / V_{cm}$	1 балл
Найдено $\rho_{cm} = m_{cm} / (m_{cm} / \rho_{ст} + m_{ём} / \rho_{ст} - V_{ём})$	2 балла
Дан ответ $\rho_{ст} = 2250 \text{ кг/м}^3$	3 балла
(При решении задачи не в общем виде, при правильном ответе –10 баллов)	

Задача 3

Возможное решение

Так как частица движется вдоль прямой причем движение начинается в точке с координатой x_0 , и частица движется до точки с координатой $4x_0$, затем возвращается в точку с координатой x_0 , то путь, пройденный частицей $L=6x_0$.

Время движения частицы по графику зависимости обратной скорости частицы от ее координаты, определяется по площади под графиком, так как $\Delta t = (1/\Delta v) \cdot \Delta x$. Найдем площадь под графиками трех линейных участков: $t_1 = x_0 / 2v_0 + 0,5 x_0 (1/v_0 - 1/2v_0) = 3x_0 / 4v_0$; $t_2 = 2x_0 / 2v_0 + 0,5 \cdot 2x_0 (1/v_0 - 1/2v_0) = 3x_0 / 2v_0$; $t_3 = 3x_0 / 2v_0$. Время движения частицы $t_{\text{об}} = t_1 + t_2 + t_3 = 15x_0 / 4v_0$. - Средняя скорость движения $v_{\text{ср}} = L/t_{\text{об}}$ $v_{\text{ср}} = 8v_0/5$.

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Найден путь, пройденный частицей	2 балла
Время движения частицы определяется по площади под графиком	2 балла
Найдено время движения частицы $t_{\text{об}} = 15x_0 / 4v_0$	4 балла
Средняя путевая скорость движения $v_{\text{ср}} = 8v_0/5$	2 балла

Задача 4

Возможное решение

Так как угол наклона графика увеличился в момент времени $t_1=1,5$ мин, то воду из чайника вылили именно в этот момент (1). Найдём объём вылитой воды: если на первом участке графика вода нагрелась на 10°C за $1,5$ мин, а на втором участке графика на 10°C за $0,5$ мин, то есть в 3 раза быстрее, то нагревался в 3 раза меньший объём воды. Следовательно, объём вылитой воды составил $V_1=2/3\text{л}$ (2).

Так как температура и угол наклона графика уменьшились в момент времени $t_2=2,5$ мин, то в этот момент в чайник долили воду (3). Сравнивая первый и третий участки графика, получаем, что в чайник долили $V_2=2\text{л} - (V - V_1)=5/3\text{л}$ (4).

Температуру добавленной воды найдём из уравнения теплового баланса: $c\rho_e(V - V_1)(45^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}) = c\rho_e V_2 (30^{\circ}\text{C} - t_x)$ (5), откуда температура долитой воды $t_x=27^{\circ}\text{C}$ (6).

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Вывод (1)	1 балл
Результат (2)	2 балла
Вывод (3)	1 балл
Результат (4)	2 балла
Формула (5)	1 балл
Результат (6)	3 балла

10 класс

Задача 1

Возможное решение

Пусть m — масса бруска, S — площадь его горизонтального сечения, ρ_1 и ρ_2 — плотности жидкостей в первом и втором сосудах. Тогда условия плавания бруска в этих жидкостях будут иметь вид:

$$mg = (a - h_1)S\rho_1g, mg = (a - h_2)S\rho_2g.$$

Выразим плотности:

$$\rho_1 = \frac{m}{S(a - h_1)}, \quad \rho_2 = \frac{m}{S(a - h_2)}.$$

При слиянии жидкостей в один сосуд объем образовавшейся смеси по условию равен сумме объемов компонент, которые, в свою очередь, равны друг другу. Отсюда следует, что плотность смеси:

$$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = \frac{m}{2S} \left(\frac{1}{a - h_1} + \frac{1}{a - h_2} \right).$$

