



# Республиканская физическая олимпиада 2023 года (III этап)

## Теоретический тур

### 9 класс.

#### ***Внимание! Прочтите это в первую очередь!***

1. Полный комплект состоит из трех заданий. Для вашего удобства вопросы, на которые Вам необходимо ответить, помещены в рамки.

2. Каждое задание включает условие задания и Листы ответов. Для решения задач используйте рабочие листы. Часть из них используйте в качестве черновиков. После окончания работы черновые листы перечеркните.

В чистовых рабочих листах приведите решения задач (рисунки, исходные уравнения, математические преобразования, графики, окончательные результаты). Жюри будет проверять чистовые рабочие листы. Кроме того, каждое задание включает Листы ответов. В соответствующие графы Листов ответов занесите окончательные требуемые ответы. Для построения графиков, которые требуется по условию задачи, в Листах ответов подготовлены соответствующие бланки. Графики стройте на этих бланках. Дублировать их в рабочих листах не требуется.



4. При оформлении работы каждое задание начинайте с новой страницы. При недостатке бумаги обращайтесь к организаторам!

5. Подписывать рабочие листы запрещается.

4. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.

5. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач, обращайтесь к организаторам олимпиады.

Пакет заданий содержит:

- титульный лист (1 стр.);
- условия 3 теоретических задач с Листами ответов (7 стр.).

**Задание 9-1 Двойная разминка.**

1. Длины рёбер первого кубика в 2 раза больше длины рёбер второго. При этом их массы равны. Чему равно отношение плотностей материалов кубиков?
2. Вода налита в цилиндрический сосуд. Как изменится давление воды на дно со сосуда, если объём воды в сосуде увеличить в 2 раза?
3. Брусok в форме параллелепипеда лежит на столе. Во сколько раз изменится сила давления параллелепипеда на стол, если все его размеры увеличить в два раза (при сохранении его плотности)?
4. Сила сопротивления, действующая на горизонтально летящий самолет, пропорциональна скорости самолета. Во сколько раз увеличилась мощность двигателей самолета, если его скорость возросла в 2 раза?
5. Во сколько раз изменится мощность электроплитки, если увеличить напряжение источника в 2 раза.
6. Во сколько раз изменится электрическое сопротивление проволоки, если ее согнуть пополам и концы соединить?
7. Шарик бросают вверх с некоторой постоянной начальной скоростью. Как изменится высота подъема шарика, если ускорение свободного падения увеличится в два раза? Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

**Задание 9-1. Двойная разминка. Лист ответов.**

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

### Задание 9-2. Водяное отопление.

Часто для обогрева помещений использую горячую воду. В данной задаче анализируются различные способы такого обогрева, если имеется ограниченная порция горячей воды.

Итак, необходимо обогреть комнату (например, парилку в бане), начальная температура которой  $t_0 = 10^\circ\text{C}$ .

Теплоемкость комнаты равна  $C_0$  (это полная теплоемкость, т.е. сумма произведение удельных теплоемкостей на массы различных предметов в комнате, включая и воздух  $C_0 = cm$ ). Для нагревания используется горячая вода, температура которой равна  $t_1 = 70^\circ\text{C}$ . Теплоемкость всей имеющейся воды равна  $C_1 = 2C_0$  (это тоже произведение удельной теплоемкости воды на ее массу).

Во всех пунктах данной задачи потерями теплоты в окружающую среду будем пренебрегать.

Сначала рассмотрим примитивный способ обогрева: горячую воду целиком приносим в комнату и ждем установления теплового равновесия.

1. Рассчитайте конечную температуру комнаты  $t$  при таком способе обогрева.

Оказывается, что имеется более эффективный способ нагрева. Разделим воду на  $N$  одинаковых частей. Затем занесем в комнату первую порцию воды, дождемся установления теплового равновесия (обозначим установившуюся температуру в комнате после первой порции воды  $x_1$ ), затем вынесем первую порцию воды и внесем вторую порцию воды (после нее температура в комнате  $x_2$ ) и т.д. до последней порции воды температура в комнате  $x_N$  и будет конечной температурой  $x_N = t$ .

