

Пермский край
2024-25 учебный год
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
8 КЛАСС

Критерии оценивания

Максимальная оценка за выполнение всех олимпиадных заданий – 40 баллов.

Задача №1 (10 баллов)

Для решения задачи воспользуемся уравнением теплового баланса. До наступления теплового равновесия кубик льда нагревался, и соответствующее количество теплоты можно вычислить по формуле

$$Q_1 = 20cm(t - t_1), \quad (1)$$

здесь m – масса первоначально находившегося в калориметре льда (или воды). Вода в калориметре превратилась в лед, и соответствующее количество теплоты равно

$$Q_2 = -\lambda m. \quad (2)$$

Лед, находившийся в калориметре первоначально, и лед, образовавшийся из воды, охлаждаются, так что

$$Q_3 = 2cm(t - t_0). \quad (3)$$

Тогда уравнение теплового баланса можно написать в виде

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0, \quad (4)$$

а затем переписать в виде

$$20cm(t - t_1) - \lambda m + 2cm(t - t_0) = 0.$$

После деления на массу m получаем, что

$$20c(t - t_1) - \lambda + 2c(t - t_0) = 0.$$

Принимая во внимание, что $t_0 = 0^\circ\text{C}$, уравнение теплового баланса можно переписать в виде

$$22ct - 20ct_1 = \lambda.$$

Окончательно получаем, что

$$t = (\lambda + 20ct_1)/(22c). \quad (5)$$

После подстановки известных величин получаем, что $t \approx -9^\circ\text{C}$.

Критерии оценивания

№	Критерий	Баллы
1.	Имеется указание на использование уравнения теплового баланса (формула (4))	1
2.	Приведена формула (1)	1
3.	Приведена формула (2)	1
4.	Приведена формула (3)	1
5.	Приведена формула для расчета установившейся температуры (формула (5) или аналогичная)	4
6.	Найдена установившаяся температура	2

Задача №2 (10 баллов)

На кубик, плавающий в ртути и воде, действуют сила тяжести и две силы Архимеда. Так как кубик находится в устойчивом положении, сила тяжести равна сумме сил Архимеда:

$$mg = F_{\text{рт}} + F_{\text{в}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{рт}}$ – сила Архимеда в ртути, $F_{\text{в}}$ – сила Архимеда в воде.

Масса кубика неизвестна, поэтому представим ее в виде

$$m = \rho_{\text{м}}V = \rho_{\text{м}}a^3, \quad (2)$$

где V – объем кубика. Аналогичным образом представим силы Архимеда:

$$F_{\text{рт}} = \rho_{\text{рт}}gV_{\text{рт}} = \rho_{\text{рт}}ga^2h, \quad (3)$$

$$F_{\text{в}} = \rho_{\text{в}}gV_{\text{в}} = \rho_{\text{в}}ga^2(a - h). \quad (4)$$

Подставим выражения (2) – (4) в уравнение (1), сократим подобные величины и получим, что

$$\rho_{\text{м}}a = \rho_{\text{рт}}h + \rho_{\text{в}}(a - h).$$

Выразим h из последнего выражения для получения итогового результата:

$$h = a(\rho_{\text{м}} - \rho_{\text{в}})/(\rho_{\text{рт}} - \rho_{\text{в}}). \quad (5)$$

После подстановки известных величин получим, что $h = 0.63$ см.

Критерии оценивания

№	Критерий	Баллы
1.	Приведена формула (1)	1
2.	Приведена формула (2)	1
3.	Приведена формула (3)	2
4.	Приведена формула (4)	2
5.	Приведена формула (5)	2
6.	Получено значение глубины h	2

Задача №3 (10 баллов)

Будем решать задачу в системе отсчета, связанной с мостом. За время t мальчики проплывут следующие расстояния по и против течения реки:

$$S_1 = (v + u)t, \quad (1)$$

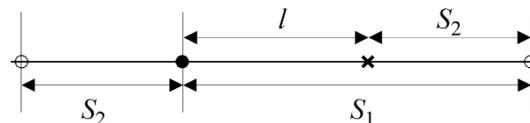
$$S_2 = (v - u)t, \quad (2)$$

здесь S_2 – расстояние, которое проплыл мальчик против течения реки. Из первого уравнения выразим скорость течения реки:

$$u = S_1/t - v. \quad (3)$$

Подставим известные величины и получим, что $u = 0.5$ м/с.

Для нахождения расстояния l сделаем рисунок с указанием расстояний, которые проплывают мальчики. За время t мальчики совместно проплыли расстояние $S_1 + S_2$. После



поворота они «обменяются» скоростями и для преодоления того же расстояния до встречи друг с другом им снова потребуется время t . Тогда расстояние $l = S_1 - S_2$. Вычтем из уравнения (1) уравнение (2) и найдем, что

$$l = 2ut. \quad (4)$$

Подставим значения скорости и времени и получим, что $l = 120$ м.

Критерии оценивания

№	Критерий	Баллы
1.	Приведена формула (1)	1
2.	Приведена формула (2)	1
3.	Приведена формула (3)	2
4.	Найдено значение скорости u	2
5.	Приведена формула (4)	2
6.	Найдено значение расстояния l	2

Задача №4 (10 баллов)

Построим график зависимости $p(h)$. При выборе крайних значений по горизонтальной оси в качестве минимального значения выберем $h = 0$. Экспериментальные точки на графике подчиняются линейному закону, поэтому проведем через них прямую линию так, чтобы число точек над и под линией было одинаковым. Достроим линию до значения $h = 0$ и тем самым найдем атмосферное давление над озером: $p_0 = 80$ кПа.

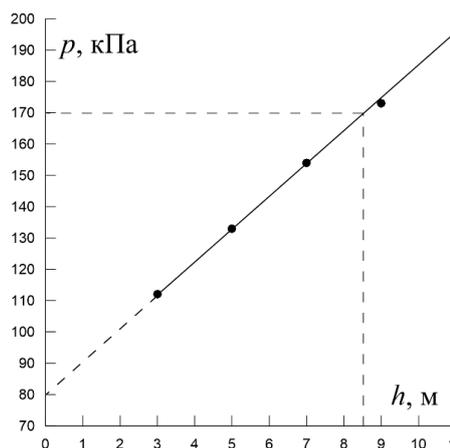
Давление, которое испытывает водолаз на глубине h , можно вычислить по формуле

$$p = p_0 + \rho gh. \quad (1)$$

Выразим из формулы (1) плотность воды и получим, что

$$\rho = (p - p_0)/(gh). \quad (2)$$

Для вычисления плотности выберем «удобную» точку на графике и подставим значения глубины и давления в формулу (2). Получим, что $\rho = 1060$ кг/м³.



Критерии оценивания

№	Критерий	Баллы
1.	Построен график зависимости $p(h)$, в том числе	5
	А) правильно выбрана ориентация осей графика;	1
	Б) в подписях к осям графика приведены физические величины и единицы их измерения;	1
	В) оси графика оцифрованы;	1
	Г) через экспериментальные точки проведена прямая линия с выполнением условия, что число точек под и над линией одинаковое;	1
Д) Прямая линия проведена до значения $h = 0$.	1	
2.	Найдено значение $p_0 = 80$ кПа	2
	с погрешностью не более ± 5 кПа	2
	с погрешностью не более ± 10 кПа	1
3.	Приведена формула (1) для нахождения давления на глубине h или формула (2) для вычисления плотности соленой воды ρ	1
4.	Найдено значение плотности соленой воды $\rho = 1060$ кг/м ³ .	2
	с погрешностью не более ± 10 кг/м ³	2
	с погрешностью не более ± 20 кг/м ³	1