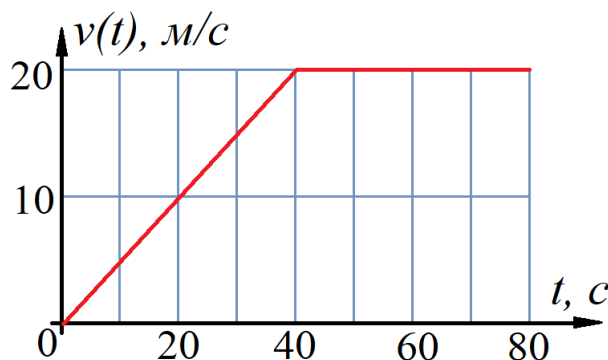


ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ И КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ

8.1. Средняя скорость



Зависимость скорости, с которой двигалась частица, от времени представлена на рисунке. Определите:

- путь, который прошла частица за 40 с;
- путь, который прошла частица за 80 с;
- среднюю скорость частицы за 40 с;
- среднюю скорость частицы за 80 с;
- докажите, что на участке $0 < t < 40$ с средняя скорость в любой момент времени в два раза меньше мгновенной (текущей) скорости в этот момент времени;

- постройте качественный график зависимости средней скорости от времени $v_{cp}(t)$. Это означает, что на графике должны быть указаны все ключевые значения скорости и времени, понятен вид зависимости (линейная, нелинейная).

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Определим путь частицы за $t_1 = 40$ с S_{40} . Для этого посчитаем площадь под графиком (треугольник OAB)

$$S_{40} = \frac{1}{2} v_0 \cdot t_0; \quad S_{40} = \frac{1}{2} 20 \cdot 40 = 400 \text{ м.}$$

Для того, чтобы определить путь за $t_2 = 80$ с, нужно еще учесть участок, где частица движется с постоянной скоростью

$$S_{80} = \frac{1}{2} v_0 \cdot t_0 + v_0(t - t_0);$$

$$S_{80} = 400 + 20(80 - 40) = 1200 \text{ м.}$$

Теперь можно посчитать значения средних скоростей движения в эти моменты

$$v_{40} = \frac{S_{40}}{t_1}; \quad v_{40} = \frac{400}{40} = 10 \text{ (м/с);}$$

$$v_{80} = \frac{S_{80}}{t_2}; \quad v_{80} = \frac{1200}{80} = 15 \text{ (м/с).}$$

Разберемся, какова зависимость средней скорости от времени.

На участке, где скорость линейно увеличивается ($0 < t < t_1$), зависимость текущей (мгновенной) скорости от времени описывается линейной зависимостью

$$v(t) = kt, \quad k = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ (м/с}^2\text{).}$$

Установим зависимость средней скорости от времени для этого участка. Зависимость пути от времени дается выражением

$$S(t) = \frac{1}{2} kt \cdot t = \frac{kt^2}{2};$$

Тогда средняя скорость от времени зависит следующим образом

$$v_{cp}(t) = \frac{kt}{2} = \frac{v(t)}{2}.$$

Видим, что на линейном участке средняя скорость в какой-то момент времени в два раза меньше текущей скорости в этот момент времени и от времени зависит линейно.

Установим зависимость средней скорости от времени $t_1 < t < t_2$. Сначала найдем зависимость пути от времени

$$S(t) = \frac{1}{2} v_0 t_0 + v_0(t - t_0);$$

а затем средней скорости от времени

$$v_{cp}(t) = \frac{\frac{1}{2} v_0 t_0 + v_0(t - t_0)}{t} = v_0 - \frac{v_0 t_0}{2t};$$

$$v_{cp}(t) = 20 - \frac{400}{t}.$$

Видим, что с течением времени на этом участке скорость будет увеличиваться не линейно (второе слагаемое с течением времени уменьшается, но перед ним стоит знак «минус», поэтому сумма увеличивается).

