

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)
возрастная группа (8 класс)

ЗАДАНИЕ 1.

Через каждые 12 минут от первой остановки городского маршрута отправляется автобус. Через 48 минут он прибывает на последнюю остановку. Водитель отдыхает 6 минут и отправляется в обратный путь. Время обратного пути тоже 48 минут. Сколько автобусов «своего маршрута» встретит водитель автобуса на обратном пути? Сколько всего автобусов курсирует по этому маршруту? Задачу решить двумя способами: графическим (*бумага для графика – Приложение 1*), построив графики движения автобусов (графики зависимости расстояния от времени) и аналитически. *Приложение 1 сдается вместе с решениями.*

Решение.

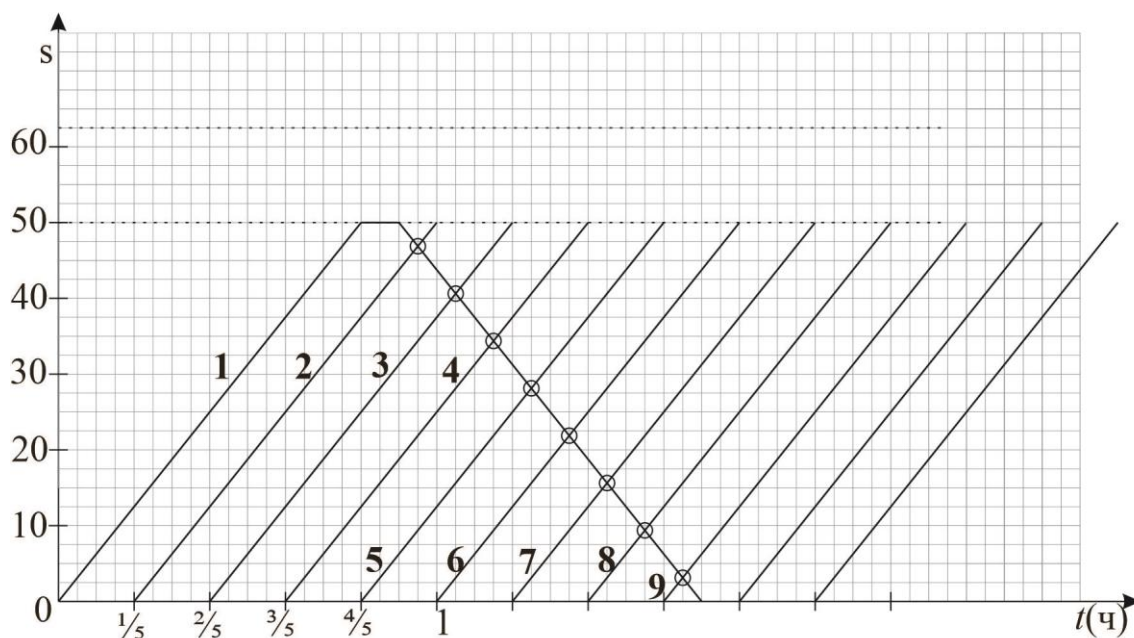
1. Аналитическое решение.

Порядковый номер автобуса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Момент старта с первой остановки (мин)	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108
Момент прибытия на последнюю остановку (мин)	48	60								
Момент старта с последней остановки (мин)	54	66								
Момент прибытия на первую остановку	104									

На обратном пути водитель автобуса № 1 встретит автобусы № 2 (так как этот автобус прибывает на последнюю остановку после того, как оттуда уедет автобус №1), № 3, № 4, № 5, № 6, № 7, № 8 и № 9 (так как эти автобусы успеют уехать с первой остановки до того, как туда вернется автобус №1). Автобус № 9 будет последним, который встретит водитель автобуса № 1. Следовательно на обратном пути водитель автобуса № 1 встретит 8 автобусов «своего маршрута». Всего на маршруте будет задействовано 9 автобусов.

2. Графическое решение.

Решение становится существенно проще и быстрее, если грамотно выбрать масштаб вдоль оси времени (t). Следует обратить внимание на то, что 12 минут – это $\frac{1}{5}$ часа, а 6 минут – это $\frac{1}{10}$ часа. Тогда каждые 10 мм (две клетки) – это $\frac{1}{5}$ часа, а каждые 5 мм – это $\frac{1}{10}$ часа. Масштаб вдоль оси расстояний (s) целесообразно выбрать так, чтобы графики движения автобуса № 1 от первой до последней остановки был бы как можно ближе к прямой, которая делит координатную плоскость пополам ($\alpha \approx 45^\circ$). Этому условию соответствует масштаб, когда расстояние между первой и последней остановкой принять за 50 мм.



