

**Ответы к заданиям**

<b>№ задания</b>	<b>Ответ</b>
1	152
4	7361

**Ответы к заданиям**

<b>№ задания</b>	<b>Ответ</b>
1	541
4	3186

### Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- 17** Используя динамометр №1, стакан с водой, мензурку, цилиндр №2, поваренную соль с палочкой для перемешивания соберите экспериментальную установку для определения плотности солёной воды при помощи взвешивания цилиндра в воздухе и в солёной воде. Абсолютную погрешность измерения силы с помощью динамометра принять равной  $\pm 0,04$  Н.

На отдельном листе:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта плотности солёной воды;
- 3) укажите результаты измерений веса цилиндра №2 в воздухе и веса цилиндра №2 в солёной воде с использованием динамометра, и объёма цилиндра с использованием измерительного цилиндра (мензурки). Солёную воду приготовить путём растворения соли в стакане с водой;
- 4) запишите численное значение плотности раствора солёной воды, считая, что ускорение свободного падения известно и равно  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

#### Характеристика оборудования

При выполнении задания используется комплект оборудования №1 в следующем составе:

Комплект №1	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• весы электронные	предел измерения не менее 200 г
• измерительный цилиндр (мензурка)	предел измерения 250 мл ( $C = 2$ мл)
• стакан	
• динамометр №1	предел измерения 1 Н ( $C = 0,02$ Н)
• динамометр №2	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• поваренная соль, палочка для перемешивания	
• цилиндр стальной; обозначить №1	$V = (25,0 \pm 0,3)$ см <sup>3</sup> , $m = (195 \pm 2)$ г
• цилиндр алюминиевый; обозначить №2	$V = (25,0 \pm 0,7)$ см <sup>3</sup> , $m = (70 \pm 2)$ г
• пластиковый цилиндр; обозначить №3	$V = (56,0 \pm 1,8)$ см <sup>3</sup> , $m = (66 \pm 2)$ г, имеет шкалу вдоль образующей с ценой деления 1 мм, длина не менее 80 мм
• цилиндр алюминиевый; обозначить №4	$V = (34,0 \pm 0,7)$ см <sup>3</sup> , $m = (95 \pm 2)$ г

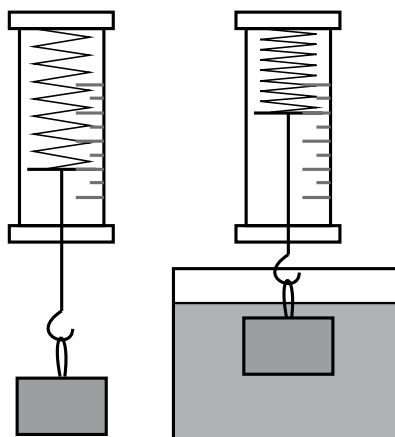
**Внимание!** При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

### Указание экспертам

Солёную воду приготовить путём растворения соли в стакане с водой из расчёта: 10 г поваренной соли класть на 100 мл чистой воды.

### Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки:



$$2. F_{\text{упр1}} = mg; F_{\text{упр2}} = mg - \rho_{\text{ж}}gV; \rho_{\text{ж}} = \frac{F_{\text{упр1}} - F_{\text{упр2}}}{gV}$$

$$3. F_{\text{упр1}} = 0,70 \text{ Н}; F_{\text{упр2}} = 0,44 \text{ Н}; V = V_2 - V_1 = 25 \text{ мл} = 25 \text{ см}^3;$$

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{F_{\text{упр1}} - F_{\text{упр2}}}{gV} = \frac{0,7 - 0,44}{10 \cdot 25 \cdot 10^{-6}} = \frac{0,26}{25} \cdot 10^5 = 1040 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$$

### Указание экспертам

Учитывая погрешность измерения динамометра, получаем:

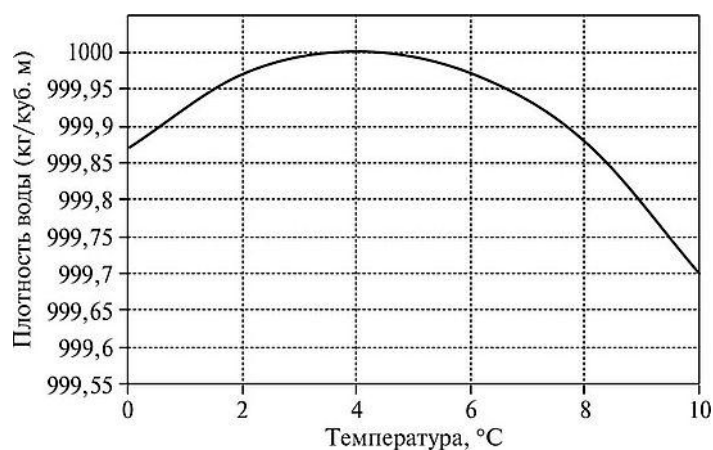
$F_{\text{упр1}} = (0,70 \pm 0,04) \text{ Н}; F_{\text{упр2}} = (0,44 \pm 0,04) \text{ Н}$ . Результаты прямых измерений считаются верными, если они укладываются в данные границы, и получено, что  $F_{\text{упр1}} > F_{\text{упр2}}$ .

Содержание критерия	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:</p> <p>1) рисунок экспериментальной установки;</p> <p>2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае для нахождения плотности солёной воды через силу упругости в воздухе, через силу упругости в солёной воде и через объём цилиндра №2);</p> <p>3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае измерения силы упругости в воздухе и в солёной воде и объёма цилиндра в мензурке);</p> <p>4) полученное правильное численное значение искомой величины</p>	3

Представлены верные результаты прямых измерений силы упругости, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка. ИЛИ Один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует	2
Представлены верные результаты прямых измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют. ИЛИ Сделан рисунок экспериментальной установки и приведены результаты измерений с учётом абсолютной погрешности измерений, но в одном из них допущена ошибка	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
<i>Максимальный балл</i>	
	3

### Аномалия удельного объёма воды

Как показывает опыт, плотность вещества, находящегося в данном агрегатном состоянии, зависит от температуры. Большинство жидкостей и твёрдых тел при охлаждении сжимаются, а при нагревании – расширяются. Следовательно, плотность этих тел монотонно уменьшается с ростом температуры. Однако существуют вещества, которые в некотором диапазоне температур (своём для каждого такого вещества) ведут себя иначе. Плотность этих веществ при нагревании сначала увеличивается и достигает при некоторой температуре максимального значения. При дальнейшем повышении температуры плотность начинает уменьшаться. Такая зависимость плотности от температуры называется аномальной.



Одним из веществ, которое проявляет аномальную зависимость плотности от температуры, является жидкая вода. На рисунке показан график зависимости плотности образца воды от температуры. Видно, что при температуре 0 °C плотность воды равна  $\approx 999,875$  кг/м<sup>3</sup>. При повышении температуры плотность воды возрастает и при температуре +4 °C достигает максимального значения 1000 кг/м<sup>3</sup>. При дальнейшем росте температуры плотность воды монотонно уменьшается.

Данное свойство воды препятствует быстрому промерзанию открытых водоёмов в холодное время года. Когда на улице устанавливается погода, характеризующаяся отрицательными значениями среднесуточной температуры, водоёмы начинают интенсивно охлаждаться. При этом вода, температура которой близка к  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , обладая максимальной плотностью, «тонет» и оказывается вблизи дна водоёма. В свою очередь, вода, температура которой близка к  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , наоборот, имеет меньшую плотность, и по этой причине «всплывает», оказываясь на поверхности водоёма. В результате в водоёме устанавливается аномальное распределение плотности воды по глубине: сверху находится самая лёгкая (и потому самая холодная) вода, а снизу – самая тяжёлая (и потому самая тёплая) вода. Сверху вода замерзает и превращается в лёд, который легче жидкой воды и не тонет в ней. Дальнейшее охлаждение воды в водоёме, сопровождающееся постепенным увеличением толщины слоя льда на поверхности, происходит благодаря медленному процессу теплопроводности. Поэтому глубокие водоёмы даже за несколько месяцев, пока в средних широтах нашей страны длится зима, не успевают промёрзнуть до дна, хотя вода возле дна постепенно охлаждается. В нижних, придонных слоях воды, при температуре  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (или немного ниже) зимуют рыбы. Если бы вода не обладала аномалией плотности, жизнь рыб в водоёмах зимой была бы невозможна.

