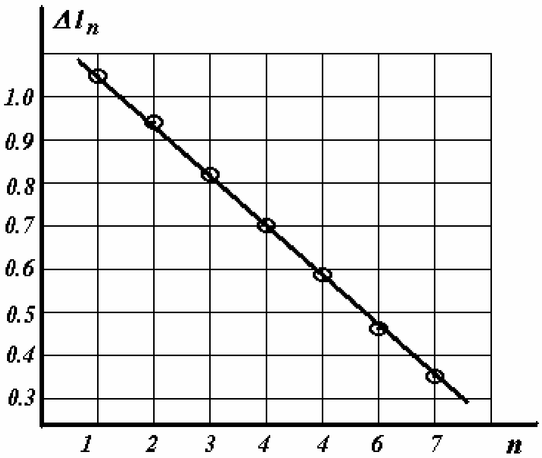

Все точки этого графика ложатся на одну прямую, коэффициент наклона которой равен длине волны. Расчет этого коэффициента по методу наименьших квадратов приводит к результату

$$\lambda = (0{,}118 \pm 0{,}012)м$$

Соответственно скорость звука

$$c = (3{,}5 \pm 0{,}3) \cdot 10^2 \ м / с$$

Как видите, графическая обработка приводит к тому же численному значению, но с меньшей погрешностью.
Строго говоря, из-за уменьшения амплитуды звуковых колебаний по мере удаления от источника положения максимумов интенсивности несколько отличаются от тех, которые следуют из формулы (1). Однако, эти смещения в данном случае меньше погрешностей определения координат максимумов по предложенному графику.

Кстати, данный график расчитан в предположении синфазности, источников равной интесивности. Корректно учтено убывание амплитуды волны, добавлен случайный шум на уровне нескольких процентов.

11.3 Обозначим координату снаряда при его движении в стволе x. Уравнение движения снаряда на основании второго закона Ньютона и приближений, оговоренных в условии задачи, имеет вид

$$m_0 a = PS, \qquad (1)$$

где a - ускорение снаряда, m_0 - его масса, P - давление пороховых газов в стволе, S - площадь поперечного сечения ствола. Для определения давления газов запишем уравнение состояния

$$PSx = \frac{m}{\mu} RT. \qquad (2)$$

Так как газы поступают с постоянной скоростью, их масса зависит от времени по закону $m = \beta t$ ($\beta = 2{,}0 \cdot 10^3 \ кг / с$ - скорость поступления газов). Таким образом уравнение движения приобретает вид

$$m_0 a = \frac{\beta RT}{\mu} \cdot \frac{t}{x}. \qquad (3)$$

Для решения этого уравнения воспользуемся «подсказкой». Пусть закон движения имеет вид

$$x = Ct^{\alpha}, \qquad (4)$$

тогда скорость снаряда V и его ускорение могут быть найдены как первая и вторая производные от данной функции

$$V = \alpha C t^{\alpha - 1},$$

$$a = \alpha(\alpha - 1)Ct^{\alpha - 2}. \qquad (5)$$

Подставляя выражения (4),(5) в уравнение (3), получим

$$m_0 \alpha(\alpha - 1)Ct^{\alpha - 2} = \frac{\beta RT}{\mu} \cdot \frac{t}{Ct^{\alpha}}. \qquad (6)$$

Это выражение должно быть справедливым в любые моменты времени, поэтому показатели степеней t должны быть одинаковы, поэтому $\alpha - 2 = 1 - \alpha$, отсюда находим $\alpha = \frac{3}{2}$. Так же из уравнения (6) находим константу C

$$C^2 = \frac{\beta RT}{\alpha(\alpha - 1)m_0 \mu} = \frac{4\beta RT}{3m_0 \mu}. \qquad (7)$$

Итак, закон движения снаряда найден. В момент вылета снаряда τ его координата станет равной длине ствола, поэтому

$$l = C\tau^{\frac{3}{2}}, \qquad V = \frac{3}{2} C \tau^{\frac{1}{2}}.$$

Из этих выражений окончательно находим

$$V = \frac{3}{2} \sqrt[3]{\frac{4\beta RT}{3m_0 \mu} l} \approx 550 м/с$$

Не смотря на правдоподобный результат, оговоренные в условии приближения (пренебрежение силами сопротивления, постоянство температуры и скорости сгорания) являются довольно грубыми. Обратите внимание, согласно полученному решению ускорения снаряда в начальный момент времени стремится к бесконечности, что связано с нулевым объемом газа. Но, по-видимому, кратковременность этой стадии не оказывает определяющего влияния на конечный результат.