



Республиканская физическая олимпиада 2023 год (III этап)

Теоретический тур

Решения задач *9 класс* *(для жюри)*

Уважаемые члены жюри!

Задачи, предложенные школьникам для решения на олимпиаде, не стандартные и достаточно сложные. Предложенные здесь варианты путей решений не являются единственно возможными. Участники олимпиады могут предложить свои способы решения. Если эти способы приводят к правильным ответам и физически обоснованы, то задача (или ее отдельные пункты) должны оцениваться максимальными баллами.

Каждое задание сопровождается Листами ответов, в которые участники олимпиады должны занести окончательные результаты. Если окончательный результат не занесен в Листы ответов, но содержится в основном решении, то этот результат необходимо оценивать.

Не забывайте, что Вы должны оценивать не только конечные ответы, но и отдельные правильные шаги в ходе решения!



Не жалейте баллов (если, конечно, есть за что!) для наших замечательных школьников!

Задание 9-1. Двойная разминка. Решение.

1. Масса пропорциональна объему тела, поэтому масса шарика возрастет в 8 раз.
2. Высота уровня воды уменьшится в 4 раза, во столько же раз уменьшится давление.
3. Давление увеличится в 2 раза.
4. Мощность пропорциональна произведению силы на скорость, поэтому она возрастет в 8 раз.
5. Сопротивление уменьшится в 2 раза, поэтому при постоянном напряжении мощность возрастет в 2 раза.
6. В соответствии с формулой для электрического сопротивления, сопротивление уменьшится в 2 раза.
7. Время падения уменьшится в $\sqrt{2}$ раз.

Задание 9-2. Водяное отопление. Решение.

1. Описание примитивного способа обогрева строится на примитивном уравнении теплового баланса:

$$C_0(t_0 - t) = 2C_0(t - t_1). \quad (1)$$

Из этого уравнения следует, что конечная температура комнаты равна

$$t = \frac{t_0 + 2t_1}{3} = 50^\circ. \quad (2)$$

2. Пусть температура комнаты равна x_{k-1} , тогда его теплообмен с очередной порцией воды описывается следующим уравнением теплового баланса

$$C_0(x_{k-1} - x_k) = \frac{2C_0}{N}(x_k - t_1). \quad (3)$$

Перепишем это уравнение в виде «закона сохранения»:

$$x_{k-1} + \frac{2}{N}t_1 = \left(1 + \frac{2}{N}\right)x_k, \quad (4)$$

Из которого находим требуемую формулу

$$x_k = \frac{x_{k-1} + \frac{2}{N}t_1}{1 + \frac{2}{N}}. \quad (5)$$

3. Последовательный расчет по этой формуле дает следующие результаты. При разбиении на 2 порции конечная температура равна

$$t^{(2)} = 55^\circ$$

При разбиении на 3 порции

$$t^{(3)} = 57^\circ$$

4. Для получения формулы в общем виде запишем $x_k = t_1 + \Delta x_k$. Если подставить это выражение в уравнение (4), то после простых преобразований получим:

$$\Delta x_k = \frac{\Delta x_{k-1}}{1 + \frac{2}{N}}. \quad (6)$$

Таким образом, величины Δx_k образуют геометрическую прогрессию, поэтому

$$\Delta x_k = \frac{\Delta x_0}{\left(1 + \frac{2}{N}\right)^k}. \quad (7)$$

Или окончательно

$$t = x_N = t_1 + \frac{t_0 - t_1}{\left(1 + \frac{2}{N}\right)^N}. \quad (8)$$

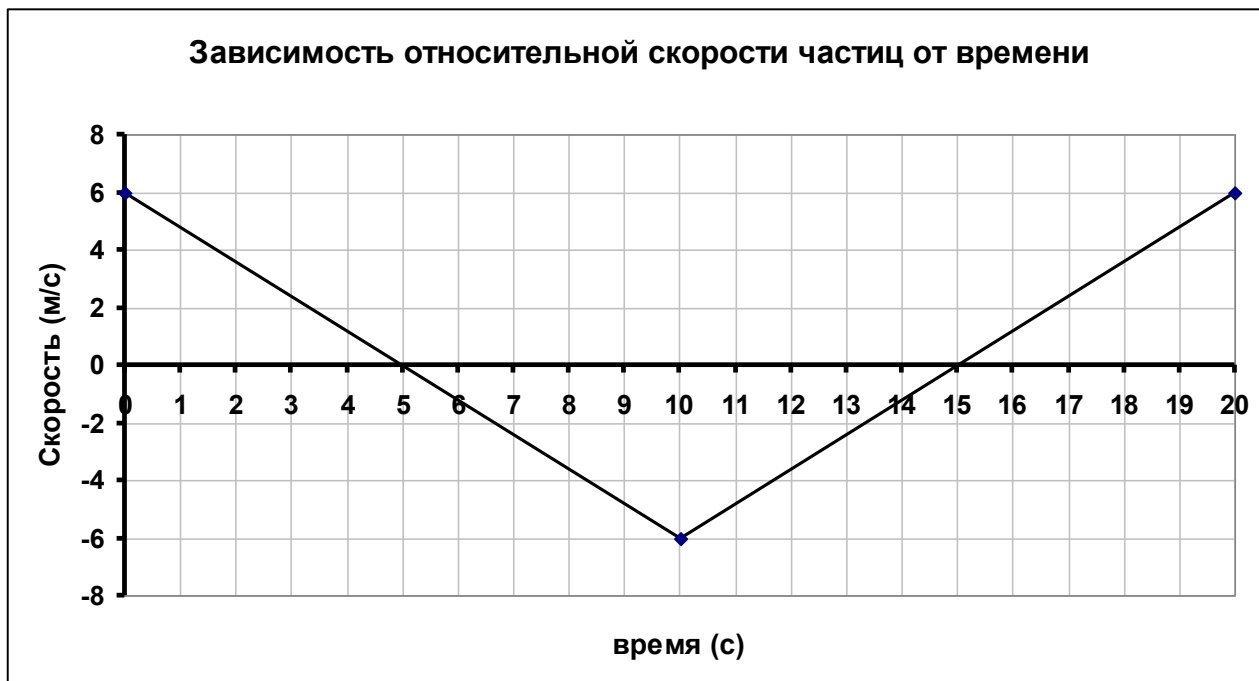
5. Численные расчеты по этой формуле дают следующие результаты

N	1	5	10	50
t	50	58,84	60,31	61,56

Следовательно, можно считать, что максимальная температура при нагревании частями примерно равна 62° .

Задание 9-1. Просто кинематика. Решение.

Часть 1. Известна зависимость скорости от времени.



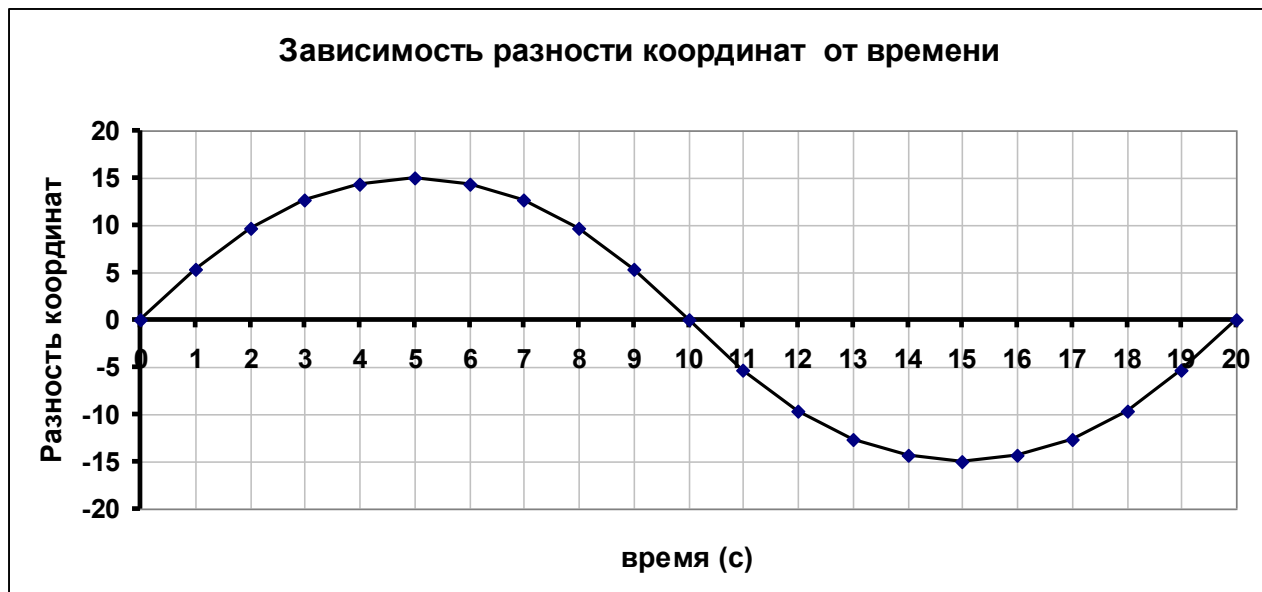
Самый простой способ решения построить зависимость относительной скорости от времени, которая имеет предельно простой вид. Площадь под этим графиком численно равна изменению разности координат частиц.