20

В находящийся на улице глубокий открытый бассейн зимой налили воду при температуре  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На улице установилась морозная погода со среднесуточной температурой  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Как через достаточно большое время будет распределена по глубине температура воды в бассейне? Ответ поясните.

**Образец возможного ответа**

1. Ответ: У поверхности воды её температура будет равна  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (и поверхность бассейна замёрзнет). При увеличении глубины температура будет монотонно возрастать примерно до  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  у дна бассейна.
2. В диапазоне температур от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  вода при температуре  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  имеет максимальную плотность. Поэтому слои жидкости, имеющие температуру, близкую к  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , будут оставаться возле дна бассейна. Вода, охладившаяся до  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , будет оставаться на поверхности бассейна и замёрзнет.

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок.	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование некорректно или отсутствует. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1

Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос.  ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны или неверны, или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

21

Человек сидит на корточках на платформе уравновешенных напольных весов. Человек начинает быстро вставать. Изменятся ли показания весов в первый момент времени, когда человек только начал вставать? Если да, то в какую сторону? Ответ поясните.

<b>Возможный вариант решения</b>
1. Ответ: Изменятся. Весы покажут увеличение веса человека. 2. В начале вставания ускорение тела человека направлено вверх, поэтому сила давления (то есть вес) на платформу весов больше силы тяжести, действующей на человека.

<b>Содержание критерия</b>	<b>Баллы</b>
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу.  ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос.  ИЛИ Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

22

В два одинаковых блюда налили одинаковые объёмы воды. Одно блюдо с водой оставили на открытом воздухе в комнате, а второе блюдо поставили под колокол воздушного насоса, с помощью которого из-под колокола откачали немного воздуха. В каком из блюд – первом или втором – будет быстрее испаряться вода? Ответ поясните.

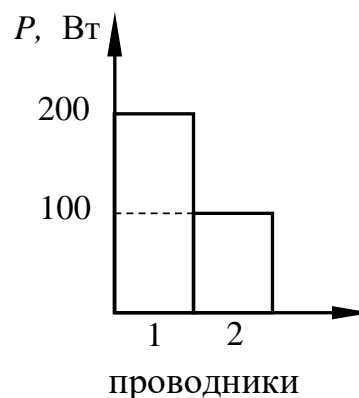
<b>Возможный вариант решения</b>
1. Ответ: Вода будет быстрее испаряться из второго блюда, помещённого под колокол воздушного насоса. 2. При откачивании воздуха из-под колокола воздушного насоса, давление

воздуха под ним понижается. Уменьшение внешнего давления увеличивает скорость испарения, поэтому вода будет скорее испаряться из второго блюда, которое поместили под колокол воздушного насоса.

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

23

На диаграмме изображены значения мощности, выделяемые двумя проводниками, которые соединены параллельно. Сопротивление проводника «2» равно 4 Ом. Чему равно сопротивление проводника «1»?



Возможный вариант решения	
<p><u>Дано:</u>  <math>P_1 = 200 \text{ Вт}</math>  <math>P_2 = 100 \text{ Вт}</math>  <math>R_2 = 4 \text{ Ом}</math></p>	<p>Так как проводники соединены параллельно, то напряжения на них одинаковы: <math>U_1 = U_2 = U</math></p> $P_1 = \frac{U^2}{R_1}; \quad P_2 = \frac{U^2}{R_2}$ <p>Отсюда: <math>\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{200}{100} = 2</math></p> $R_1 = \frac{R_2}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ (Ом)}$
$R_1 - ?$	<i>Ответ:</i> $R_1 = 2 \text{ Ом.}$

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: формула для расчёта мощности электрического тока через напряжение на резисторе и сопротивление резистора; одинаковость напряжений в параллельно соединённых проводниках);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка</p>	2
<p>Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

24

Металлический шар массой 2 кг упал на свинцовую пластину массой 1 кг и остановился. При этом пластина нагрелась на 3,2 °С. С какой высоты упал шар, если на нагревание пластины пошло 80% выделившегося при ударе количества теплоты?

