

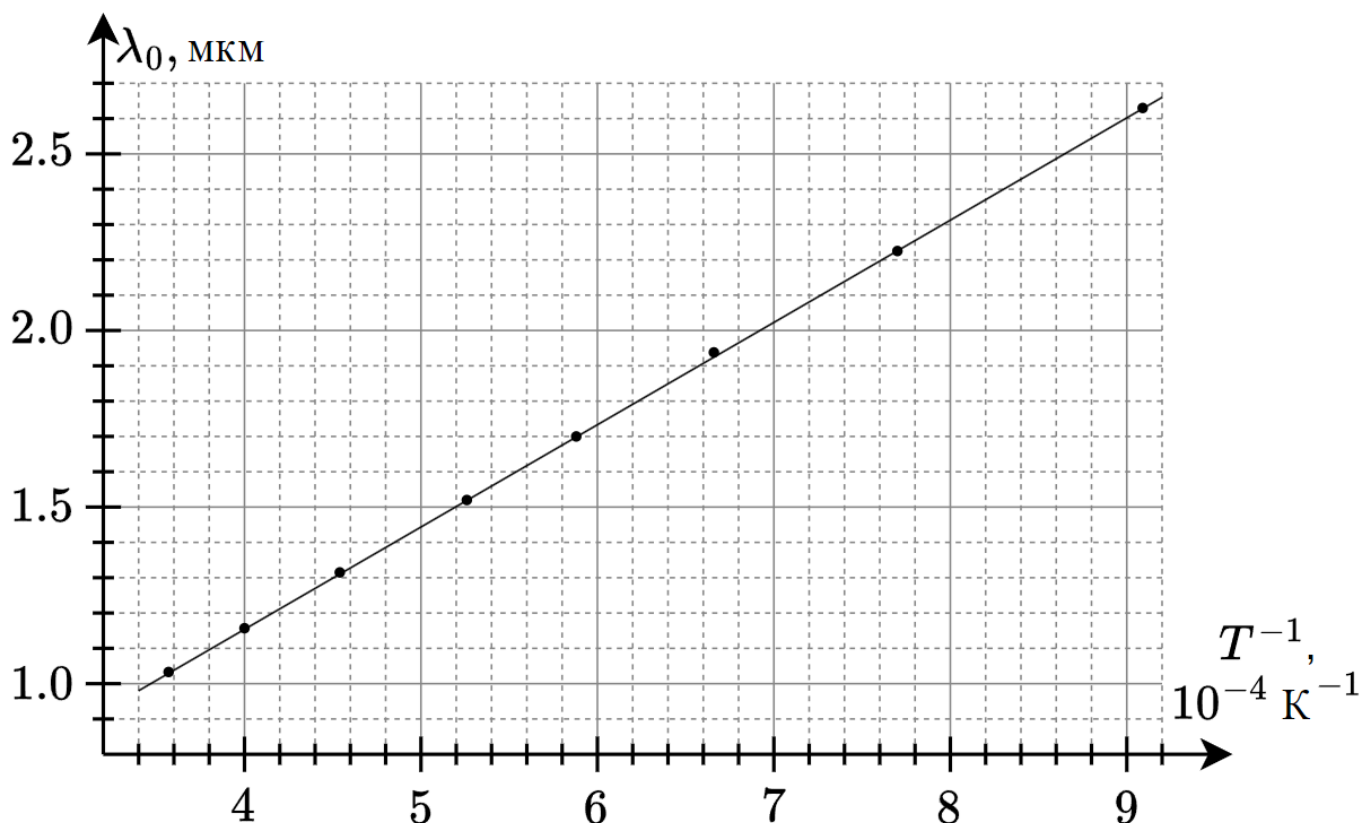
**Решение экспериментального тура областного этапа СО по физике (2024-2025 учебный год)**  
**11 класс, 10 баллов**

**Часть А**

Как было сказано в условии, длина волны обратно пропорциональна температуре. Целесообразно пересчитать значения на  $1/T$ :

$T, \text{ К}$	1100	1300	1500	1700	1900	2200	2500	2800
$\lambda_0, \text{ мкм}$	2.629	2.225	1.928	1.701	1.522	1.315	1.157	1.033
$1/T, 10^{-4} \text{ К}^{-1}$	9.091	7.692	6.667	5.882	5.263	4.545	4.000	3.571

Нарисуем график линейной зависимости  $\lambda_0(1/T)$ :



Из графика численно посчитаем её наклон. Согласно заданной зависимости, коэффициент наклона и есть искомая константа:

$$b = 2.891 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}.$$

Коэффициент наклона можно было также найти методом наименьших квадратов:

$$b = \frac{\langle XY \rangle - \langle X \rangle \cdot \langle Y \rangle}{\langle X^2 \rangle - \langle X \rangle^2} \Big|_{\substack{X=1/T \\ Y=\lambda_0}}$$

*Дополнительно:* данная константа является постоянной Вина, и её истинное значение  $b = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ .

