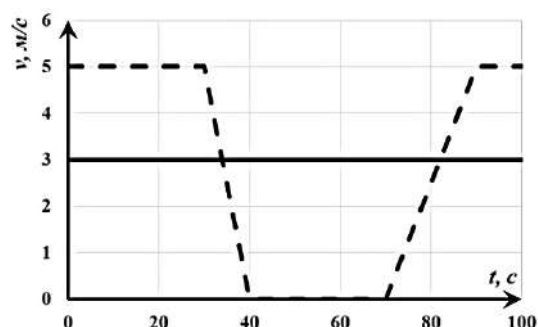


9 КЛАСС

Максимальное количество 50 баллов

Задача 9.1. Погоня за автобусом. Ученик 9 класса Витя Сорокин опоздал на автобус, на котором он обычно добирался до школы. Но Виктор не отчаялся и решил автобус догнать. Автобус едет по городу с остановками, Витя Сорокин бежит за ним. Графики зависимости скоростей от времени показаны на рисунке: сплошной линией – скорость ученика, пунктиром – автобуса. Удастся ли Вите догнать автобус, и, если удастся, то за какое время? (10 баллов)



Возможное решение:

Пройденное расстояние равно площади под графиком, поскольку это график зависимости скорости от времени. Посчитаем и сравним пройденные Витей и автобусом пути.

Из графика понятно, что в первый момент времени вперед вырывается автобус, и Витя его догоняет. (1) Кроме того, если Витя не догонит автобус на первой остановке, то он не догонит его и потом. (2)

Расстояние, пройденное автобусом за первые 40 с (до первой остановки) равно:

$$s = \frac{(30+40)}{2} \cdot 5 = 175 \text{ м} \quad (3)$$

Скорость Виктора равна 3 м/с. Он пробежит 175 м за время:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{175 \text{ м}}{3 \text{ м/с}} \approx 58,33 \text{ с} \quad (4)$$

За это время автобус еще не успевает стартовать от остановки, значит, Витя его догонит через 58,33 сек. (5)

Критерии оценивания:

Отмечено, что пройденный путь равен площади под графиком скорости	1 балл
Утверждение (2).	2 балла
Найдено расстояние, пройденное автобусом до первой остановки.	3 балла

Определена по графику скорость и найдено время движения Виктора	2 балла
Утверждение (5)	2 балла

Задача 9.2. Стальной цилиндр). Виктор Сорокин наблюдал, что произойдет с разогретым стальным цилиндром на поверхности большого куска льда. Он поочередно подогревал цилиндр до различных значений температур и смотрел, как глубоко он погрузился в лед. Наконец, при определенном значении начальной температуры цилиндр полностью погрузился в толщу льда. До какой минимальной температуры нужно было нагреть стальной цилиндр, если температура льда $t_l = 0^\circ\text{C}$? Удельная теплоемкость стали равна $c = 500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$. Плотности льда и стали соответственно $\rho_l = 900 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\rho_c = 7800 \text{ кг}/\text{м}^3$. **(10 баллов)**

Возможное решение:

Упомянутое в задаче условие минимальности температуры предполагает, что наименьшее количество льда будет расплавлено, если цилиндр стоит на поверхности льда вертикально (1)

Количество теплоты, которое выделяет стальной цилиндр при охлаждении до 0°C , равно количеству теплоты, которое необходимо для расплавления льда в объеме шарика:

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{л}} \quad (2)$$

$$Q_{\text{ц}} = cm_{\text{ц}}(t - t_0), \text{ т.к. } m_{\text{ц}} = \rho_c \cdot V - \text{масса стального цилиндра, то } Q_{\text{ц}} = c\rho_c V(t - t_0) \quad (3)$$

$$Q_{\text{л}} = \lambda m_{\text{л}}, \text{ где } m_{\text{л}} = \rho_l \cdot V, \text{ тогда } Q_{\text{л}} = \lambda\rho_l V \quad (4)$$

$$\text{Уравнение теплового баланса: } c\rho_c V(t - t_0) = \lambda\rho_l V \quad (5)$$

При вертикальном расположении цилиндра объем растаявшего льда равен объему цилиндра (6)