Возможный вариант решения	
<i>Дано:</i>	$Q = E_{\text{п}}; E_{\text{п}} = m_1 gh$
	$Q_2 = 0,8Q = 0,8 E_{\text{п}}$
$m_1 = 2 \text{ кг}$	$Q_2 = c_{\text{св}} m_2 \Delta t$



$m_2 = 1 \text{ кг}$ $\Delta t = 3,2 \text{ }^\circ\text{C}$ $\eta = 0,8$ $c_{\text{св}} = 130 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$	Отсюда: $c_{\text{св}}m_2\Delta t = 0,8 m_1gh.$  $h = \frac{c_{\text{св}}m_2\Delta t}{0,8 \cdot m_1g} = \frac{130 \cdot 1 \cdot 3,2}{0,8 \cdot 2 \cdot 10} = 26 \text{ (м)}$
$h - ?$	Ответ: $h = 26 \text{ м}$

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: равенство потенциальной энергии тела и выделившегося при его ударе количества теплоты; формулы для потенциальной энергии тела относительно земли и количества теплоты, необходимого для нагревания тела); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

25

Электрочайник номинальной мощностью 2,4 кВт, рассчитанный на напряжение 240 В, включили в сеть напряжением 120 В. За какое время 600 г воды с начальной температурой 18 °С можно довести до кипения, если КПД чайника в этом случае равен 82%? Сопротивление нагревательного элемента чайника не зависит от силы протекающего тока.

<b>Возможный вариант решения</b>	
<p><u>Дано:</u>  <math>P_1 = 2,4 \text{ кВт} = 2400 \text{ Вт}</math>  <math>U_1 = 240 \text{ В}</math>  <math>U_2 = 120 \text{ В}</math>  <math>\eta = 0,82</math>  <math>c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°С)}</math>  <math>t_1 = 18 \text{ °С}</math>  <math>t_2 = 100 \text{ °С}</math>  <math>m = 0,6 \text{ кг}</math></p>	<p>По известной мощности чайника найдём его сопротивление:  <math>R = \frac{U_1^2}{P_1}; R = 24 \text{ Ом}</math></p> <p>Закон сохранения энергии при нагревании воды: <math>Q = \eta P_2 \tau</math>,  где <math>P_2 = \frac{U_2^2}{R}</math></p> $\eta = \frac{A_{\text{полез}}}{A_{\text{затр}}} = \frac{cm(t_2 - t_1)}{P_2 \tau} = \frac{cm(t_2 - t_1)R}{U_2^2 \tau}$ <p>Отсюда:  <math display="block">\tau = \frac{cm(t_2 - t_1)R}{\eta U_2^2} = \frac{4200 \cdot 0,6 \cdot (100 - 18) \cdot 24}{0,82 \cdot 120^2} = 420 \text{ (с)}</math></p>
$\tau - ?$	<i>Ответ:</i> $\tau = 420 \text{ с}$

<b>Содержание критерия</b>	<b>Баллы</b>
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: закон сохранения энергии; формула расчёта количества теплоты, выделяемого проводником с током; формула мощности тока; формула расчёта количества теплоты, необходимого для нагревания тела);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p>	2

ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

### Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- 17** Используя динамометр №1, стакан с водой, мензурку, цилиндр №2, поваренную соль с палочкой для перемешивания соберите экспериментальную установку для определения плотности солёной воды путём взвешивания цилиндра №2 в чистой воде и в солёной воде. Абсолютную погрешность измерения силы с помощью динамометра принять равной  $\pm 0,04$  Н.

