

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «Робофест» по ФИЗИКЕ
ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП 2021-2022 года, вопросы по физике.
Ответы, решения и критерии оценивания (7 классы)

Вариант 1

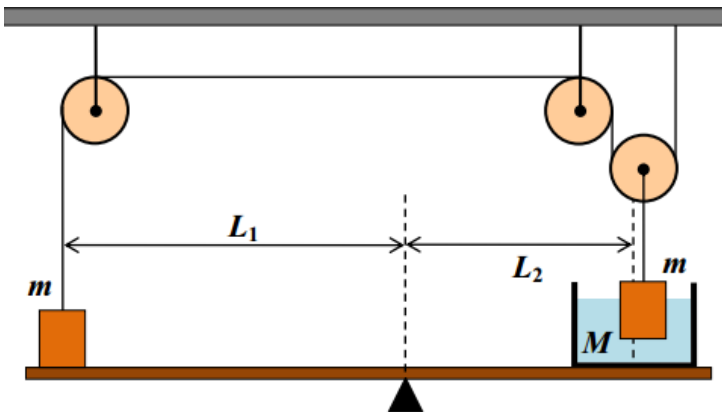
1. Катер плыл против течения от пристани А до пристани В 24 минуты. Деревянный брусок плыл от пристани В до пристани А 60 минут. За какое время катер доплывет от пристани В до пристани А, если его скорость относительно воды будет в 1,5 раза меньше, чем при плавании от А до В, о котором говорилось выше? Ответ запишите в минутах, с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.

Возможное решение: Пусть v – скорость катера относительно воды при плавании от А до В, а u – скорость течения реки, L – расстояние между А и В. Тогда время плавания катера в первый раз $t_1 = \frac{L}{v-u}$, а время плавания бруска $t_2 = \frac{L}{u}$. Из этих соотношений можно выразить $u = \frac{L}{t_2}$ и $v = \frac{L}{t_1} + \frac{L}{t_2} = L \frac{t_1+t_2}{t_1 t_2}$. Значит, время обратного плавания катера $t = \frac{L}{(2v/3)+u} = \frac{3t_1 t_2}{5t_1+2t_2} = 18$ мин.

ОТВЕТ: 18.

2. Два одинаковых пластиковых цилиндра массой по $m = 800$ г прикреплены к концам легкой нерастяжимой нити и подвешены к потолку с помощью трех идеальных блоков (см. рисунок). Первый цилиндр стоит на одной из сторон легкого рычага, а второй – опущен в сосуд с водой, который помещен на другую сторону того же рычага. Массы сосуда с водой $M = 500$ г. Расстояния от точки опоры рычага до центров площадей опоры первого груза и сосуда с водой относятся как $L_1:L_2=3:2$. Плотность пластика, из которого изготовлены цилиндры, в 1,5 раза больше плотности воды. Система находится в равновесии.

- 2.1. Найдите отношение величин сил давления сосуда с водой и первого груза на рычаг $N_2:N_1$. Ответ запишите с точностью до десятых.
- 2.2. Считая ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², найдите величину силы натяжения нити. Ответ запишите в ньютонах с точностью до целого значения.
- 2.3. Какая часть объема второго цилиндра находится под поверхностью воды в сосуде? Ответ запишите в процентах, с точностью до целого значения.



Возможное решение: Условие равновесия рычага позволяет ответить на первый вопрос:

$$L_1 N_1 = L_2 N_2 \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{3}{2} = 1,5.$$

Сила, действующая на левую сторону рычага со стороны груза, равна по величине силе, действующей на этот груз со стороны рычага, и ее можно найти из условия равновесия груза: $N_1 = mg - T$, где T – сила натяжения нити. Аналогично находим величину силы, действующей на правую сторону рычага со стороны дна сосуда (из условия равновесия сосуда с водой и погруженным в нее грузом): $N_2 = (M + m)g - 2T$. С учетом найденного ранее соотношения сил давления из этих уравнений находим силу натяжения нити: $T = (2M - m)g \approx 2$ Н.