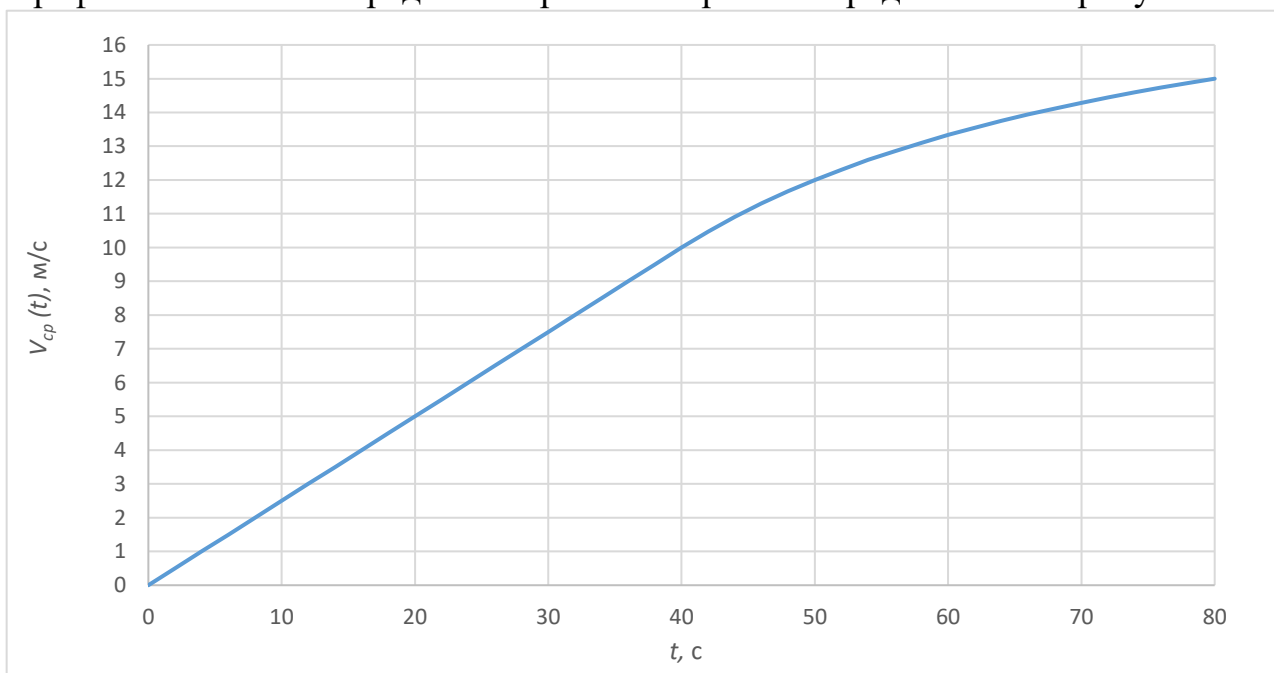
Для того, чтобы аккуратно построить график, можно посчитать значения средней скорости в различные моменты времени

$$v_{cp}(50) = 20 - \frac{400}{50} = 12 \text{ (м/с)};$$

$$v_{cp}(60) = 20 - \frac{400}{60} = 13,3 \text{ (м/с)};$$

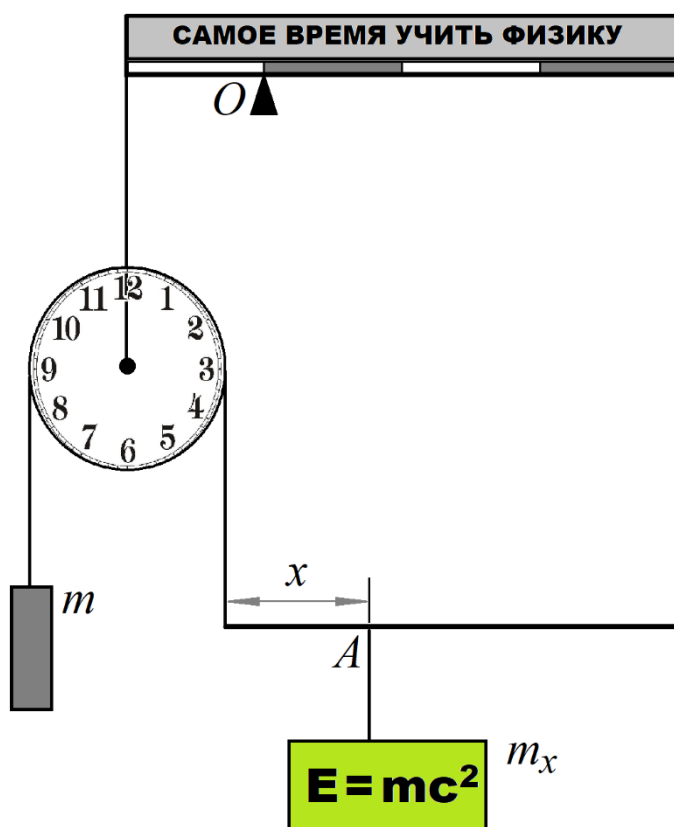
$$v_{cp}(70) = 20 - \frac{400}{70} = 14,3 \text{ (м/с)}.$$

График зависимости средней скорости от времени представлен на рисунке.



Критерии проверки

№	Содержание	Балл
1.1.	Путь частицы за первые 40 с – площадь под графиком, либо введена средняя скорость (с объяснением, почему она считается как среднее арифметическое крайних значений) $S_{40} = \frac{1}{2} v_0 \cdot t_0$	1
1.2.	Найдено числовое значение пути за первые 40 с $S_{40} = \frac{1}{2} 20 \cdot 40 = 400 \text{ м}$	1
1.3.	Найден путь, который прошла частица за 80 с $S_{80} = \frac{1}{2} v_0 \cdot t_0 + v_0(t - t_0);$ $S_{80} = 400 + 20(80 - 40) = 1200 \text{ м}$	1
1.4.	Определена средняя скорость за первые 40 с $v_{40} = \frac{S_{40}}{t_1}; \quad v_{40} = \frac{400}{40} = 10 \text{ (м/с)}$	1
1.5.	Определена средняя скорость движения за 80 с $v_{80} = \frac{S_{80}}{t_2}; \quad v_{40} = \frac{1200}{80} = 15 \text{ (м/с)}$	1
1.6.	Доказательство того, что на участке $0 < t < 40$ с средняя скорость в любой момент времени в два раза меньше мгновенной (текущей) скорости в этот момент времени <i>Записано выражение для мгновенной (текущей) скорости</i> $v(t) = kt, \quad k = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ (м/с}^2\text{)}$ <i>Записано выражение для пути</i> $S(t) = \frac{1}{2} kt \cdot t = \frac{kt^2}{2};$ <i>Определена средняя скорость</i> $v_{cp}(t) = \frac{S(t)}{t} = \frac{kt^2}{t}$ <i>Сделан вывод, что</i> $v_{cp}(t) = \frac{kt}{2} = \frac{v(t)}{2}$	До 3 Из них 0,5 1 1 0,5
1.7.	Построение качественного графика зависимости средней скорости от времени Два участка – линейный и нелинейный; Для нелинейного участка определены значения средней скорости в некоторых точках, либо получена аналитическая зависимости средней скорости от времени; На оси средней скорости указаны две ключевые скорости (в момент 40 с и 80 с) На оси времени указаны хотя бы два момента времени (40 с и 80 с)	До 2 Из них 0,5 0,5 0,5 0,5