На отдельном листе:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта плотности солёной воды;
- 3) укажите результаты измерений веса цилиндра №2 в чистой воде и веса цилиндра №2 в солёной воде с использованием динамометра, и объёма цилиндра с использованием измерительного цилиндра (мензурки). Солёную воду приготовить путём растворения соли в стакане с водой;
- 4) запишите численное значение плотности раствора солёной воды, считая, что плотность чистой воды известна и равна  $\rho_v = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, а ускорение свободного падения равно  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

#### Характеристика оборудования

При выполнении задания используется комплект оборудования №1 в следующем составе:

Комплект №1	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• весы электронные	предел измерения не менее 200 г
• измерительный цилиндр (мензурка)	предел измерения 250 мл ( $C = 2$ мл)
• стакан	
• динамометр №1	предел измерения 1 Н ( $C = 0,02$ Н)
• динамометр №2	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• поваренная соль, палочка для перемешивания	
• цилиндр стальной; обозначить №1	$V = (25,0 \pm 0,3)$ см <sup>3</sup> , $m = (195 \pm 2)$ г
• цилиндр алюминиевый; обозначить №2	$V = (25,0 \pm 0,7)$ см <sup>3</sup> , $m = (70 \pm 2)$ г
• пластиковый цилиндр; обозначить №3	$V = (56,0 \pm 1,8)$ см <sup>3</sup> , $m = (66 \pm 2)$ г, имеет шкалу вдоль образующей с ценой деления 1 мм, длина не менее 80 мм
• цилиндр алюминиевый; обозначить №4	$V = (34,0 \pm 0,7)$ см <sup>3</sup> , $m = (95 \pm 2)$ г

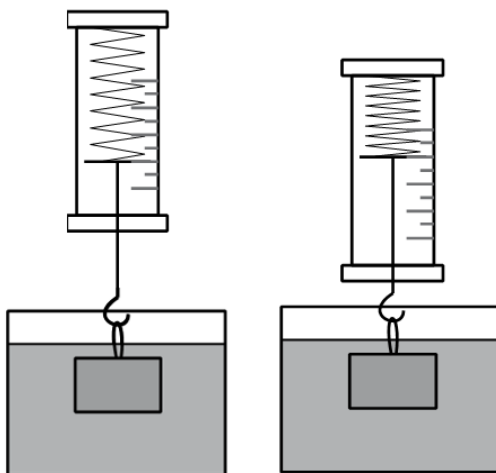
**Внимание!** При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

### Указание экспертам

Солёную воду приготовить путём растворения соли в стакане с водой из расчёта: 25 г поваренной соли класть на 100 мл чистой воды.

### Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки (слева – стакан с чистой водой, справа – стакан с солёной водой):



$$2. F_{\text{упр1}} = mg - \rho_{\text{в}}gV; F_{\text{упр2}} = mg - \rho_{\text{сол}}gV; \rho_{\text{сол}} = \rho_{\text{в}} + \frac{F_{\text{упр1}} - F_{\text{упр2}}}{gV}.$$

$$3. F_{\text{упр1}} = 0,46 \text{ Н}; F_{\text{упр2}} = 0,42 \text{ Н}; V = V_2 - V_1 = 25 \text{ мл} = 25 \text{ см}^3.$$

$$4. \rho_{\text{сол}} = \rho_{\text{в}} + \frac{F_{\text{упр1}} - F_{\text{упр2}}}{gV} = 1000 + \frac{0,46 - 0,42}{10 \cdot 25 \cdot 10^{-6}} = 1160 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$$

### Указание экспертам

Учитывая погрешность измерения динамометра, получаем:

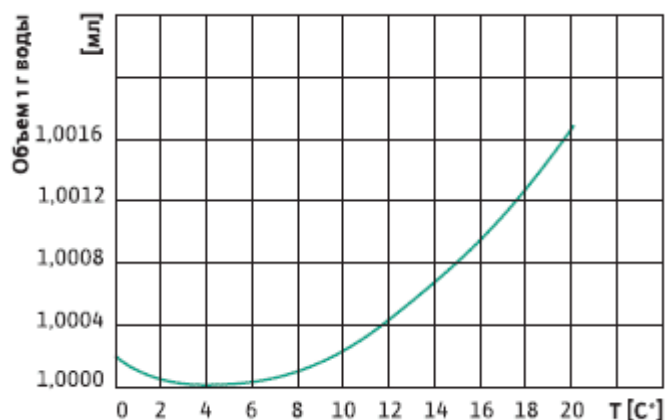
$F_{\text{упр1}} = (0,46 \pm 0,04) \text{ Н}; F_{\text{упр2}} = (0,42 \pm 0,04) \text{ Н}$ . Результаты прямых измерений считаются верными, если они укладываются в данные границы, и получено, что  $F_{\text{упр1}} > F_{\text{упр2}}$ .

Содержание критерия	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:</p> <p>1) рисунок экспериментальной установки;</p> <p>2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае для нахождения плотности солёной воды через силы упругости при взвешивании цилиндра в чистой и в солёной воде и через объём цилиндра №2);</p> <p>3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае измерения силы упругости в чистой воде, силы упругости в солёной воде и объёма цилиндра №2 в мензурке);</p> <p>4) полученное правильное численное значение искомой величины</p>	3

Записаны правильные результаты прямых измерений, но в элементах ответа (1, 2 или 4) присутствуют ошибка. ИЛИ Записаны правильные результаты прямых измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует	2
Записаны правильные результаты прямых измерений, но в элементах ответа 1, 2, 4 присутствуют ошибки или эти элементы отсутствуют. ИЛИ Сделан рисунок экспериментальной установки и приведены результаты измерений с учётом абсолютной погрешности измерений, но в одном из них допущена ошибка	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
<i>Максимальный балл</i>	
	3

### Аномалия удельного объёма воды

Удельным объёмом вещества называется величина, обратная плотности. Физический смысл удельного объёма очень простой – это величина, численно равная объёму, который занимает 1 г данного вещества. Как показывает опыт, удельный объём вещества, находящегося в данном агрегатном состоянии, зависит от температуры. Большинство жидкостей и твёрдых тел при охлаждении сжимаются, а при нагревании – расширяются. Следовательно, удельный объём этих тел монотонно увеличивается с ростом температуры. Однако существуют вещества, которые в некотором диапазоне температур (своём для каждого такого вещества) ведут себя иначе. Удельный объём этих веществ при нагревании сначала уменьшается и достигает при некоторой температуре минимального значения. При дальнейшем повышении температуры удельный объём начинает увеличиваться. Такая зависимость удельного объёма от температуры называется аномальной.



Одним из веществ, которое проявляет аномальную зависимость удельного объёма от температуры, является жидкая вода. На рисунке показан график зависимости удельного объёма образца воды от температуры. Видно,

что при уменьшении температуры воды от  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  её удельный объём монотонно уменьшается, достигая минимального значения  $1,0000\text{ см}^3/\text{г}$  при температуре  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При дальнейшем охлаждении удельный объём воды возрастает, достигая значения  $\approx 1,0002\text{ см}^3/\text{г}$  при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Благодаря этому зимой в замёрзшем глубоком водоёме устанавливается аномальное распределение удельного объёма воды по глубине: сверху находится самая лёгкая (и потому самая холодная) вода при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а снизу – самая тяжёлая (и потому самая тёплая) вода, температура которой близка к  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Данное свойство воды оказывает важное влияние на начальный этап прогрева воды в открытых водоёмах ранней весной. Когда на улице устанавливается погода, характеризующаяся положительными значениями среднесуточной температуры, с водоёмов сходит лёд и они начинают прогреваться следующим образом. Вода, находящаяся на поверхности и имеющая температуру, близкую к  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , немного нагревается. При этом её удельный объём уменьшается, а плотность увеличивается, и поэтому она «тонет», вытесняя вверх более холодную воду, обладающую большим удельным объёмом. В результате в водоёме возникает конвекция, но, как это ни кажется странным, потоки тёплой воды опускаются вниз, а потоки холодной – поднимаются вверх. Такой процесс происходит до тех пор, пока вся вода не перемешается, прогревшись до температуры  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После этого конвекция в водоёме становится невозможной и дальнейшее его прогревание происходит за счёт медленного процесса теплопроводности. Поэтому глубокие водоёмы в средней полосе нашей страныгреваются до достаточной глубины, становясь пригодными для купания, только к середине лета. В нижних, придонных слоях воды, температура в течение достаточно долгого времени лишь немного превышает  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и поэтому весной рыбы в водоёмах стараются держаться ближе к поверхности, поскольку там вода может быть значительно теплее.