Запишем теперь условие равновесия груза, частично погруженного в воду $F_A + 2T = mg$, и найдем из него величину действующей на него силы Архимеда $F_A = (3m - 4M)g$. Так как по закону Архимеда $F_A = \rho_B V_{\text{погр}} g$, а $mg = \rho_{\text{пл}} V g$, то $\frac{V_{\text{погр}}}{V} = \frac{\rho_{\text{пл}}}{\rho_B} \frac{3m - 4M}{m} = 0,75$. Итак, под водой находится 75% объема груза.

ОТВЕТЫ: 2.1. 1,5. 2.2. 2. 2.3. 75.

3. В трех одинаковых термосах находятся одинаковые количества жидкой воды с одинаковой температурой. В первый бросили кубик замороженного льда массой 54 г, во второй два точно таких же (по массе и температуре) кубика, а в третий – четыре. В первом термосе до установления равновесия растаяло 39 г льда, во втором – 28 г льда.

3.1. Какая масса льда растаяла в третьем термосе? Теплоемкостью колбы термоса пренебечь.

Ни один термос не переполняется. Ответ дайте в граммах, с точностью до целого значения.

3.2. Пусть все массы из условия известны с ошибкой не более 0,4 г. Оцените максимальную возможную ошибку полученного ответа на первый вопрос этого задания. В ответе поставьте:

- 1, если Вы считаете, что эта ошибка не более 0,2 г;
- 2, если Вы считаете что она более 0,2 г, но не более 0,4 г;
- 3, если Вы считаете что она более 0,4 г, но не более 1 г;
- 4, если Вы считаете что она более 1 г, но не более 2г;
- 5, если Вы считаете что она более 2 г.

Возможное решение: Из данных задачи видно (масса растаявшего льда меньше массы брошенного), что в конечном состоянии в термосе лед и вода находятся в равновесии, то есть конечная температура содержимого термоса равна 0°C (вода остыла до этой температуры, а лед до начала таяния прогрелся до нее). Учитывая это, запишем уравнение теплового баланса для установления равновесия в первом термосе (обозначив M массу воды в термосе, m – массу кубика, $t_1 > 0^\circ\text{C}$ и $t_2 < 0^\circ\text{C}$ – начальные температуры воды и льда, m_1 – масса растаявшего льда): $c_B M t_1 = c_{\text{л}} m (-t_2) + \lambda m_1$, а также аналогичное уравнение для второго термоса: $c_B M t_1 = c_{\text{л}} 2m (-t_2) + \lambda m_2$. Из этих уравнений находим, что $c_{\text{л}} m (-t_2) = \lambda (m_1 - m_2)$. Из первого уравнения и уравнения теплового баланса для установления равновесия в третьем термосе $c_B M t_1 = c_{\text{л}} 4m (-t_2) + \lambda m_3$ аналогично получим $3c_{\text{л}} m (-t_2) = \lambda (m_1 - m_3)$. Из двух полученных соотношений находим массу льда, растаявшего в третьем термосе $m_3 = 3m_2 - 2m_1 = 6$ г. Видно, что лед все же начал таять, так что конечная температура действительно равна 0°C .

При подстановке числовых значений масс в полученную формулу максимальная допустимая (при указанной ошибке измерения) величина $m_{2\text{max}} = m_2 + \Delta m = 28,4$ г, а минимальная возможная величина $m_{1\text{min}} = m_1 - \Delta m = 38,6$ г. Значит, максимальная возможная величина $m_{3\text{max}} = 3m_2 - 2m_1 + 5\Delta m = 8$ г. Аналогичное рассуждение показывает, что $m_{3\text{min}} = 3m_2 - 2m_1 - 5\Delta m = 4$ г. То есть ошибка в определении m_3 не превышает 2 г, что отвечает предложению 4.