8.2.Арт-объект

Восьмиклассники для кабинета физики изготовили арт-объект и разместили его на опоре (точка О) на рисунке. Точка опоры О делит верхний однородный стержень с надписью в отношении 1 : 3. Масса этого стержня М. Кроме того, объект состоит из невесомых нерастяжимых нитей, гладкого блока пренебрежимо малой массы, выполненного в форме циферблата, груза массой m , прикрепленного с помощью нитки, перекинутой через блок, к очень лёгкому стержню длиной L . Второй конец этого стержня удерживается в

равновесии с помощью второй нити, верхний конец которой прикреплен к верхнему стержню. К нижнему стержню подвешен груз массой m_x , на котором можно размещать таблички с физическими формулами. Определите:

- массу груза m_x , при которой возможно равновесие;
- соотношение между массами груза m и верхнего стержня M , при котором возможно равновесие;
- отношение x/L .

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Расставим силы, действующие в системе и запишем условия покоя тел.

Для груза m

$$T_1 = mg. \quad (1)$$

Записав условие покоя подвижного блока пренебрежимо малой массы, получим, что сила натяжения левой верхней нити равна

$$2T_1.$$

Условие покоя груза m_x :

$$T = m_x g. \quad (2)$$

Правило моментов для верхнего стержня относительно т.О

$$2T_1 \cdot a = Mg \cdot a + T_2 \cdot 3a. \quad (3)$$

Условие покоя нижнего стержня

$$T_1 + T_2 = m_x g. \quad (4)$$

Правило моментов для нижнего стержня относительно точки А

$$T_1 \cdot x = T_2 \cdot (L - x). \quad (5)$$

Из уравнения (4) выразим T_2

$$T_2 = m_x g - T_1.$$

Полученное выражение и уравнение (1) подставим в (3), поделим на a , получим

$$2mg = Mg + 3(m_x g - mg).$$

Выразим из этого уравнения m_x

$$m_x = \frac{5}{3}m - \frac{M}{3}.$$

Так как масса m_x должна быть положительна, то равновесие арт-объекта возможно, если

$$5m > M.$$

Найдем отношение x/L . Из уравнений (4) и (1) получим значение T_2

$$\begin{aligned} T_2 &= m_x g - mg \\ &= \left(\frac{5}{3}m - \frac{M}{3} \right) g - mg \\ &= \frac{2}{3}mg - \frac{M}{3}g. \end{aligned}$$

Подставим (1) и полученное уравнение в (5)