Критерии оценивания

Полное аналитическое решение	5 баллов
Графическое решение	5 баллов
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 2.

Второй автобусный маршрут отличается от первого тем, что его протяженность длиннее на четверть протяженности первого маршрута. Так же как и на первом маршруте автобусы второго маршрута отправляются от первой остановки каждые 12 минут. Средняя скорость движения автобусов второго маршрута равна средней скорости автобусов первого маршрута. На

конечной остановке водитель также отдыхает 6 минут и отправляется в обратный путь. Сколько автобусов «своего (второго) маршрута» встретит водитель на обратном пути? Сколько всего автобусов необходимо для второго маршрута? Задачу решить графическим способом (*бумага для графика – Приложение 1*). *Приложение 1 сдается вместе с решениями.*

Решение.

Решение становится существенно проще и быстрее, если грамотно выбрать масштаб вдоль оси времени (t). Следует обратить внимание на то, что 12 минут – это $\frac{1}{5}$ часа, а 6 минут – это $\frac{1}{10}$ часа. Тогда каждые 10 мм (две клетки) – это $\frac{1}{5}$ часа, а каждые 5 мм – это $\frac{1}{10}$ часа. Масштаб вдоль оси расстояний (S) целесообразно выбрать так, чтобы графики движения автобуса № 1 от первой до последней остановки был бы как можно ближе к прямой, которая делит координатную плоскость пополам ($\alpha \approx 45^\circ$).

Так как средние скорости движения автобусов первого и второго маршрутов совпадают, то графики движения автобуса № 1 первого маршрута следует продолжить до пересечения с горизонтальной линией $S=62,5$ мм (12,5 мм – это четверть от 50 мм). Далее необходимо выполнить построения графиков движения, аналогично решению задачи 1. Теперь водитель на обратном пути будет встречать 10 автобусов. Следовательно, на этот маршрут необходимо задействовать 11 автобусов.

3) во сколько раз теплоемкость куска льда меньше теплоемкости талой воды;

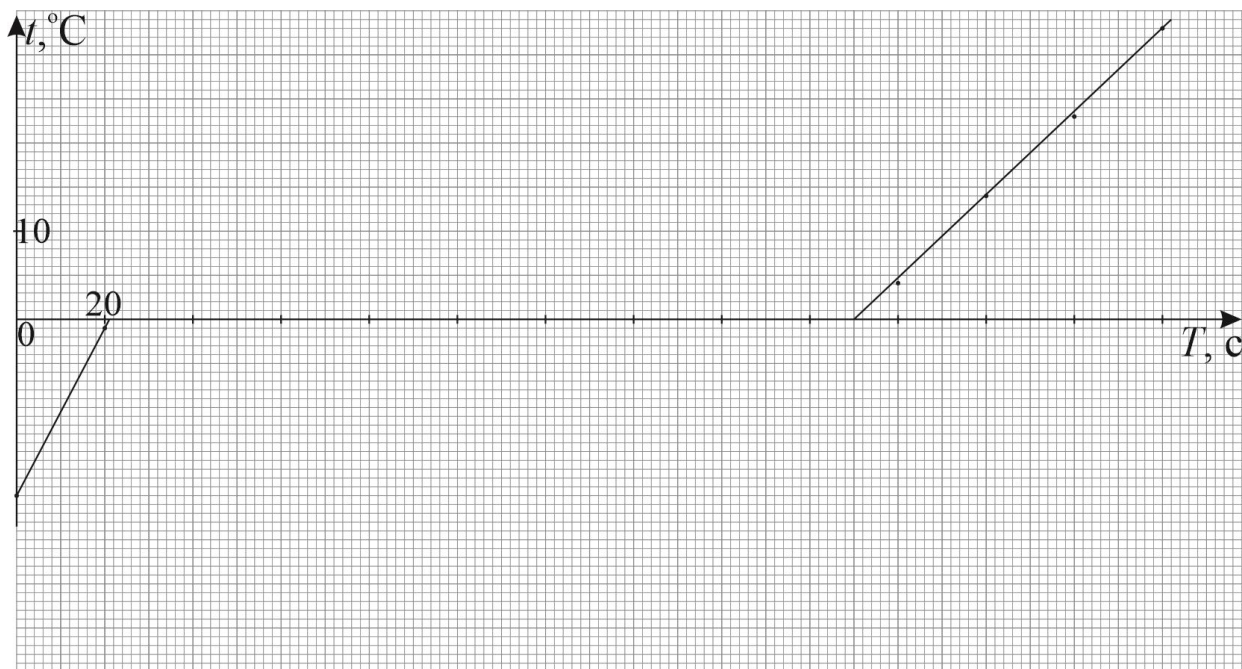
4) во сколько раз удельная теплоемкость льда меньше удельной теплоемкости воды;

5) во сколько раз количество теплоты, затраченное на нагревание куска льда, меньше чем количество теплоты, затраченное на его плавление.