ОТВЕТЫ: 3.1. 6. 3.2 4.

4. Световое излучение – это разновидность *электромагнитных волн*, причем разные цвета отличаются друг от друга *длиной волны λ* (это расстояние между двумя «гребнями» волны). В таблице ниже приведена связь между длиной волны в нанометрах ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$) и видимым цветом:

красный	оранжевый	желтый	зеленый	голубой	синий	фиолетовый
625–740 нм	590-625 нм	565-590 нм	500-565 нм	485-500 нм	440-485 нм	380-440 нм
78%	75%	72%	70%	65%	60%	50%

«Белый цвет» - это равномерная смесь всех этих цветов, то есть в «белом» световом пучке во всем диапазоне длин волн от 380 нм до 740 нм на одинаковые интервалы ее значений $\Delta\lambda$ приходятся одинаковые доли от общей *интенсивности* пучка I (так называют энергию светового излучения,

проходящую за единицу времени через единицу площади поперечного сечения пучка). Пусть белый свет падает на поверхность зеркала, которую мы разглядываем через «желтый» светофильтр (то есть этот светофильтр пропускает «желтые» световые лучи практически без потери энергии, а все остальные поглощает или отражает). В нижней строке таблицы указано, какую долю падающей энергии (в процентах) отражает зеркало для диапазона длин волн, соответствующему каждому из цветов. Определите, какую часть от интенсивности падающего на зеркало света составляет интенсивность света, прошедшего светофильтр. Ответ запишите в процентах, с точностью до целого значения.

Возможное решение: Обратим внимание, что определения интенсивности света после светофильтра мы можем не рассматривать никакие лучи, кроме «желтых», так как все остальные лучи не пройдут светофильтр. Поэтому сразу заметим, что, если интенсивность исходного белого светового пучка принять равной I_0 , то интенсивность «желтого» света в этом пучке

$$I' = \frac{25\text{нм}}{360\text{нм}} I_0 = \frac{5}{72} I_0. \text{ Здесь } 25 \text{ нм} = 590 \text{ нм} - 565 \text{ нм} \text{ соответствуют ширине диапазона длин волн}$$

желтого цвета, а $360 \text{ нм} = 740 \text{ нм} - 380 \text{ нм}$ есть полная ширина диапазона длин волн видимого света (то есть всех цветов, составляющих белый цвет). При отражении от зеркала эта интенсивность понизится (в соответствии с таблицей) до $I'' = 0,72 \cdot I' = 0,05 \cdot I_0$. Итак, интенсивность света, прошедшего светофильтр, составляет 5 % от интенсивности света, падающего на зеркало.

ОТВЕТ: 5.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ для варианта 1:

вопрос	ответ участника	балл
1	18	10
	17 или 19	5
2.1	1,5	2
	1	1
2.2	2	6
	1,8 или 1,9 или 2,1 или 2,2	3
2.3	75	8
	от 72 до 74 или от 76 до 78	4
3.1	6	10
	5 или 7	5
3.2	4	4
	3 или 5	2
4	5	10
	4 или 6	5
Максимальная оценка		50

Вариант 5

1. Воздушный шар плыл по ветру, который дул с постоянной скоростью. В тот момент времени, когда он пролетал над центром города А, ему навстречу – из центра города В – вылетел мотодельтаплан, двигавшийся с постоянной скоростью относительно ветра. Ровно через 1 час после этого они встретились, а еще ровно через 3 часа воздушный шар оказался над центром города В.

1.1. Найдите отношение скорости мотодельтаплана относительно ветра к скорости ветра. Ответ запишите в виде целого числа.

1.2. За какое время после встречи с воздушным шаром мотодельтаплан долетел до центра города А? Известно, что после встречи мотодельтаплан увеличил свою скорость относительно ветра на 25%. Ответ запишите в минутах, с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.