$$mg \cdot x = \left(\frac{2}{3}mg - \frac{M}{3}g \right) \cdot (L - x).$$

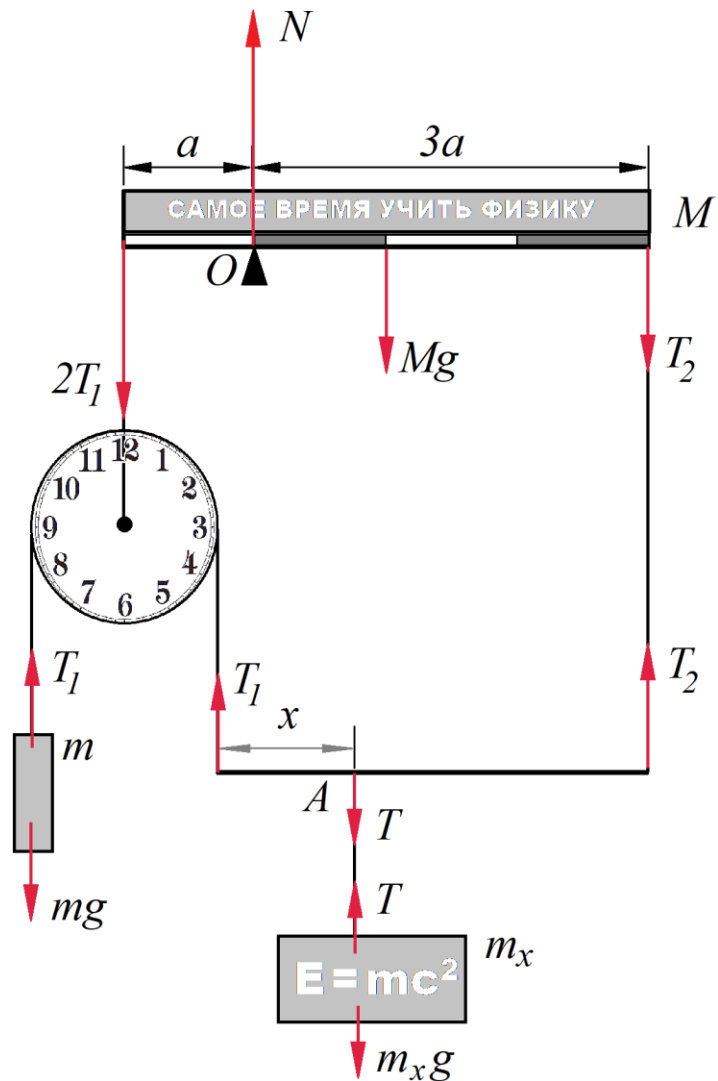
Выразим нужно отношение

$$\frac{x}{L} = \frac{2m - M}{5m - M}.$$

Так $2m - M < 5m - M$, то полученное выражение меньше 1. Так и должно быть, так как $x < L$.

Критерии проверки

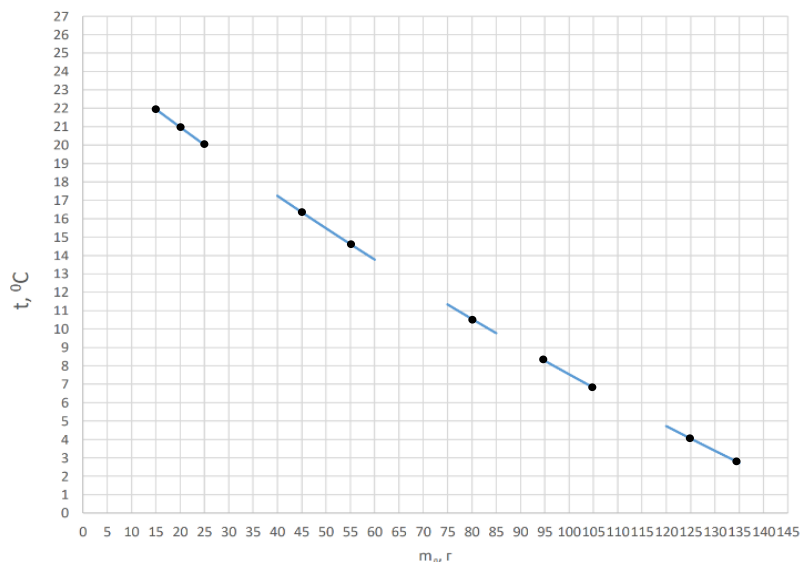
№	Содержание	Балл
2.1.	Сделан рисунок, расставлены силы, действующие на тела	1
2.2.	Условие покоя тела m $T_1 = mg$	0,5
2.3.	Для подвижного блока: сила натяжения верхней левой нити $2T_1$	0,5
2.4.	Условие покоя груза m_x : $T = m_x g$	0,5
2.5.	Правило моментов для верхнего стержня относительно т.О (либо другой) $2T_1 \cdot a = Mg \cdot a + T_2 \cdot 3a$	1
2.6.	Для нижнего стержня: Условие покоя по вертикали:	



	$T_1 + T_2 = m_x g$ Правило моментов для нижнего стержня относительно точки А (либо другой)	1
	$T_1 \cdot x = T_2 \cdot (L - x)$ Либо может быть дважды записано правило моментов относительно разных точек (по 1 баллу за каждое)	1
2.7.	Найдена масса m_x $m_x = \frac{5}{3}m - \frac{M}{3}$	1,5
2.8.	Записано условие на массы $5m > M$	1
2.9.	Найдено отношение x/L $\frac{x}{L} = \frac{2m - M}{5m - M}$	2

8.3.Лёд и вода

Восьмиклассники проводили опыты с водой и льдом. В воду массой $m_в$, находящуюся в калориметре, они опускали кусочки льда. Температура кусочков льда всегда была равной $t_0 = 0^\circ\text{C}$, а начальная температура воды во всех опытах была одинакова. Дождавшись установления теплового равновесия, они записывали показания термометра, помещенного в калориметр. Потом они построили график зависимости температуры теплового равновесия от массы льда $m_л$. Но, к сожалению, содержимое калориметра пролилось на график, поэтому сохранились лишь его фрагменты, которые представлены на рисунке.



Проанализировав информацию, которую можно получить из графика, определите:

- начальную температуру воды $t_в$;
- массу воды $m_в$;
- какую массу льда, нужно опустить в калориметр, чтобы температура оказалась равной $t_0 = 0^\circ\text{C}$.

Удельная теплоёмкость воды равна $c_в = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда равна $L = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$.

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

ВАРИАНТ 1.

По графику определяем, что при массе льда $m_1 = 20 \text{ г}$ температура содержимого калориметра равна $t_1 = 21^\circ\text{C}$, а при массе льда $m_2 = 125 \text{ г}$ температура содержимого калориметра равна $t_2 = 4^\circ\text{C}$.