20

В находящийся на улице глубокий открытый бассейн весной налили воду при температуре  $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На улице установилась достаточно тёплая погода со среднесуточной температурой  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Как через некоторое время будет распределена по глубине температура воды в бассейне? Ответ поясните.

**Образец возможного ответа**

1. Ответ: У поверхности воды её температура будет равна  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При увеличении глубины температура будет монотонно убывать примерно до  $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$  у дна бассейна.
2. При температуре выше  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  удельный объём воды монотонно возрастает при увеличении температуры. Поэтому слои жидкости, имеющие температуру, близкую к  $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , будут иметь наибольшую плотность и собираться возле дна бассейна. Нагреваясь до  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  вода будет более лёгкой и будет оставаться на поверхности бассейна.

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок.	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование некорректно или отсутствует. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны или неверны, или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

21

Человек стоит на платформе уравновешенных напольных весов. Человек начинает приседать. Изменяются ли показания весов в первый момент времени, когда человек только начал приседать? Если да, то в какую сторону? Ответ поясните.

Возможный вариант решения
1. Ответ: Изменяются. Весы покажут уменьшение веса человека. 2. В начале приседания ускорение тела человека направлено вниз, поэтому сила давления (то есть вес) на платформу весов меньше силы тяжести, действующей на человека.

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

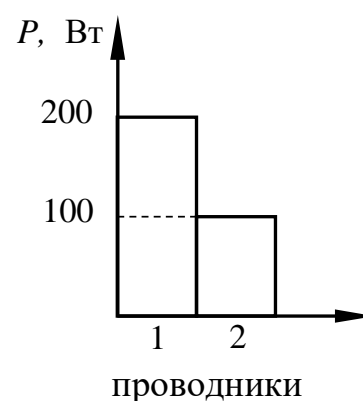


- 22** Две одинаковые мокрые простыни повесили в двух одинаковых комнатах: первую простыню повесили в комнате с открытыми окнами, а вторую простыню повесили в комнате, в которой окна были закрыты. В каком из помещений быстрее высохнет простыня и почему? Ответ поясните.

<b>Возможный вариант решения</b>	
1. Ответ: Быстрее высохнет простыня в комнате с открытыми окнами.	
2. В комнате с открытыми окнами возникает сквозняк. Ветер уносит водяной пар, образующийся вблизи простыни, и этим увеличивает скорость высушивания. Поэтому быстрее высохнет простыня, повешенная в комнате с открытыми окнами.	

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

- 23** На диаграмме изображены значения мощности, выделяемые двумя проводниками, которые соединены последовательно. Сопротивление проводника «2» равно 4 Ом. Чему равно сопротивление проводника «1»?



<b>Возможный вариант решения</b>	
<u>Дано:</u> $P_1 = 200 \text{ Вт}$ $P_2 = 100 \text{ Вт}$	Так как проводники соединены последовательно, то силы токов в них одинаковы: $I_1 = I_2 = I$ $P_1 = I^2 R_1$

$R_2 = 4 \text{ Ом}$	$P_2 = I^2 R_2$ <p>Отсюда: <math>\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{200}{100} = 2</math></p> $R_1 = 2R_2 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ (Ом)}$
$R_1 - ?$	<i>Ответ:</i> $R_1 = 8 \text{ Ом}$

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: формула для расчёта мощности электрического тока через силу тока на резисторе и сопротивление резистора; одинаковость сил токов в последовательно соединённых проводниках);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка</p>	2
<p>Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

24

Металлический шар массой 2 кг упал с высоты 26 м на свинцовую пластину и остановился. При этом пластина нагрелась на  $3,2^{\circ}\text{C}$ . Чему равна масса пластины, если на её нагревание пошло 80% выделившегося при ударе количества теплоты?