Возможное решение: Пусть v – скорость мотодельтаплана относительно ветра (то есть относительно движущегося воздуха) при полете до встречи, u – скорость ветра, L – расстояние между центрами А и В. Тогда время до встречи $t_1 = \frac{L}{v}$, а время полета воздушного шара от

центра А до центра В $t_1 + t_2 = \frac{L}{u}$. Из этих соотношений можно выразить $u = \frac{L}{t_1 + t_2}$ и $v = \frac{L}{t_1}$.

Поэтому $\frac{v}{u} = \frac{t_1 + t_2}{t_1} = 4$.

Кроме того, поскольку шар летел 1 час от центра А до места встречи, и 3 часа от места встречи до центра В, то ясно, что место встречи находилось на расстоянии $\frac{L}{4}$ от центра А. Значит, время

полета мотодельтаплана от места встречи до центра А $t = \frac{L/4}{(5v/4) - u} = \frac{L}{16u} = \frac{t_1 + t_2}{16} = 15$ мин.

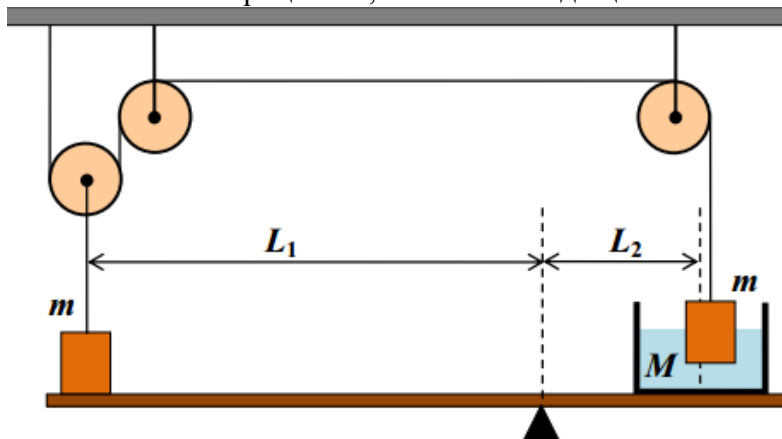
ОТВЕТЫ: 1.1. 4. 1.2. 15.

2. Два одинаковых пластиковых цилиндра массой по $m = 1$ кг прикреплены к концам легкой нерастяжимой нити и подвешены к потолку с помощью трех идеальных блоков (см. рисунок). Первый цилиндр стоит на одной из сторон легкого рычага, а второй – опущен в сосуд с водой, который помещен на другую сторону того же рычага. Массы сосуда с водой $M = 1,5$ кг. Расстояния от точки опоры рычага до центров площадей опоры первого груза и сосуда с водой относятся как $L_1:L_2=3:1$. Плотность пластика, из которого изготовлены цилиндры, в 1,5 раза меньше плотности воды. Система находится в равновесии.

2.1. Найдите отношение величин сил давления сосуда с водой и первого груза на рычаг $N_2:N_1$. Ответ запишите с точностью до целого значения.

2.2. Считая ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², найдите величину силы натяжения нити. Ответ запишите в ньютонах с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.

2.3. Какая часть объема второго цилиндра находится под поверхностью воды в сосуде? Ответ запишите в процентах, с точностью до целого значения.



Решение может быть полностью аналогично решению задачи 2 из варианта 1.

ОТВЕТЫ: 2.1. 3. 2.2. 1. 2.3. 60.

3. В двух одинаковых термосах находятся по 200,0 г льда с температурой 0°C. В первый термос налили 200,0 г горячей воды, и после установления равновесия температура содержимого термоса оказалась равна 10°C. Во второй термос налили 400,0 г воды с той же температурой. Известно, что удельная теплоемкость воды равна 4,2 кДж/(кг·°C), а удельная теплота плавления использованного льда – 336 кДж/кг.