2. Получите формулу, позволяющую рассчитать температуру после  $k$ -той порции  $x_k$  через предыдущее значение  $x_{k-1}$  и другие известные по условию величины.

3. Рассчитайте значения конечной температуры в комнате при делении воды на 2 и 3 равные порции.

4. Получите общую формулу для конечной температуры в комнате при делении воды на  $N$  равных частей. В эту формулу должны входить только заданные в условии величины.

*Подсказка: Рассмотрите величины  $\Delta x_k = x_k - t_1$  - разность между температурой в комнате и температурой горячей воды.*

5. Численно оцените, до какой максимальной температуры можно нагреть комнату таким способом.

**Задание 9-2. Водяное отопление. Лист ответов.**

1. Конечная температура при примитивном способе

2. Формула, связывающая  $x_k$  с  $x_{k-1}$

3. Конечные температуры при разбиении

На 2 порции

На 3 порции

4. Общая формула для конечной температуры при разбиении на  $N$  порций

5. Максимальная конечная температура

### Задание 9-3. Просто кинематика.

#### Часть 1. Известна зависимость скорости от времени.

Две частицы начинают одновременно двигаться из начала координат вдоль оси  $X$ . Зависимости скоростей (точнее проекций скоростей на ось  $X$ ) частиц от времени показаны на графике 1 в листах ответов. Первая частица начинает двигаться с отрицательным ускорением, а затем с положительным. Вторая – наоборот, сначала с положительным ускорением, а затем с отрицательным.

- 1.1 Укажите, в какие моменты времени расстояние между частицами максимально.
- 1.2 Укажите, в какие моменты времени координаты частиц равны.
- 1.3 Постройте на бланке листа ответов зависимости разности координат частиц  $(x_1 - x_2)$  от времени. Приведите формулы, описывающие эту зависимость.

#### Часть 2. Известна зависимость скорости от координаты.

Частицы движутся вдоль оси  $x$ . Каждая частица начинает движение из начала координат. Первая начинает движение в момент времени  $t = 0$ , вторая стартует через время  $\tau = 10\text{с}$ .

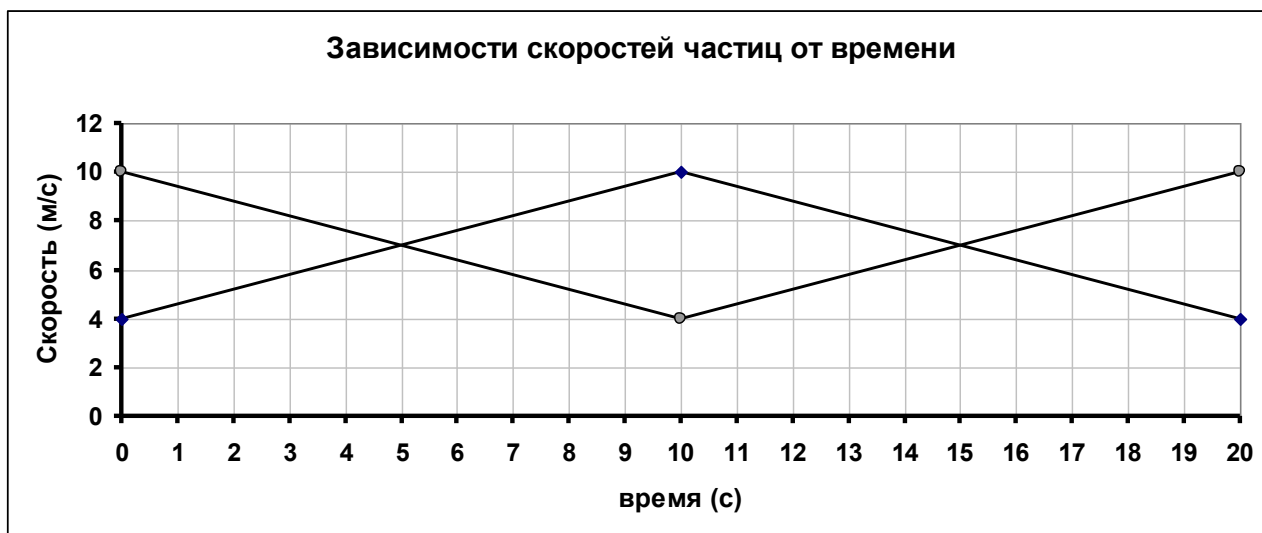
На графике 2 листа ответов показан график зависимости скорости частиц от координаты (эти зависимости одинаковы для обеих частиц).