Возможный вариант решения	
<p><i>Дано:</i>  <math>m_1 = 2 \text{ кг}</math>  <math>h = 26 \text{ м}</math>  <math>\Delta t = 3,2^{\circ}\text{C}</math>  <math>\eta = 0,8</math>  <math>c_{\text{св}} = 130 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})</math></p>	<p><math>Q = E_{\text{п}}; E_{\text{п}} = m_1gh</math>  <math>Q_2 = 0,8Q = 0,8 E_{\text{п}}</math>  <math>Q_2 = c_{\text{св}}m_2\Delta t</math>  Отсюда:  <math>c_{\text{св}}m_2\Delta t = 0,8 m_1gh.</math>  <math>m_2 = \frac{0,8 \cdot m_1gh}{c_{\text{св}}\Delta t} = \frac{0,8 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 26}{130 \cdot 3,2} = 1 \text{ (кг)}</math></p>
$m_2 - ?$	<i>Ответ:</i> $m_2 = 1 \text{ кг}$

Содержание критерия	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) верно записано краткое условие задачи;</li> <li>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: равенство потенциальной энергии тела и выделившегося при его ударе количества теплоты, формула потенциальной энергии тела относительно земли и формула количества теплоты, необходимого для нагревания тела);</li> <li>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</li> </ol>	3
<p>Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка</p>	2
<p>Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.</p>	1

<b>ИЛИ</b>	
Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

25

Электрочайник номинальной мощностью 2,4 кВт, рассчитанный на напряжение 240 В, включают в сеть напряжением 120 В. Сколько воды с начальной температурой 18 °С можно довести до кипения за 7 мин, если КПД чайника в этом случае равен 82%, а сопротивление нагревательного элемента чайника не зависит от силы протекающего тока?

<b>Возможный вариант решения</b>	
<p><u>Дано:</u>  <math>P_1 = 2,4 \text{ кВт} = 2400 \text{ Вт}</math>  <math>U_1 = 240 \text{ В}</math>  <math>U_2 = 120 \text{ В}</math>  <math>\eta = 0,82</math>  <math>c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})</math>  <math>t_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}</math>  <math>t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}</math>  <math>\tau = 7 \text{ мин} = 420 \text{ с}</math></p>	<p>По известной мощности чайника найдём его сопротивление: <math>R = \frac{U_1^2}{P_1}</math>; <math>R = 24 \text{ Ом}</math></p> <p>Закон сохранения энергии при нагревании воды:  <math>Q = \eta P_2 \tau</math>, где <math>P_2 = \frac{U_2^2}{R}</math></p> $\eta = \frac{A_{\text{полез}}}{A_{\text{затр}}} = \frac{cm(t_2 - t_1)}{P_2 \tau} = \frac{cm(t_2 - t_1)R}{U_2^2 \tau}$ <p>Отсюда:  <math display="block">m = \frac{\eta U_2^2 \tau}{c(t_2 - t_1)R} = \frac{0,82 \cdot 120^2 \cdot 420}{4200 \cdot (100 - 18) \cdot 24} = 0,6 \text{ (кг)}</math></p>
$m - ?$	<i>Ответ:</i> $m = 0,6 \text{ кг}$

<b>Содержание критерия</b>	<b>Баллы</b>
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: закон сохранения энергии; формула расчёта количества теплоты, выделяемого проводником с током; формула мощности тока; формула расчёта количества теплоты, необходимого для нагревания тела);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)</p>	3

<p>Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка</p>	2
<p>Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3