3.1. Какая температура установится во втором термосе? Теплоемкостью колбы термоса пренебречь. Ни один термос не переполняется. Ответ дайте в °C, с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.

3.2. Пусть все массы из условия известны с ошибкой не более 0,2 г, характеристики воды и льда можно считать точными, а температура в первом термосе была измерена с ошибкой не более 1°C. Оцените максимальную возможную ошибку полученного ответа на первый вопрос этого задания. В ответе поставьте:

- 1, если Вы считаете, что эта ошибка не более 0,5°C;
- 2, если Вы считаете что она более 0,5°C, но не более 1°C;
- 3, если Вы считаете что она более 1°C, но не более 2°C г;
- 4, если Вы считаете что она более 2°C, но не более 3°C;
- 5, если Вы считаете что она более 3°C.

Возможное решение: Введем обозначения: M – начальная масса льда, m_1 – масса горячей воды, залитой в первый термос, c – удельная теплоемкость воды, а λ – удельная теплота плавления льда. Пусть также t_0 – начальная температура горячей воды. Уравнение теплового баланса для установления равновесия в первом термосе, в котором установилась температура t_1 , имеет вид

$M(\lambda + ct_1) = cm_1(t_0 - t_1)$. Из него следует, что $t_0 = \frac{M}{m_1} \frac{\lambda}{c} + \frac{M + m_1}{m_1} t_1$. Ясно, что для второго

термоса это уравнение будет аналогичным, то есть $t_0 = \frac{M}{m_2} \frac{\lambda}{c} + \frac{M + m_2}{m_2} t_2$. Приравнявая левые

части этих выражений, находим, что $t_2 = \frac{M(m_2 - m_1)}{m_1(M + m_2)} \frac{\lambda}{c} + \frac{m_2(M + m_1)}{m_1(M + m_2)} t_1 = \frac{1}{3} \frac{\lambda}{c} + \frac{4}{3} t_1 = 40^\circ\text{C}$.

При подстановке числовых значений масс и температур в полученные формулы в первую очередь заметим, что влияние на ошибку результата ошибок в измерении температуры намного сильнее, чем ошибок в определении масс (Δm составляет от значений масс не более 0,1%, а Δt – это 10 % от значения t_1). Поэтому для оценки точности можно пренебречь ошибками измерения

массы и считать, что мы определяем итоговый результат по формуле $t_2 = \frac{1}{3} \frac{\lambda}{c} + \frac{4}{3} t_1$. Значит,

максимальная допустимая (при указанной ошибке измерения t_1) величина

$t_{2\max} = \frac{80}{3}^\circ\text{C} + \frac{4}{3}(t_1 + \Delta t) \approx 41,33^\circ\text{C}$, а минимальная возможная величина

$t_{2\min} = \frac{80}{3}^\circ\text{C} + \frac{4}{3}(t_1 - \Delta t) \approx 38,67^\circ\text{C}$. Таким образом, ошибка в определении t_2 не превышает

1,33°C, что соответствует предложению 3.

ОТВЕТЫ: 3.1. 40. 3.2 3.

4. Сила тока фотодатчика прямо пропорциональна энергии светового излучения, поступающего в его «входное окно» в единицу времени. Этот датчик разместили на некотором расстоянии от маленькой лампы, излучающей свет одинаково во всех направлениях, развернули прямо на центр лампы, и ток датчика оказался равен 36 мА. Датчик отодвинули от лампы на 3 м, так что он по-прежнему был направлен прямо на ее центр. Сила тока фотодатчика стала равна 16 мА. Тогда его отодвинули от лампы еще на 3 м, сохранив направление на центр лампы. Какой

будет сила тока датчика? Воздух между лампой и фотодатчиком считать полностью прозрачным. Ответ запишите в мА, с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.

