

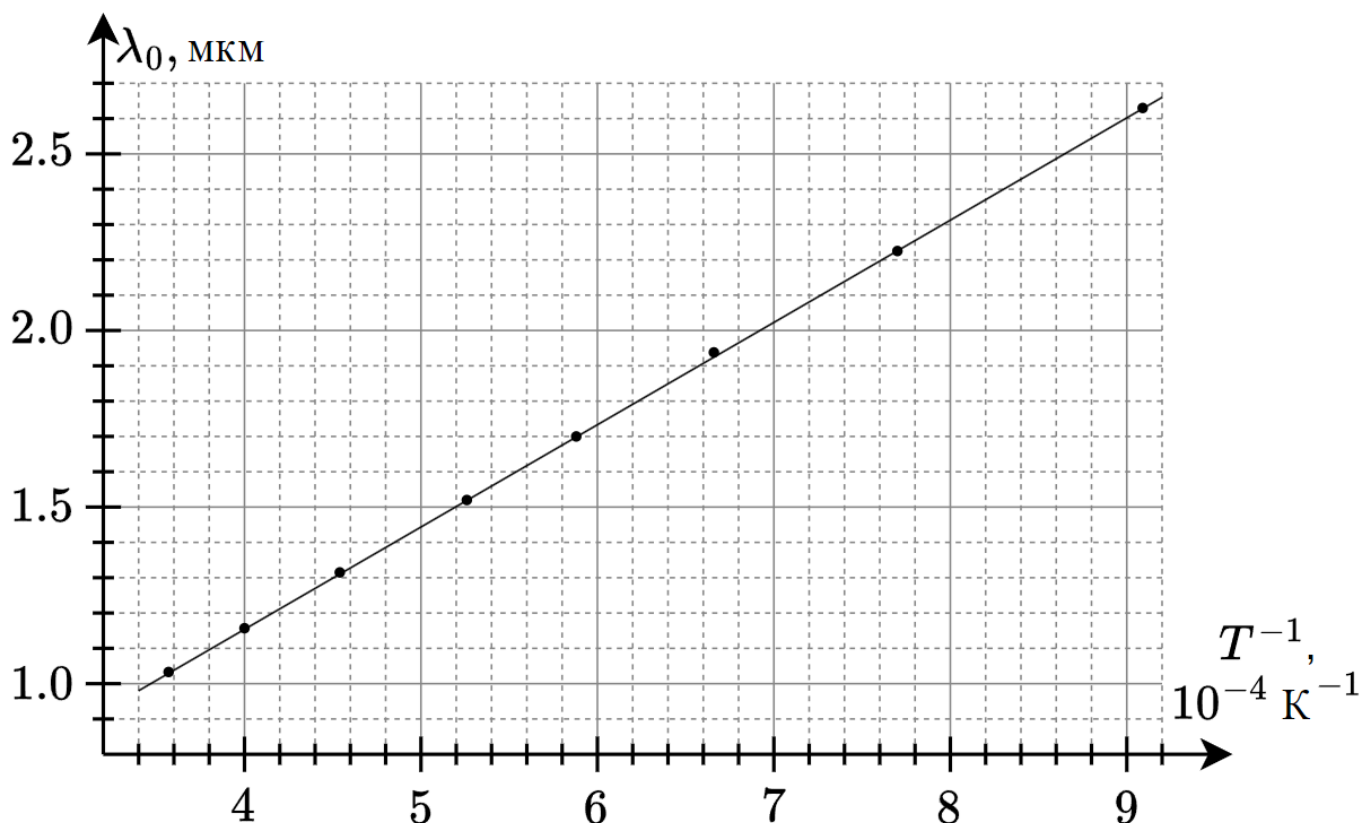
Решение экспериментального тура областного этапа СО по физике (2024-2025 учебный год)
10 класс, 10 баллов

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

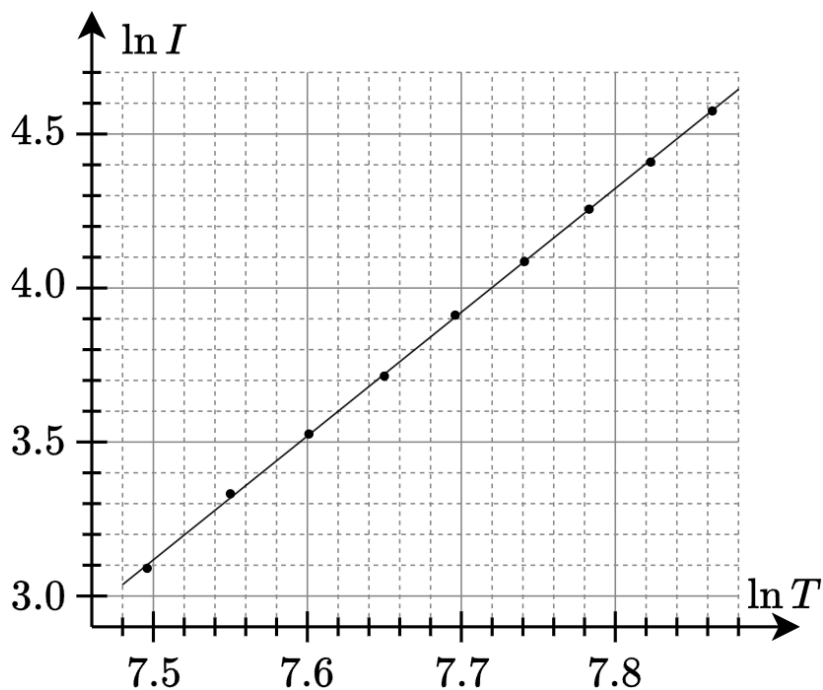
Поскольку зависимость степенная, можно её прологарифмировать для достижения линейной зависимости относительно m . Получается

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

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 ε 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 b 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
Итого за часть А	4.0
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 t 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 $t \pm \Delta t$</i>	-0.3
Итого за часть Б	6.0
Итого	10.0