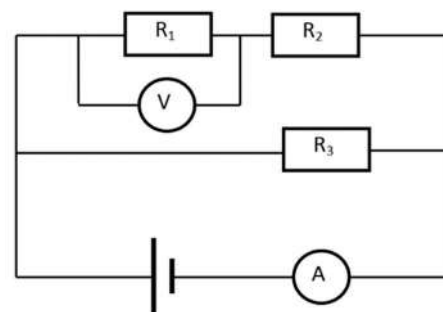
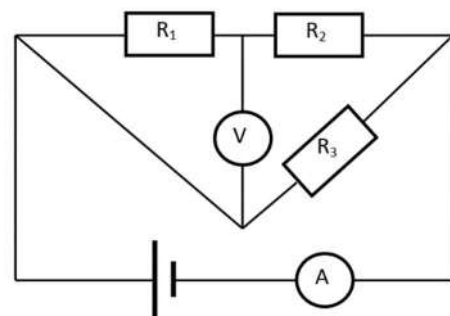
$$\text{сокращая уравнение (5) на } V, \text{ получаем: } c\rho_c(t - t_0) = \lambda\rho_l, \quad (t - t_0) = \frac{\lambda\rho_l}{c\rho_c},$$

$$t = \frac{\lambda\rho_l}{c\rho_c} + t_0 = \frac{330000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 900 \text{ кг}/\text{м}^3}{500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 7800 \text{ кг}/\text{м}^3} + 0^\circ\text{C} \approx 76^\circ\text{C} \quad (7)$$

Критерии оценивания:

Утверждение (1)	2 балла
Составлено уравнение теплового баланса (5)	4 балла
Утверждение (6)	2 балла
Получена конечная формула (7)	1 балла
Правильно выполнен расчет	1 балла

Задача 9.3. Идеальный вольтметр. Изучая законы постоянного тока Витя Сорокин собрал электрическую цепь по схеме, показанной на рисунке. Для этого он использовал резисторы сопротивлениями $R_1 = 5 \text{ кОм}$, $R_2 = 3 \text{ кОм}$ и $R_3 = 2 \text{ кОм}$, амперметр и идеальный вольтметр. Амперметр определил силу тока 1 мА . Какие показания вольтметра наблюдал Витя? (10 баллов)



Возможное решение:

Рассмотрим случай, когда вольтметр является идеальным прибором. В этом случае он обладает бесконечно большим сопротивлением и ток через него не течёт. Схему можно изобразить следующим образом (см. рис.):

Тогда не трудно видеть, что вольтметр будет показывать напряжение на резисторе R_1 , а резистор R_3 подключён параллельно к последовательно соединённым резисторам R_1 и R_2 . Рассчитаем параметры этой цепи:

$$R_{\text{об}} = \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (1)$$

$$U_{\text{об}} = I_A R_{\text{об}} \quad (2)$$

$$U_{\text{об}} = U_3 \quad (3)$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{I_A R_{\text{об}}}{R_3} = \frac{I_A (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (4)$$

$$I_1 = I_A - I_3 = \frac{I_A R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (5)$$

Используя полученные формулы можно получить формулу для вычисления напряжения на резисторе R_1 :

$$U_1 = I_1 R_1 = \frac{I_A R_3 R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = 1 \text{ В}$$

Критерии оценивания:

Понимание того, что значит идеальный вольтметр (отсутствие силы тока через него)	2 балла
Изображение эквивалентной схемы	2 балла*
Правильное использование законов параллельного и последовательного соединения	4 балла
Получена конечная формула и ответ	2 балла

* Полностью верное решение задачи может не содержать эквивалентной схемы и быть оценено при этом максимальным количеством баллов.

Задача 9.4. Стоимость электроэнергии. Ученики 9 класса посетили с экскурсией городской рыбокомбинат. В нем линия переработки, предназначенная для мойки рыбы разных пород и уборки её в противни для заморозки, имеет производительность 45 центнеров в час. За смену было переработано 31,5 т. Виктор Сорокин решил рассчитать, какова стоимость затраченной при этом электроэнергии и выяснил, что электродвигатель, от которого работает линия, потребляет ток 7,4 А под напряжением 380 В. Какая сумма в рублях у него получилась, если тариф составляет 6 руб. 71 коп. за 1 кВт·ч? (10 баллов)

Возможное решение:

Переведем: 45 ц = 4,5 т и подсчитаем количество часов в смене:

$$t = \frac{31,5 \text{ т}}{4,5 \text{ т}} = 7 \text{ ч} \quad (1)$$

Мощность электродвигателя: $P = IU = 7,4 \text{ А} \cdot 380 \text{ В} = 2812 \text{ Вт} \quad (2)$

Работа, совершенная электродвигателем за смену: $A = Pt = 2812 \text{ Вт} \cdot 7 \text{ ч} = 19684 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$

$$A = 19684 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 19,684 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (3)$$

Рассчитаем стоимость затраченной за смену электроэнергии:

$$\text{стоимость} = 19,684 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \times 6,71 \text{ руб./кВт} \cdot \text{ч} = 132,08 \text{ руб.} = 132 \text{ руб. 8 коп.} \quad (4)$$

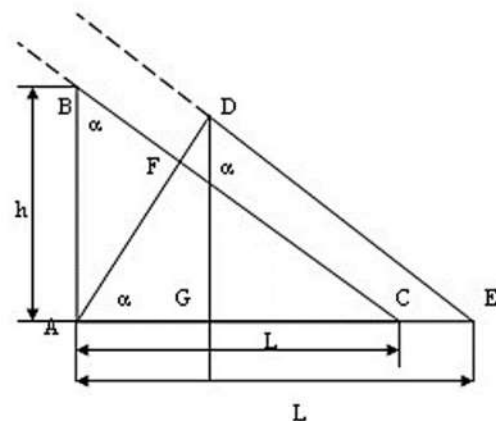
Критерии оценивания:

Подсчитано количество часов в смене (1)	2 балла
Рассчитана мощность электродвигателя (2)	2 балла
Рассчитана работа, совершенная электродвигателем за смену (3)	3 балла
Определена стоимость затраченной за смену электроэнергии (4)	3 балла

Задача 9.5. Длина тени. Витя Сорокин, выполняя домашнее задание по физике, измерял длину тени, отбрасываемой палкой высотой $h = 1,2 \text{ м}$. Когда палка стояла строго вертикально на горизонтальной площадке, освещаемой солнечным светом, длина её тени составляла $L = 0,9 \text{ м}$. Затем Виктор начал медленно наклонять палку в направлении отбрасываемой ею тени так, что её нижний конец не сдвигался с места. Длина тени при этом до определённого момента увеличивалась, а потом начала уменьшаться. Чему была равна максимальная длина тени от палки? (10 баллов)

Возможное решение:

Построим ход лучей, образующих тень от вертикально стоящей палки АВ и от наклоненной AD в тот момент, когда её тень максимальна. Наибольшую по длине тень палка отбросит в тот момент, когда она будет перпендикулярна направлению хода солнечных лучей: (1)



Так как лучи солнца параллельны: $\angle ABC = \angle GDE = \alpha$,

$$\angle DAE = \angle GDE = \alpha,$$

длина палки не изменяется: $AB = A$,

$$\angle ADE = \angle BAC = 90^\circ$$

прямоугольные треугольники $\triangle ABC = \triangle DAE$ (по стороне и двум углам). Таким образом, сторона треугольника AE – максимальная длина тени от палки, является гипотенузой прямоугольного треугольника DAE и равна:

$$AE = BC = \sqrt{AB^2 + AC^2} = \sqrt{L^2 + h^2} \quad (3)$$

$$AE = \sqrt{0,9^2 + 1,2^2} = 1,5 \text{ м} \quad (4)$$

Также возможно решение с использованием тригонометрических функций:

$$\operatorname{tg} \angle BCA = \frac{AB}{AC} = \frac{h}{L} = \frac{1,2}{0,9} = 1,33$$

$$\angle BCA = 53^\circ$$

$$\angle DEA = \angle BCA = 53^\circ$$

Из прямоугольного $\triangle DAE$ выражаем: $AE = \frac{AD}{\sin \angle DEA} = \frac{h}{\sin 53^\circ} = \frac{1,2}{0,8} = 1,5 \text{ м}$

Критерии оценивания:

Построен ход лучей (1)	5 баллов
Доказано равенство треугольников на основании параллельности солнечных лучей (2)	3 балла
Выражена длина наибольшей тени (3)	1 балл
Выполнен верный расчет (4)	1 балл