Условие плавания бруска в смеси имеет вид:

$$mg = (a - h)S\rho g.$$

Из последних двух соотношений получаем ответ:

$$h = \frac{a(h_1 + h_2) - 2h_1h_2}{2a - (h_1 + h_2)}.$$

Ответ

$$h = \frac{a(h_1 + h_2) - 2h_1h_2}{2a - (h_1 + h_2)}.$$

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Записано условия плавания бруска в жидкостях: (по баллу за каждое)	2 балла
Выражения для плотности (по баллу за каждое)	2 балла
Найдена плотность смеси	3 балла
Записано условие плавания бруска в смеси	1 балл
Дан ответ	2 балла

Задача 2

Возможное решение

Обратим движение бомбы от момента столкновения и сравним с движением осколка. Для вектора перемещения осколка $S = V_0 t + gt^2/2$ для бомбы $S = V_b t + gt^2/2$, где V_0 -вектор начальной скорости осколка, V_b - начальная скорость бомбы обращённого движения, (вектор скорости бомбы при столкновении) т.к перемещения равны, то равны вектора $V_0 = V_b$. значит траектории одинаковы и тогда пути тоже равны.

(Решение координатным методом более громоздкое)

Критерии оценивания	Баллы
Применён метод обратимости движения	4 балла
Записано выражения для вектора перемещения осколка	1 балл
Записано выражения для вектора перемещения бомбы	1 балл
Обоснован вывод о равенстве траекторий бомбы и осколка	3 балла
Дан ответ	1 балл

Задача 3

Возможное решение

На бруск со стороны доски действует сила трения скольжения $F = \mu mg$ и направлена вперед по движению доски. Она может сообщить ускорение $a = \mu g$, ($F = \mu mg = ma$). Найдём ускорение бруска относительно движущейся доски $a_b = a_d - \mu g$. Относительно доски бруск движется равноускоренно с начальной скоростью $V_0 = 0$ и должен пройти расстояние равное длине доски. Применив формулу $s = a_b t^2/2$, найдём $t = \sqrt{2s/a_b}$. Подставим числовые значения и получим $t = 2c$.

Критерии оценивания	Баллы
Утверждение, что на бруск действует сила трения скольжения $F = \mu mg$ и направлена вперед по движению доски	1 балл
Найдено максимальное ускорение, которое может сообщить сила трения $a = \mu g$	2 балла
Найдено ускорение бруска относительно движущейся доски $a_b = a_d - \mu g$	3 балла
Из формулы $s = a_b t^2/2$, найдено $t = \sqrt{2s/a_b}$	2 балла
Подставлены числовые значения и получено $t = 2c$	2 балла

Задача 4

Возможное решение

Длину L_0 пружины в нерастянутом состоянии можно найти продлив график k к значению массы груза равной нулю. Получим $L_0=20$ см. Коэффициент k жесткости пружины $k=F/\Delta x$, $F=mg$, $\Delta x =L- L_0$, если массу взять $m= 400$ г, тогда $L=60$ см и $k=0,4 \cdot 10/0,4 = 10$ н/м. массу груза m_1 , при которой растяжение пружины равно $\Delta x_1 = 90$ см $m_1=k \Delta x_1/g=0,9$ кг.

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Найдена длину L_0 пружины в нерастянутом состоянии	2 балла
Найден коэффициент k жесткости пружины	4 балла
Найдена масса груза при которой растяжение пружины равно $x_1 = 90$ см	4 балла

Задача 5

Возможное решение

Выделим тонкое кольцо протекающей воды толщиной h . Мощность теплоты, выделяемой в этом кольце при прохождении тока, определяется законом Джоуля-Ленца

$$P = \frac{U^2}{R},$$

где R - электрическое сопротивление слоя воды, которое можно рассчитать по формуле

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Учитывая, что электрический ток идет перпендикулярно тонкому слою воды, в данном случае

$$L = R_1 - R_2; S = 2\pi R_1 h.$$

За время протекания воды через нагреватель $\tau = \frac{l}{V}$ она получит количество теплоты

$$Q = \frac{U^2}{R} \tau = \frac{U^2 2\pi R_1 h}{\rho(R_1 - R_2)} \cdot \frac{l}{V}.$$

Этого количества теплоты должно быть достаточно, чтобы нагреть слой воды на Δt градусов. Для этого требуется теплота

$$Q = cm\Delta t = c\gamma \cdot \pi(R_1^2 - R_2^2)h\Delta t,$$

здесь $\pi(R_1^2 - R_2^2)h$ - объем выделенного слоя воды, γ - плотность воды.