Также по графику видим, что хорошими точками (у которых наиболее точно определяются координаты) являются также точки $m_3 = 15 \text{ г}$ и $t_3 = 22^\circ\text{C}$, $m_4 = 25 \text{ г}$ и $t_4 = 20^\circ\text{C}$. Для решения задачи можно использовать любую пару из перечисленных.

Запишем уравнения теплового баланса для этих случаев

$$c_в m_в (t_1 - t_в) + m_1 L + m_1 c_в (t_1 - t_0) = 0;$$

$$c_в m_в (t_2 - t_в) + m_2 L + m_2 c_в (t_2 - t_0) = 0.$$

Из записанных уравнений с учётом того, что $t_0 = 0^\circ\text{C}$, выразим массу воды $m_в$ и начальную температуру воды $t_в$

$$m_в = \frac{(m_2 - m_1)L + c_в(m_2 t_2 - m_1 t_1)}{c_в(t_1 - t_2)};$$
$$t_в = t_1 + \frac{m_1 L + m_1 c_в t_1}{c_в m_в}.$$

Подставив числовые значения, получим

$$m_в = 0,5 \text{ кг};$$

$$t_в = 25^\circ\text{C}.$$

Определим какую массу льда, нужно опустить в калориметр, чтобы температура оказалась равной $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Запишем уравнение теплового баланса в предположении, что льда взяли столько, что он весь растаял, а вода при этом охладилась до $t_0 = 0^\circ\text{C}$

$$c_в m_в (t_0 - t_в) + m_{\min} L = 0.$$

Заметим, что таким образом мы определяем минимальную массу льда. Выразим массу льда из записанного уравнения

$$m_{\min} = \frac{c_в m_в t_в}{L}; \quad m_{\min} = 0,157 \text{ кг}.$$

Тогда для того, чтобы температура в калориметре после установления теплового равновесия установилась равной $t_0 = 0^\circ\text{C}$, нужно чтобы масса льда была бы не менее 157 г.

ВАРИАНТ 2. (проведение прямой линии по графику)

Следует отметить, что данный вариант не является правильным, но в случае малой массы льда позволяет сделать оценку начальной температуры воды и её массы.

Вначале обсудим, можно ли в данной ситуации проводить прямую линию по сохранившимся точкам и участкам графика.

Во-первых, график не является линейным и провести прямую линию, чтобы все участки графика её пересекали мы не можем. На рисунке ниже приведено несколько таких попыток. Видим, что все прямые проведены неудачно.

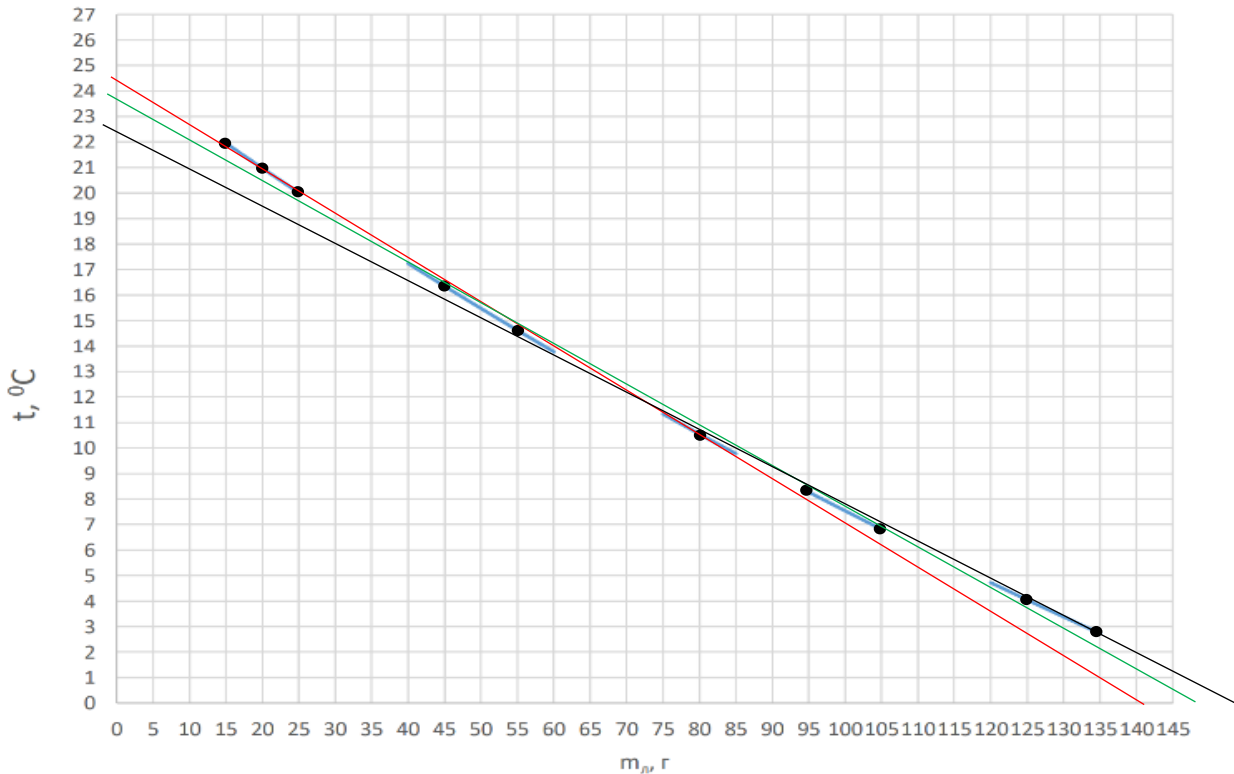
Во-вторых, зависимость температуры теплового равновесия от массы льда не является линейной. Выразим из уравнения теплового баланса температуру в калориметре t после таяния всего льда массой $m_л$