Приложение 2 сдается вместе с решениями.

Решение.

1) При построении графика масштаб вдоль оси времени 10 мм – 20 с, вдоль оси температур 10 мм – 10°C. В этом случае график будет удобно анализировать.



2) Через четыре экспериментальные точки, которые соответствуют процессу нагревания воды, проводят прямую линию (так как зависимость линейная). Эта прямая пересекает ось времени в точке $T = 190$ с.

3) Теплоемкость образца (кусок льда или данная масса талой воды) – это количество теплоты необходимое для нагревания образца на один градус Цельсия. Далее, либо, принимая во внимание, что при постоянной мощности нагревателя, количество выделяемой теплоты прямо пропорционально времени нагревания, получаем

$$C_1 = \frac{\Delta Q_1}{\Delta t_1} = k \frac{\Delta T_1}{\Delta t_1}, \left. \begin{array}{l} C_2 = \frac{\Delta Q_2}{\Delta t_2} = k \frac{\Delta T_2}{\Delta t_2} \end{array} \right\} \frac{C_1}{C_2} = \frac{\Delta T_1 \cdot \Delta t_2}{\Delta t_1 \cdot \Delta T_2},$$

либо, зная мощность нагревателя (1 кВт), вычислить количество теплоты для выбранных экспериментальных точек (две точки для льда и две точки для воды), после этого находятся отношения теплоемкостей. Результат – в два раза.

4) Так как масса куска льда равна массе талой воды, то отношение удельных теплоемкостей будет равно отношению теплоемкостей. Результат – в два раза.

5) Снова возможны два варианта решения, либо отношение промежутков времени, либо предварительный расчет затраченных количеств теплоты. Результат – в 10 раз.

Критерии оценивания

1)	Верно построен график зависимости	3 балла
2)	Обоснованно получен верный ответ на 2 вопрос	2 балла
3)	Обоснованно получен верный ответ на 3 вопрос	2 балла
4)	Обоснованно получен верный ответ на 4 вопрос	1 балл
5)	Обоснованно получен верный ответ на 5 вопрос	2 балла
Всего		10 баллов

ЗАДАНИЕ 4.

В сосуде, из которого быстро выкачивают воздух, находится небольшое количество воды при 0°C. За счет интенсивного испарения происходит постепенное замораживание воды. Какая часть первоначального количества воды может быть обращена в лед таким способом. Удельная теплота парообразования воды 2,3 МДж/кг, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг.

Решение.

В задаче рассматриваются два физических процесса: испарение воды и замерзание (кристаллизация) воды.

В начальный момент времени вся вода в сосуде жидкая, ни льда, ни водяного пара (испарившейся воды) пока еще нет. Так как воздух из сосуда откачали, жидкая вода начинает испаряться. Этот процесс протекает с поглощением определенного количества теплоты. Поэтому часть жидкой воды начинает кристаллизоваться (превращаться в лед). Процесс кристаллизации протекает с выделением определенного количества теплоты. В результате вода в сосуде будет находиться в трех агрегатных состояниях: жидкая вода, водяной пар и лед.

Процессы испарения воды и кристаллизации воды будут протекать до тех пор, пока вся жидкая вода не превратится в водяной пар и лед.

Теперь в сосуде жидкой воды уже не будет, а останутся только водяной пар и лед. Используя закон сохранения массы вещества, можно получить равенство $m = m_1 + m_2$, где m – это масса жидкой воды в сосуде до начала процессов испарения и конденсации, m_1 – масса жидкой воды, которая испарилась (масса водяного пара), m_2 – масса жидкой воды, которая кристаллизовалась (масса льда).

Используя закон сохранения энергии, получаем, что количество теплоты, которое было затрачено на испарение жидкой воды массой m_1 , должно быть равно количеству теплоты, которое выделилось в результате кристаллизации жидкой воды массой m_2 .

При испарении воды $Q_1 = Lm_1$, где L – это удельная теплота парообразования воды. При замерзании воды $Q_2 = \lambda m_2$, где λ – это удельная теплота плавления (кристаллизации) воды. Удельная теплота парообразования (испарения) воды существенно больше, чем удельная теплота замерзания (кристаллизации) воды.