Приравнивая два последних выражения, получаем формулы для вычисления скорости

$$V = \frac{2U^2 R_1}{\rho(R_1 - R_2)} \cdot \frac{l}{c\gamma(R_1^2 - R_2^2)\Delta t}.$$

Критерии оценивания	Баллы
Записан закон Джоуля-Ленца $P = \frac{U^2}{R}$	1 балл
Формула $R = \rho \frac{L}{S}$	1 балл
Учтено, что электрический ток идет перпендикулярно тонкому слою воды $L = R_1 - R_2; S = 2\pi R_1 h$	1 балл
Формула $Q = \frac{U^2}{R} \tau = \frac{U^2 2\pi R_1 h}{\rho(R_1 - R_2)} \cdot \frac{l}{V}$	3 балла
Формула $Q = c \Delta t = c\gamma \cdot \pi(R_1^2 - R_2^2)h\Delta t$	3 балла
Дан ответ $V = \frac{2U^2 R_1}{\rho(R_1 - R_2)} \cdot \frac{l}{c\gamma(R_1^2 - R_2^2)\Delta t}$	1 балл

11 класс

Задача 1

Возможное решение

Для решения задачи воспользуемся законом сохранения импульса системы. Выберем систему координат так, чтобы ось x совпадала с первоначальной траекторией движения первого тела, а ось y – с траекторией движения второго тела. Тогда после слипания тела полетят вместе со скоростью \mathbf{u} , причем

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) u_x \quad m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u_y$$

До соударения кинетическая энергия системы была равна:

$$T = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

После соударения кинетическая энергия становится равной:

$$T^* = \frac{m_1 + m_2}{2} (u_x^2 + u_y^2) = \frac{m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2}{2(m_1 + m_2)}$$

Таким образом, в результате соударения выделится количество теплоты, равное:

$$Q = T - T^* = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (v_1^2 + v_2^2) \approx 4,3 \text{ Дж}$$

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Выражения $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) u_x$ $m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u_y$ (по баллу за каждое)	2 балла
Записана кинетическая энергия до соударения	1 балл
Записана кинетическая энергия после соударения	2 балла
Найдено выделившееся количество теплоты	5 баллов
(Правильно получено конечное выражение 3 балла, дан правильный числовой ответ 2 балла)	

Задача 2

Возможное решение

Количество теплоты, необходимое для испарения воды массой m , равно $Q = rm$. Поскольку все тепло идет на испарение воды, то $N = \Delta Q / \Delta t = r \Delta m / \Delta t$. (2)

Из уравнения Менделеева-Клайперона $pV=(m/\mu)RT$ найдем массу пара, занимающего объем V : $m=Vp\mu/(RT)$.

Скорость испарения

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{p\mu}{RT} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{p\mu S}{RT} \cdot v \quad (4)$$

где v - скорость истечения пара из носика чайника. Из (2) и (4) получим

$v=NRT/rp\mu S$. Подставив данные задачи, получим числовой ответ $v=1,5 \text{ м/с}$.