$$c_в m_в (t - t_в) + m_л L + m_л c_в (t - t_0) = 0;$$

$$t = \frac{c_B m_B t_B}{c_B (m_B + m_L)} - \frac{L}{c_B (m_B + m_L)} m_L.$$

Разберёмся, может ли данная зависимость при каких-то параметрах быть линейной? Для этого вынесем за скобки в знаменателях массу воды

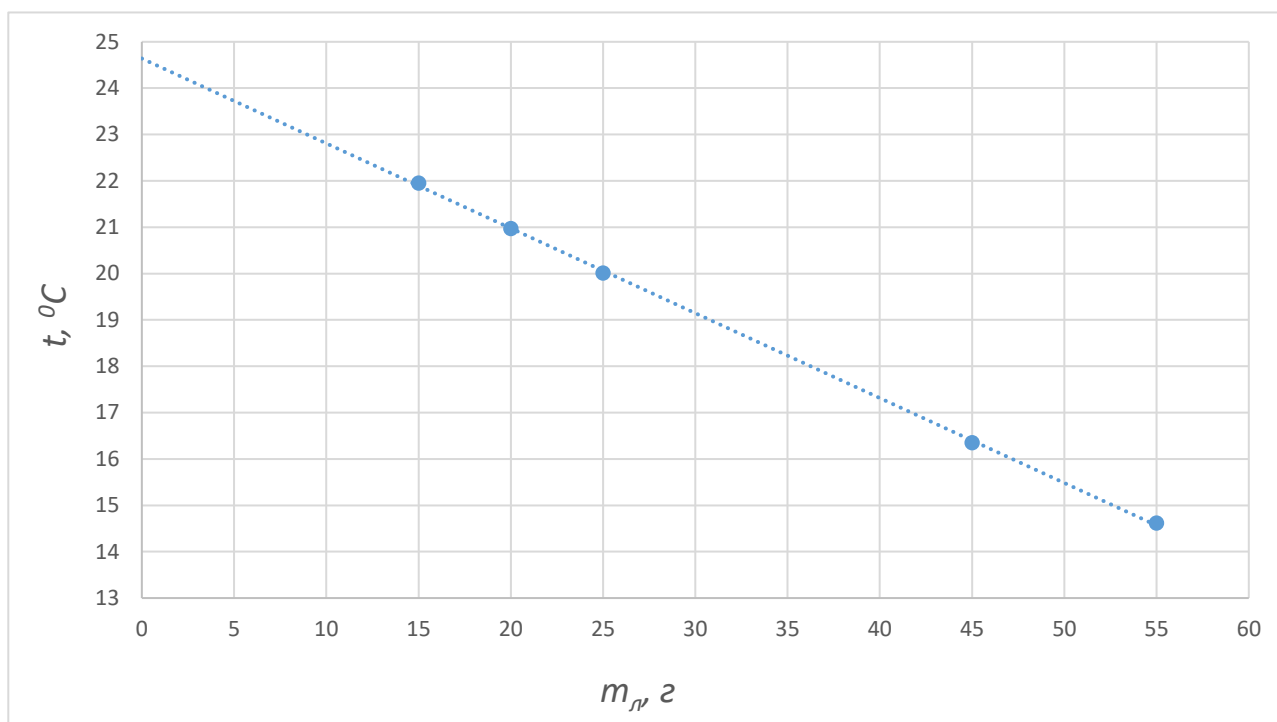
$$t = \frac{c_B m_B t_B}{c_B m_B (1 + \frac{m_L}{m_B})} - \frac{L}{c_B m_B (1 + \frac{m_L}{m_B})} m_L.$$



Если масса льда $m_L \ll m_B$, в знаменателях отношением m_L/m_B можно пренебречь. Тогда получим

$$t = t_B - \frac{L}{c_B m_B} m_L.$$

Это означает, что зависимость температуры теплового равновесия от массы линейна только в случае если масса воды намного превышает массу льда. Это означает, что только при малых массах льда попытка проведения прямой линии по существующим точкам может привести к результату близкому к правильному. На самом деле, если мы берем только первые пять точек (масса льда до 50 грамм, отношение $m_L/m_B < 0,1$), то можно определить начальную температуру воды. На рисунке выше приведен график, построенный по первым пяти точкам, начальная температура воды, определяемая таким образом, равна $24,6^\circ\text{C}$.