Возможное решение: По мере удаления от лампы площадь поверхности сферы, по которой распределена энергия излучения, растет пропорционально квадрату ее радиуса. Поэтому мощность излучения лампочки, попадающего в окно фотодатчика, расположенного на расстоянии r от нее, убывает обратно пропорционально r^2 , и точно так же убывает сила тока фотодатчика. Так как при отодвигании датчика на 3 м сила тока уменьшилась в $9/4$ раза, то расстояние от лампы до датчика при отодвигании увеличилось в $\sqrt{\frac{9}{4}} = 1,5$ раза. Это означает, что 3 м – это в точности половина начального расстояния от лампы до датчика. После еще одного такого отодвигания расстояние станет уже в 2 раза больше начального, и поэтому сила тока фотодатчика станет в 4 раза меньше начальной, то есть 9 мА.

ОТВЕТ: 9.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ варианта 5:

вопрос	ответ участника	балл
1.1	4	4
	3	2
1.2	15	6
	20 или 21 или 22	3
2.1	3	2
	2	1
2.2	1	6
	2	3
2.3	60	8
	от 50 до 59 или от 61 до 67	4
3.1	40	10
	от 35 до 39 или от 41 до 45	5
3.2	3	4
	2 или 4	2
4	9	10
	от 6 до 8 или от 10 до 12	5
Максимальная оценка		50

Вариант 9

1. Ученик 7 класса поднялся, идя по движущемуся вверх эскалатору от его начала до его конца, за 12 с. Внезапно он решил спуститься по этому же эскалатору вниз. Это заняло у него 54 с. Утомившись, он поднялся по эскалатору вверх, стоя на одной ступеньке. Теперь подъем занял у него 27 с. Отметим, что скорости движения ученика относительно эскалатора при спуске и при подъеме разные.

1.1. Найдите отношение скорости ученика относительно эскалатора при подъеме к скорости движения ленты эскалатора. Ответ запишите с точностью до сотых.

После второго подъема наш ученик оглянулся и увидел внизу своего приятеля. Одновременно с тем, как его приятель ступил на эскалатор, он снова начал спускаться по этому эскалатору, двигаясь относительно эскалатора с той же скоростью, что и при предыдущем спуске.

1.2. За какое время после этого «старта» они встретятся, если приятель школьника стоял на эскалаторе неподвижно? Ответ запишите в секундах, с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.

Возможное решение: Пусть $v_{1,2}$ – скорости ученика относительно эскалатора при подъеме и спуске, u – скорость эскалатора, L – его длина. Тогда время первого подъема $t_1 = \frac{L}{v_1 + u}$, время

спуска $t_2 = \frac{L}{v_2 - u}$, а время второго подъема $t_3 = \frac{L}{u}$. Из первого и третьего выражений находим,

что $\frac{v_1 + u}{u} = \frac{t_3}{t_1} \Rightarrow \frac{v_1}{u} = \frac{t_3}{t_1} - 1 = 1,25$. этих соотношений можно выразить $u = \frac{L}{t_1 + t_2}$ и $v = \frac{L}{t_1}$.

Кроме того, $\frac{v_2 - u}{u} = \frac{t_3}{t_2} \Rightarrow \frac{v_2}{u} = \frac{t_3}{t_2} + 1 = 1,5$. Ясно, что время от начала второго спуска до встречи

приятелей $t = \frac{L}{v_2} = \frac{2L}{3u} = \frac{2t_3}{3} = 18$ с.

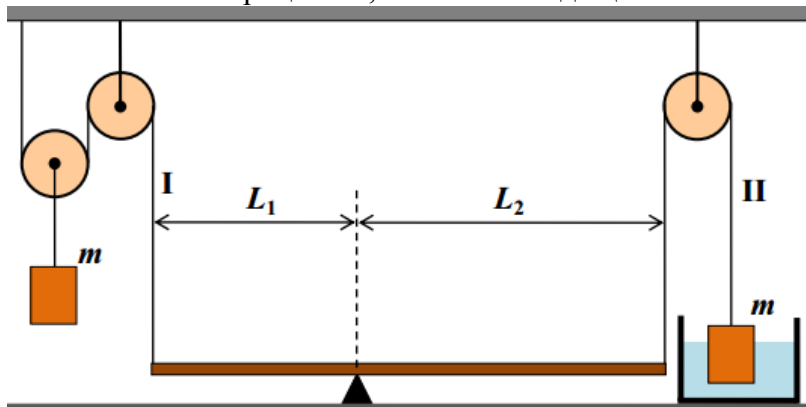
ОТВЕТЫ: 1.1. 1,25. 1.2. 18.