**Часть Б**

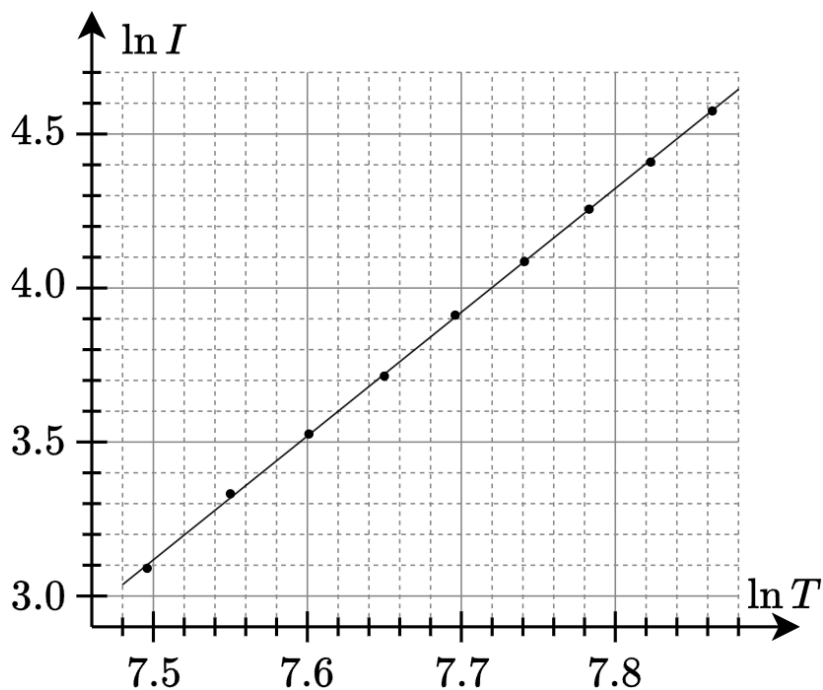
Поскольку зависимость степенная, можно её прологарифмировать для достижения линейной зависимости относительно  $m$ . Получается

$$\ln I = \ln a + m \cdot \ln T.$$

Считав точки из заданного в условии графика, можно построить новую линейную зависимость в координатах  $\ln I$  ( $\ln T$ ). Таблица точек будет следующей:

$I, \%$	22.0	28.0	34.0	41.0	50.0	59.5	70.5	83.0	97.0
$T, K$	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600
$\ln I$	3.091	3.332	3.526	3.714	3.912	4.086	4.256	4.419	4.575
$\ln T$	7.496	7.550	7.601	7.650	7.696	7.741	7.783	7.824	7.863

График  $\ln I$  ( $\ln T$ ) получается следующим:



По его наклону получаем

$$m = 4.019.$$

Для нахождения погрешности данного измерения применим формулу наименьших квадратов для погрешности коэффициентов:

$$\Delta m = 2 \sqrt{\frac{\sigma_Y^2 / \sigma_X^2 - m^2}{n - 2}} = 0.042.$$

Итак, конечный ответ:

$$m = 4.019 \pm 0.042 \approx 4.02 \pm 0.04$$

с относительной погрешностью  $\varepsilon = \frac{\Delta m}{m} \approx 1\%$  (за вычисление  $\varepsilon$  балл не ставится).

*Дополнительно:* данное соотношение имеет в точности степень 4, и называется законом Стефана-Больцмана.

Содержание	Баллы
Верно записаны значения $1/T$ из экспериментальных точек	0.5
<i>5-7 точек</i>	-0.1
<i>4 точки и меньше</i>	-0.3
Построен график зависимости $\lambda_0(1/T)$	2.0
<i>Оси подписаны и оцифрованы</i>	+0.5/2.0
<i>Нанесены все точки в соответствии с таблицей</i>	+1.0/2.0
<i>Проведена сглаживающая прямая</i>	+0.5/2.0
Рассчитан коэффициент наклона графика (графически или по МНК)	1.0
<i>Найден <math>b</math> решением по двум точкам</i>	-0.5
Значение $b$ в диапазоне 2.88-2.90	0.5
<i>В диапазоне 2.87-2.91</i>	-0.2
<i>Вне диапазона</i>	-0.5
<b>Итого за часть А</b>	<b>4.0</b>
Верно взят логарифм (по любому основанию) с обеих сторон заданного уравнения	0.5
Численно записаны значения $I$ и $T$ из графика в условии по 8-9 точкам	0.7
<i>По 5-7 точкам</i>	-0.2
<i>6 или меньше точек</i>	-0.7
Верно записаны значения $\ln I$ из экспериментальных точек	0.3
Верно записаны значения $\ln T$ из экспериментальных точек	0.3
Построен график зависимости $\ln I$ ( $\ln T$ )	2.0
<i>Оси подписаны и оцифрованы</i>	+0.5/2.0
<i>Нанесены все точки в соответствии с таблицей</i>	+1.0/2.0
<i>Проведена сглаживающая прямая</i>	+0.5/2.0
Рассчитан коэффициент наклона графика (графически или по МНК)	1.0
<i>Найден <math>t</math> решением по двум точкам</i>	-0.5
Ответ в пределах 4.01-4.03	0.5
<i>В пределах 3.99-4.05</i>	-0.2
<i>Вне диапазона</i>	-0.5
Верная оценка погрешности	0.7
<i>Точное значение 4.00 не входит в диапазон <math>t \pm \Delta t</math></i>	-0.3
<b>Итого за часть Б</b>	<b>6.0</b>
<b>Итого</b>	<b>10.0</b>