По построенному графику можно определить угловой коэффициент наклона k

$$k = \frac{\Delta t}{\Delta m_{\text{л}}}; k = \frac{14,7 - 24,6}{0,055} = -180 \frac{^\circ\text{C}}{\text{кг}}.$$

Так как угловой коэффициент наклона равен

$$k = -\frac{L}{c_{\text{в}} m_{\text{в}}},$$

то можно определить массу воды в калориметре

$$m_{\text{в}} = -\frac{L}{c_{\text{в}} k}; m_{\text{в}} = -\frac{3,35 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 10^3 \cdot (-180)} = 0,443 \text{ кг}.$$

Определять массу льда, которую нужно опустить в калориметр, чтобы температура оказалась равной $t_0 = 0^\circ\text{C}$, таким образом нельзя, так как отношение $m_{\text{л}}/m_{\text{в}}$ становится таким, что использовать линейную зависимость нельзя. Если по прямой, построенной по первым пяти точкам, определить массу льда, то она окажется равной

$$m_{\text{л}} = \frac{24,6}{0,18} = 137 \text{ (г)},$$

что существенно отличается от правильного значения.

Критерии проверки:

Для двух вариантов решения задачи разработаны единые критерии. Для варианта 2 содержание критерия написано курсивом.

Важно: вариант решения 1 оценивается максимальным баллом 10. Вариант 2 (проведение прямой линии) не может быть оценен максимальным баллом, так как не позволяет определить массу льда, которую нужно опустить в калориметр, чтобы температура оказалась равной $t_0 = 0^\circ\text{C}$, этот метод не является точным, позволяет сделать только приближенные оценки для массы воды и ее начальной

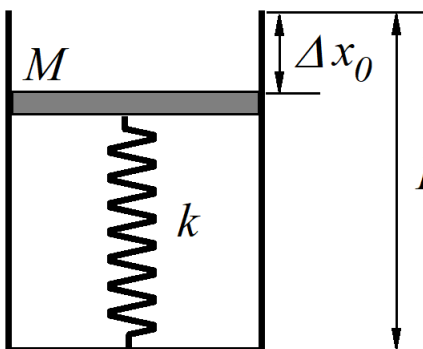
температуры, поэтому максимальный балл за такое решение не может быть выше 7 баллов.

№	Содержание	Балл
3.1.	Вариант 1 и вариант 2 Записано уравнение теплового баланса для одной массы льда $c_B m_B (t_1 - t_B) + m_1 L + m_1 c_B (t_1 - t_0) = 0$	1
3.2.	Вариант 1 Второй раз записано уравнение теплового баланса, но уже для другой массы льда $c_B m_B (t_2 - t_B) + m_2 L + m_1 c_B (t_2 - t_0) = 0$ Вариант 2 Выражена температура $t = \frac{c_B m_B t_B}{c_B (m_B + m_L)} - \frac{L}{c_B (m_B + m_L)} m_L.$	1
3.3	Вариант 1 На графике выбраны две «хорошие точки»: масса льда $m_1 = 90$ г - температура содержимого калориметра равна $t_1 = 9^\circ\text{C}$; масса льда $m_2 = 125$ г - температура содержимого калориметра равна $t_2 = 4^\circ\text{C}$. Либо любая пара из упомянутых в решении в любой комбинации. При этом за пару «хороших точек» ставится максимально 2 балла. Вариант 2 Показано, что при $m_L \ll m_B$ (1 балл) выражение для температуры может быть преобразовано к виду $t = t_B - \frac{L}{c_B m_B} m_L \quad (1 \text{ балл})$	1 1 1+1
3.4.	Вариант 1 Из уравнений теплового баланса найдена масса воды $m_B = \frac{(m_1 - m_2)L + c_B (m_2 t_2 - m_1 t_1)}{c_B (t_1 - t_2)}$ Вариант 2 Определен угловой коэффициент наклона графика k от -170 до -190 $^\circ\text{C}/\text{кг}$	1 1
3.5.	Вариант 1 Числовой ответ для массы воды $m_B = 0,5 \text{ кг}$ Правильным считается значение в диапазоне от 495 г до 505 г Вариант 2 Числовое значение массы воды 440 – 500 г	0,5 0,5
3.6.	Вариант 1 Из уравнения теплового баланса найдена начальная температура воды t_0	1

	$t_B = t_1 + \frac{m_1 L + m_1 c_B t_1}{c_B m_B}$ <i>Вариант 2</i> Начальная температура воды определяется по графику путем его продолжения до пересечения с осью температуры	1
3.7.	Вариант 1 Числовой ответ для начальной температуры воды $t_B = 25^{\circ}\text{C}$ Правильным считается значение от 24,6 до 25,4 $^{\circ}\text{C}$ <i>Вариант 2</i> Числовое значение начальной температуры воды от 24,6 до 25,4 $^{\circ}\text{C}$	0,5 0,5
3.8.	Вариант 1 (оценивается только для решения таким способом) Для определения минимальной массы льда, необходимой для равновесной температуры $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ записано уравнение теплового баланса $c_B m_B (t_0 - t_B) + m_{\min} L = 0$	1
3.9.	Вариант 1 (оценивается только для решения таким способом) Найдена минимальная масса льда (для установления 0°C) $m_{\min} = \frac{c_B m_B t_B}{L}; \quad m_{\min} = 0,157 \text{ кг.}$ Правильным считается значения в диапазоне от 155 г до 160 г	1
3.10.	Вариант 1 (оценивается только для решения таким способом) Записан ответ «чтобы температура в калориметре после установления теплового равновесия установилась равной $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$, нужно чтобы масса льда была бы не менее г»	1
ПРИМЕЧАНИЕ: п.3.8, 3.9 и 3.10 оцениваются только при решении задачи способом, описанным в варианте 1		