2. К двум концам легкого рычага прикреплены две легких нерастяжимых нити, на которых с помощью трех идеальных блоков подвешены к потолку два одинаковых пластиковых цилиндра массой по $m = 900$ г (см. рисунок). Один из них (будем называть его «вторым», и аналогично – «второй» – будем называть нить, на которой он подвешен) опущен в сосуд с водой, стоящий рядом с рычагом. Расстояния от точки опоры рычага до первой и второй нити относятся как $L_1:L_2=2:3$. Плотность пластика, из которого изготовлены цилиндры, в 1,2 раза больше плотности воды. Система находится в равновесии.

2.1. Найдите отношение величин сил натяжения нитей $T_1:T_2$. Ответ запишите с точностью до десятых.

2.2. Считая ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², найдите величину силы натяжения второй нити. Ответ запишите в ньютонах с точностью до целого значения, без указания единиц измерения.

2.3. Какая часть объема второго цилиндра находится под поверхностью воды в сосуде? Ответ запишите в процентах, с точностью до целого значения.



Возможное решение: Условие равновесия рычага позволяет ответить на первый вопрос:

$$L_1 T_1 = L_2 T_2 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{2} = 1,5.$$

Условие равновесия первого груза (прикрепленного к подвижному блоку) дает:

$$2T_1 = mg \Rightarrow T_1 = \frac{mg}{2}. \text{ С учетом найденного ранее соотношения сил натяжения находим и силу}$$

$$\text{натяжения второй нити: } T_2 = \frac{2}{3} T_1 = \frac{mg}{3} \approx 3 \text{ Н.}$$

Запишем теперь условие равновесия второго груза, частично погруженного в воду $F_A + T_2 = mg$, и найдем из него величину действующей на него силы Архимеда $F_A = \frac{2mg}{3}$. Так как по закону

Архимеда $F_A = \rho_B V_{\text{погр}} g$, а $mg = \rho_{\text{пл}} V g$, то $\frac{V_{\text{погр}}}{V} = \frac{\rho_{\text{пл}}}{\rho_B} \frac{2}{3} = 0,8$. Итак, под водой находится 80% объема груза.

ОТВЕТЫ: 2.1. 1,5. 2.2. 3. 2.3. 80.

3. В термосе находился кипяток. В него засыпали порцию мокрого снега (смесь ледяных кристаллов и жидкой воды в равновесии), и после установления равновесия температура содержимого термоса стала равна $t_1 = 80^\circ\text{C}$. После засыпания еще одной такой же порции мокрого снега и установления равновесия температура упала до $t_2 = 65^\circ\text{C}$. Найдите долю (по массе) ледяных кристаллов в мокром снеге. Удельная теплоемкость воды $c \approx 4,2 \text{ Дж}/(\text{г}\cdot^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda \approx 336 \text{ Дж}/\text{г}$.

3.1. Найдите отношение начальной массы воды (кипятка) в термосе к массе одной порции мокрого снега. Ответ запишите в виде целого числа.

3.2. Найдите долю массы ледяных кристаллов от общей массы мокрого снега. Ответ дайте в процентах точно до целого значения.