Из этого графика следуют ответы на поставленные вопросы.

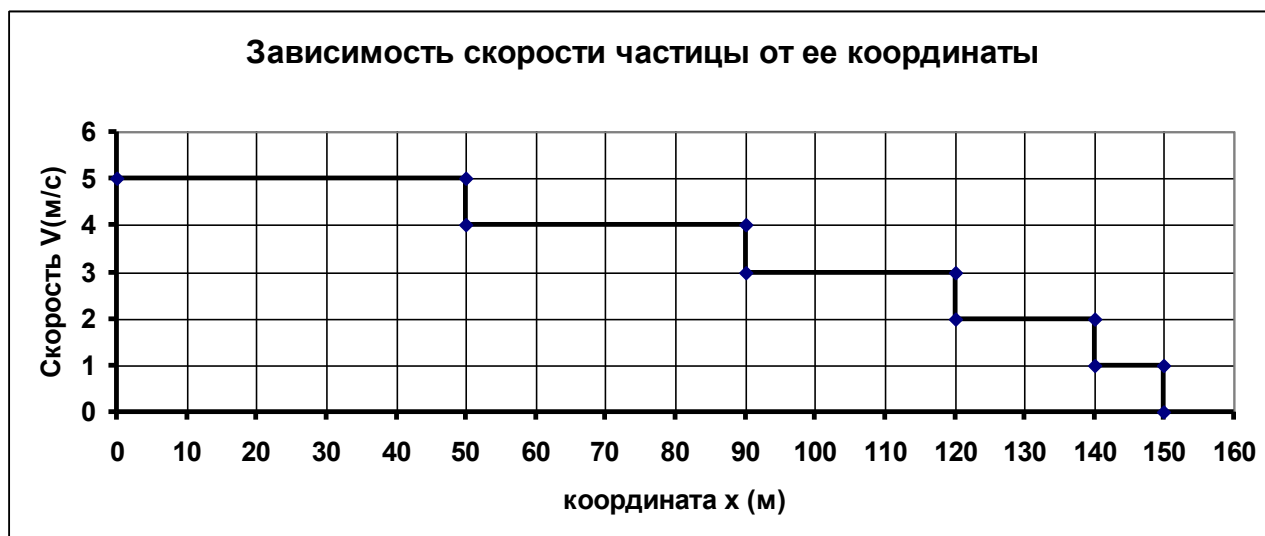
1.1 Расстояния между частицами максимально в моменты времени, когда их скорости равны (т.е. относительная скорость равна нулю). Это условие выполняется в моменты времени 5 и 15 с.

1.2 Координаты частиц равны в моменты времени 0, 10 и 20 с, когда разности скоростей максимальны.

1.3 График зависимости разности координат от времени показан на рисунке. Его можно построить «по точкам» с помощью графика относительной скорости.



Часть 2. Известна зависимость скорости от координаты.



2.1 По приведенному графику не сложно заметить, что каждый отрезок пути, на котором частица движется с постоянной скоростью, частица проходит за 10 с. И через каждые 10 с скорость частицы уменьшается на 1 м/с. Вторая частица начинает движение тоже через 10 с. Следовательно, скорость второй частицы все время больше скорости первой на величину $\Delta v = 1,0 \text{ м/с}$. Однако, к моменту старта второй частицы первая прошла расстояние $l_0 = 50 \text{ м}$. Поэтому зависимость расстояния между частицами от времени имеет вид

$$l = l_0 - \Delta v t.$$

2.2 Заметим, что время движения первой частицы равно 50 с. Поэтому через 40 с после старта второй частицы, расстояние между частицами будет равно 10 м.