8.4. Долив-перелив

К дну цилиндрического сосуда прикреплена пружина с коэффициентом упругости k , длина пружины в недеформированном состоянии равна высоте сосуда H . На пружину помещают поршень массой M , который может без трения скользить по стенкам сосуда, в результате чего поршень располагается на некотором расстоянии Δx_0 от верхнего края стенок сосуда. На поршень сверху начинают наливать жидкость плотностью ρ с массовым расходом μ . Определите:



- величину Δx_0 ;

- величину Δx , на которую ещё опустится поршень

через промежуток времени Δt после начала поступления жидкости;

- через какое время T жидкость начнёт выливаться из сосуда;

- при каких условиях жидкость начнёт выливаться из сосуда?

Вода между стенками сосуда и поршнем не проникает. Площадь поперечного сечения сосуда равна S .

Примечание: массовым расходом называется масса воды, поступающая в сосуд за единицу времени, например, за 1 секунду.

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Для того, чтобы определить величину начальной деформации пружины Δx_0 (расстояние, на котором располагается, отсчитываемое от верхнего края стенок сосуда), запишем условие покоя поршня

$$Mg = k \cdot \Delta x_0;$$

$$\Delta x_0 = \frac{Mg}{k}.$$

Спустя промежуток времени Δt после начала поступления жидкости в сосуд поступит масса $\mu \Delta t$ и в сосуде окажется слой жидкости высотой

$$\Delta h = \frac{\mu}{\rho S} \Delta t.$$

Определим новую величину деформации пружины

$$Mg + \mu g \cdot \Delta t = k \cdot (\Delta x_0 + \Delta x);$$

$$\mu g \cdot \Delta t = k \cdot \Delta x;$$

$$\Delta x = \frac{\mu g}{k} \cdot \Delta t.$$

Это означает, что поршень опустится на Δx .

Таким образом, за промежуток времени Δt в сосуде уровень жидкости должен подняться на Δh , если бы поршень был неподвижен, но так как поршень при этом опустился на Δx , то уровень жидкости поднялся на Δy

$$\Delta y = \Delta h - \Delta x = \frac{\mu}{\rho S} \Delta t - \frac{\mu g}{k} \cdot \Delta t = \mu \cdot \Delta t \cdot \left(\frac{1}{\rho S} - \frac{g}{k} \right).$$

Скорость подъёма уровня жидкости будет равна

$$v = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \mu \cdot \left(\frac{1}{\rho S} - \frac{g}{k} \right).$$

Подъём уровня жидкости будет возможен, если выражение в скобках будет положительным

$$\left(\frac{1}{\rho S} - \frac{g}{k}\right) > 0;$$

$$k > \rho g S.$$

Для того, чтобы жидкость начала выливаться из стакана, должен пройти промежуток времени T

$$T = \frac{\Delta x_0}{v};$$

$$T = \frac{\frac{Mg}{k}}{\mu \cdot \left(\frac{1}{\rho S} - \frac{g}{k}\right)} = \frac{Mg\rho S}{\mu(k - \rho g S)}.$$

Критерии проверки

№	Содержание	Балл
4.1.	Определение начальной деформации пружины: Записано условие покоя поршня $Mg = k \cdot \Delta x_0$. Найдено $\Delta x_0 = \frac{Mg}{k}$	До 1 Из них 0,5 0,5
4.2.	Записано выражение $\Delta h = \frac{\mu}{\rho S} \Delta t$	1
4.3	Записано новое условие покоя поршня $Mg + \mu g \cdot \Delta t = k \cdot (\Delta x_0 + \Delta x)$	1
4.4.	Получена новая величина деформации пружины $\Delta x = \frac{\mu g}{k} \cdot \Delta t$	1
4.5.	Записано выражение для скорости подъёма уровня жидкости $\Delta y = \Delta h - \Delta x = \frac{\mu}{\rho S} \Delta t - \frac{\mu g}{k} \cdot \Delta t = \mu \cdot \Delta t \cdot \left(\frac{1}{\rho S} - \frac{g}{k}\right)$	2
4.6.	Найдена скорость подъёма уровня жидкости $v = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \mu \cdot \left(\frac{1}{\rho S} - \frac{g}{k}\right)$	1
4.7.	Указано, что подъём уровня жидкости будет возможен, если $\left(\frac{1}{\rho S} - \frac{g}{k}\right) > 0; \quad k > \rho g S.$	1
4.8.	Найден промежуток времени, спустя который жидкость начнет переливаться через край стакана $T = \frac{\Delta x_0}{v}; \quad T = \frac{Mg\rho S}{\mu(k - \rho g S)}.$	2