3.3. Пусть температуры t_1 и t_2 из условия известны с ошибкой не более $0,1^\circ\text{C}$, характеристики воды и льда можно считать точными, а температура кипятка нам известна точно (давление строго равно нормальному атмосферному). Оцените максимальную возможную ошибку полученного ответа на первый вопрос этого задания. В ответе поставьте:

- 1, если Вы считаете, что эта ошибка не более 0,01;
- 2, если Вы считаете что она более 0,01, но не более 0,1;
- 3, если Вы считаете что она более 0,1, но не более 0,3;
- 4, если Вы считаете что она более 0,3, но не более 0,6;
- 5, если Вы считаете что она более 0,6.

Возможное решение: С самого начала ясно, что начальная температура кипятка $t_0 = 100^\circ\text{C}$, а температура мокрого снега равна 0°C . Введем обозначения: M – начальная масса кипятка в термосе, m – масса одной порции мокрого снега, n – массовая доля льда в мокром снеге. Запишем уравнение теплового баланса для определения температуры t_1 после засыпания одной порции: $cM(t_0 - t_1) = cmt_1 + \lambda nm$, и аналогичное для t_2 : $cM(t_0 - t_2) = c2mt_2 + \lambda n2m$. Умножив первое уравнение на 2 и вычитая из полученного равенства второе, находим:

$$\frac{M}{m} = \frac{2(t_1 - t_2)}{t_0 + t_2 - 2t_1} = 6.$$

Разделив эти два уравнения друг на друга, получаем уравнение на вторую искомую величину n :

$$\frac{2(t_0 - t_1)}{t_0 - t_2} = \frac{t_1 + (\lambda/c)n}{t_2 + (\lambda/c)n} \Rightarrow n = \frac{c t_1(t_0 + t_2) - 2t_0 t_2}{\lambda (t_0 + t_2 - 2t_1)} = 0,5. \text{ Таким образом, } n = 50 \%. \text{}$$

Максимальная допустимая (при указанной ошибке измерения температур) величина

$$\left(\frac{M}{m}\right)_{\text{max}} = \frac{2(80,1 - 64,9)}{164,9 - 160,2} \approx 6,47, \quad \text{а} \quad \text{минимальная} \quad \text{возможная} \quad \text{величина}$$

$\left(\frac{M}{m}\right)_{\min} = \frac{2(79,9 - 65,1)}{165,1 - 159,8} \approx 5,59$. Таким образом, максимальная ошибка в определении $\frac{M}{m}$ около 0,47, что соответствует предложению 4.

ОТВЕТЫ: 3.1. **6**. 3.2 **50**. 3.3. **4**.

4. Сила тока фотодатчика прямо пропорциональна энергии светового излучения, поступающего в его «входное окно» в единицу времени. Этот датчик разместили на небольшом роботе модели «мотылек». Изначально робот находился на расстоянии 12 м маленькой лампы, излучающей свет одинаково во всех направлениях. Робот развернулся так, что окно фотодатчика «смотрело» прямо на лампочку. При этом ток был равен 7 мА. Робот поехал прямо к лампочке, и через 4 с ток фотодатчика оказался равен 28 мА. Найдите среднюю скорость движения робота за это время. Воздух между лампой и фотодатчиком считать полностью прозрачным. Ответ запишите в м/с, с точностью до десятых, без указания единиц измерения.

Возможное решение: Аналогично задаче 4 из варианта 5 находим, что пройденный роботом путь равен половине начального расстояния, или 6 м. Значит, его скорость была равна 1,5 м/с.

ОТВЕТ: 1,5.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ варианта 9:

вопрос	ответ участника	балл
1.1	1,25	4
	1,2 или 1,3	2
1.2	18	6
	17 или 19 или 20	3
2.1	1,5	2
	0,7	1
2.2	3	4
	2	2
2.3	80	8
	от 75 до 79 или от 81 до 85	4
3.1	6	6
	5 или 7	3
3.2	50	6
	от 45 до 49 или от 51 до 55	3
3.3	4	4
	3 или 5	2
4	1,5	10
	2,2 или 2,3	5
Максимальная оценка		50