- 2.1 Получите формулу, описывающую зависимость расстояния между частицами от времени, отсчитываемого от старта второй частицы.
- 2.2 Чему будет равно расстояние между частицами через 40 с после старта второй частицы?

**Задание 9-3. Просто кинематика. Лист ответов.**

**Часть 1. Известна зависимость скорости от времени.**

График 1. Зависимости скоростей частиц от времени



1.1 Расстояние между частицами максимально в моменты времени

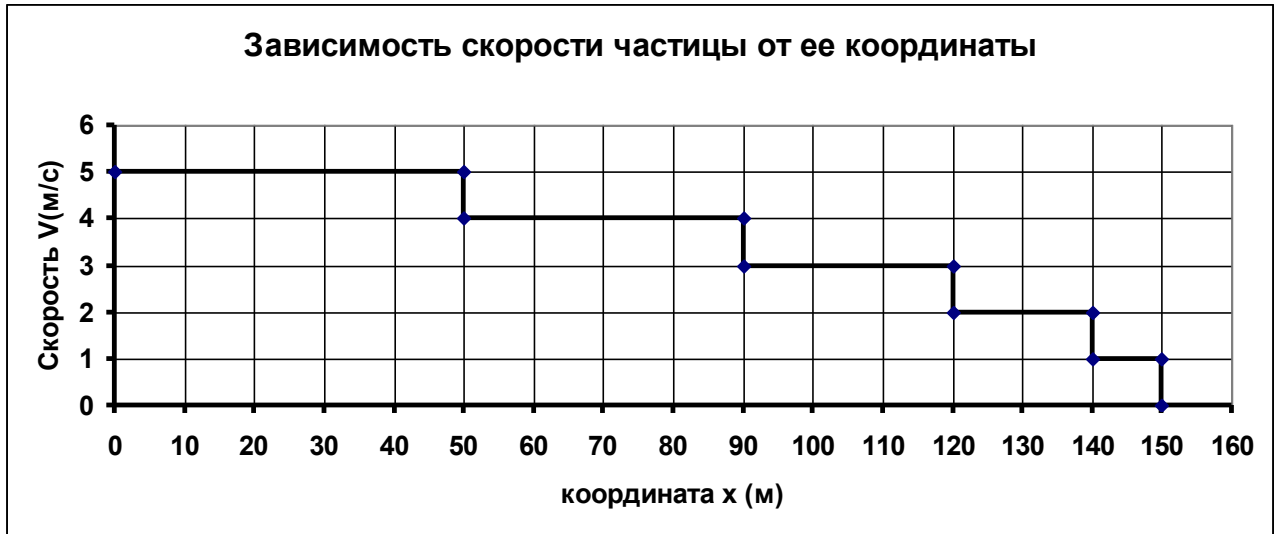
1.2 Координаты частиц равны в моменты времени

1.3 График зависимости разности координат от времени



**Часть 2. Известна зависимость скорости от координаты.**

График 2. Зависимость скорости частиц от координаты.



2.1 Формула для зависимости расстояния между частицами от времени.

2.2 Расстояние между частицами

$$l =$$