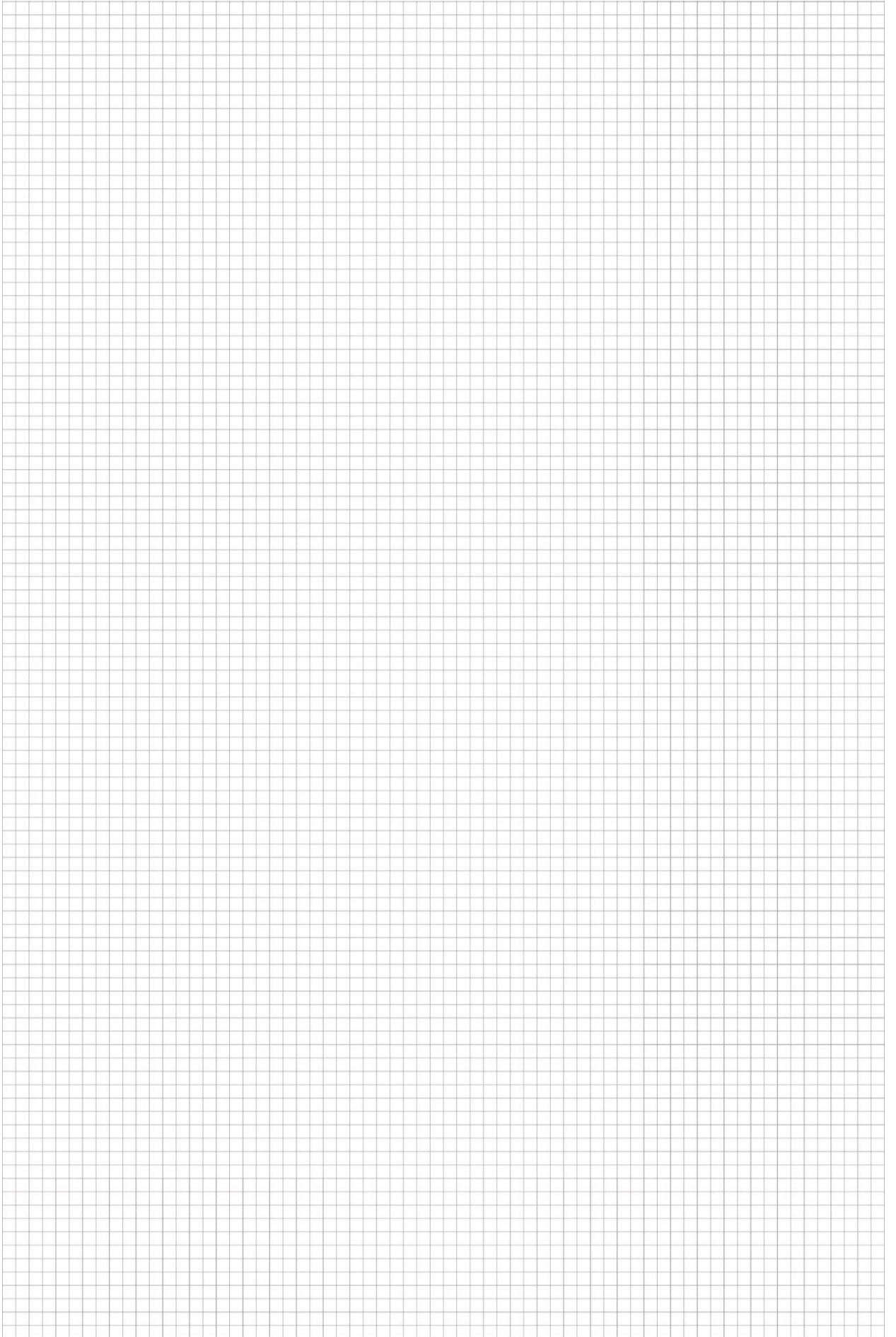
Так как $Q_1 = Q_2$, то $Lm_1 = \lambda m_2$. Решая это уравнение относительно m_2/m , где m_2/m – это часть жидкой воды, которая превратилась в лед, получаем, что $m_2/m = 0,87$.

Получается, что 87% жидкой воды, которая первоначально была в сосуде, превратилась в лед, а 13% - в водяной пар.

Критерии оценивания

Указано, какие процессы будут происходить	4 балла
Для каждого процесса записано отданное (полученное) количество теплоты	2 балла
Получено уравнение $Q_1 = Q_2$	2 балла
Рассчитана часть воды, которая может быть обращена в лед	2
Всего	10 баллов

Приложение 1 (бумага для решения задач 1 и 2).



Приложение 2(бумага для решения задачи 3)