Критерии оценивания	Баллы
Записано количество теплоты, необходимое для испарения воды массой m , равно $Q=rm$	1 балл
Получена формула $N=\Delta Q/\Delta t=r\Delta m/\Delta t$	3 балла
Найдена масса пара $m=Vp\mu/(RT)$	1 балл
Найдена скорость испарения	2 балла
Найдена скорость истечения пара из носика чайника	2 балла
Числовой ответ	1 балл

Задача 3

Возможное решение

По закону Джоуля – Ленца количество теплоты, выделяемой в проводниках, равно $Q_1=I_1^2R_1t$ и $Q_2=I_2^2R_2t$. По условию $Q_1=Q_2$, отсюда $I_1^2R_1t=I_2^2R_2t$ и $I_1^2R_1=I_2^2R_2$ (1). Но ток в цепи равен $I=\frac{E}{R+r}$, поэтому $I_1=\frac{E}{R_1+r}$, и

$I_2=\frac{E}{R_2+r}$, где r – внутреннее сопротивление источника тока. Подставим

значения I_1 и I_2 в уравнение (1) и найдем r : $r=\sqrt{R_1R_2}$; Вычислим $r=6 \text{ ом}$.

Критерии оценивания	Баллы
Выражения для количества теплоты, выделяемой в проводниках (по баллу за каждое)	2 балла
Получено выражение $I_1^2R_1=I_2^2R_2$	2 балла
Ток в цепи равен $I=\frac{E}{R+r}$,	1 балл
Формулы $I_1=\frac{E}{R_1+r}$, и $I_2=\frac{E}{R_2+r}$,	2 балла
Формула $r=\sqrt{R_1R_2}$;	2 балла
Ответ $r=6 \text{ ом}$	1 балл

Задача 4

Возможное решение

После замыкания ключа конденсатор C_2 зарядится и будет иметь заряд $q=C_2E$ и энергию $W=0,5C_2E^2$

Работа, совершенная батареей при замыкании ключа $A=qE$. По закону сохранения энергии $A=W+Q$. Подставив A и W , получим $Q=0,5C_2E^2$. Отсюда $C_2=2Q/E^2$.

Подставив данные задачи, получим $C_2=2\cdot10^{-7}\Phi$ и $C_1=4\cdot10^{-7}\Phi$.

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Заряд $q=C_2E$	1 балл
Энергия конденсатора $W=0,5 C_2 E^2$	1 балл
Работа, совершенная батареей при замыкании ключа $A=qE$	2 балла
Записан закон сохранения энергии $A=W+Q$	2 балла
Получено $Q=0,5 C_2 E^2$ и $C_2=2Q/E^2$	2 балла
Дан ответ $C_2=2\cdot10^{-7}\Phi$	1 балл
Дан ответ $C_1=4\cdot10^{-7}\Phi$	1 балл

Задача 5

Возможное решение

Скорости частицы много меньше скорости света в вакууме, поэтому можно пользоваться законами классической механики. Известно, что масса и заряд инвариантны к смене системы отсчёта. Так как мы переходим из одной инерциальной системы отсчёта (ИСО) в другую, то ускорение в ней будет тем же: $\vec{a}' = \vec{a}$.

В исходной ИСО это ускорение сообщает сила Лоренца $F_L=qvB$

Тогда величина ускорения $a=F/m=0,15\text{ м/с}^2$.

Направления силы и ускорения определяются правилом левой руки. С учётом положительного знака заряда частицы – **в плоскости рисунка перпендикулярно скорости** вверх. В новой системе отсчёта частица в начальный момент неподвижна, поэтому магнитная составляющая поля на неё не действует, но зато появляется сила со стороны электрической компоненты электромагнитного поля напряженностью E' . Сила,

действующая на частицу в новой СО, $F=ma'$. Тогда модуль напряжённости $E=F/q = qvB/q=vB = 0,1$ В/м.

Направление напряжённости поля E' совпадёт с направлением ускорения.

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
1) Указано, что в разных ИСО ускорение частицы одно и то же	1 балл
2) Приведена формула для модуля силы Лоренца	1 балл
3) Записан второй закон Ньютона	1 балл
4) Вычислено значение ускорения	1 балл
5) Правильно указано направление ускорения	1 балл
6) Указано, что в начальный момент в новой ИСО нет магнитных сил	1 балл
7) Записан второй закон Ньютона в новой ИСО	1 балл
8) Получена формула для модуля вектора напряженности E'	1 балл
9) Вычислен модуль напряжённости E' в новой ИСО	1 балл
10) Указано направление вектора напряжённости поля E'	1 балл