

## Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- 17 Используя рычаг, три груза, штатив и динамометр, соберите установку для исследования равновесия рычага. Три груза подвесьте слева от оси вращения рычага следующим образом: два груза на расстоянии 12 см и один груз на расстоянии 6 см от оси. Определите момент силы, которую необходимо приложить к правому концу рычага на расстоянии 12 см от оси вращения рычага для того, чтобы он оставался в равновесии в горизонтальном положении. Абсолютная погрешность измерения силы равна  $\pm 0,1$  Н, абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 2$  мм.

В бланке ответов № 2:

- 1) зарисуйте схему экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта момента силы;
- 3) укажите результаты измерений приложенной силы и длины плеча с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение момента силы.

## Характеристика оборудования

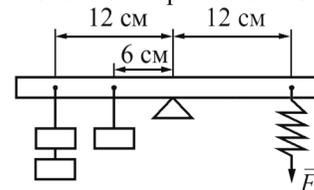
При выполнении задания используется комплект оборудования № 6 в составе.

Комплект № 6	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• штатив лабораторный с держателями	
• рычаг	длиной не менее 40 см, с креплениями для грузов
• блок подвижный	
• блок неподвижный	
• нить	
• три груза	массой по $(100 \pm 2)$ г каждый
• динамометр	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• линейка	длиной 300 мм, с миллиметровыми делениями
• транспортир	

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

## Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки:



2.  $M = FL$ .
3.  $F = (2,5 \pm 0,1)$  Н.
4.  $L = (0,120 \pm 0,002)$  м.
5.  $M = 2,5 \cdot 0,12 = 0,30$  Н·м.

## Указание экспертам

Значения прямых измерений силы упругости считаются верными, если они укладываются в границы  $F_{\text{упр}} = (2,5 \pm 0,3)$  Н

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае: для момента силы через силу и её плечо); 3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений (в данном случае: результаты измерения плеча силы и силы); 4) полученное правильное значение искомой величины	3
Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка. ИЛИ Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует	2

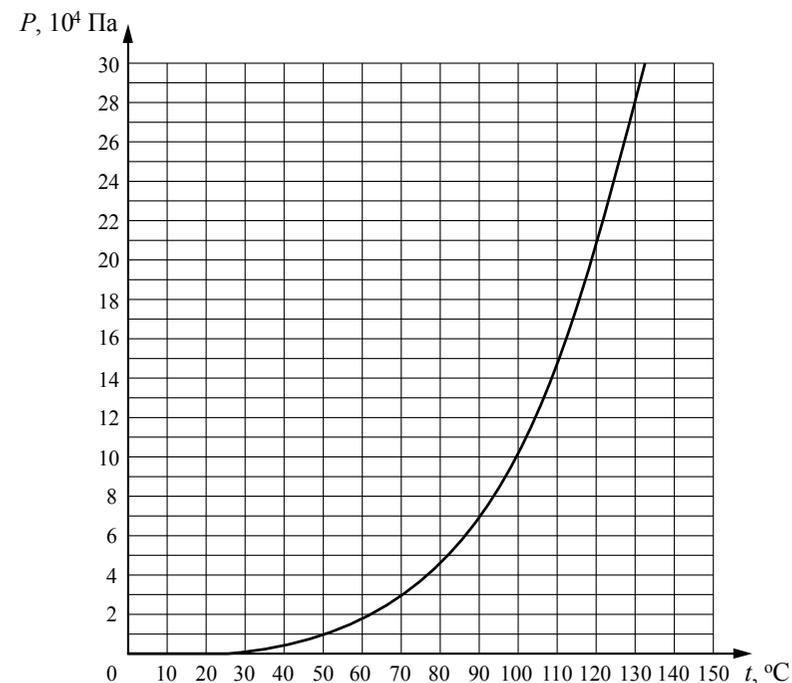
Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют.	1
ИЛИ	
Записан правильный результат с учётом заданной абсолютной погрешности измерения только для одного из прямых измерений. В элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют	
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

### Кипение

Ежедневно мы наблюдаем, как вода и её пар переходят друг в друга. Лужи на асфальте после дождя высыхают, а водяной пар в воздухе по утрам часто превращается в мельчайшие капельки тумана.

Что произойдёт, если сосуд с некоторым объёмом жидкости закрыть крышкой? Каждую секунду поверхность жидкости по-прежнему будут покидать самые быстрые молекулы, её масса будет уменьшаться, а концентрация молекул пара – увеличиваться. Одновременно с этим в жидкость из пара будет возвращаться часть его молекул, и чем больше будет концентрация пара, тем интенсивней будет процесс конденсации. Наконец наступит такое состояние, когда число молекул, возвращающихся в жидкость в единицу времени, в среднем станет равным числу молекул, покидающих её за это время. Такое состояние называют *динамическим равновесием*, а соответствующий пар – *насыщенным паром*.

Давление насыщенного пара зависит от вида жидкости и температуры. Чем тяжелее оторвать молекулы жидкости друг от друга, тем меньше будет давление её насыщенного пара. Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры представлена на рисунке.



Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры

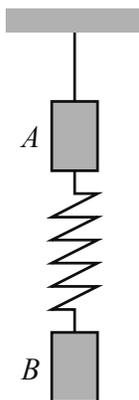
*Кипением* называется процесс образования большого числа пузырьков пара, происходящий по всему объёму жидкости и на её поверхности при нагревании. На самом деле эти пузырьки присутствуют в жидкости всегда, но их размеры растут и они становятся заметны только при кипении. Пузырьки расширяются и под действием выталкивающей силы Архимеда отрываются от дна, всплывают и лопаются на поверхности.

Кипение начинается при той температуре, когда пузырьки газа имеют возможность расширяться, а это происходит, если давление насыщенного пара вырастет до атмосферного давления. Таким образом, температура кипения – это температура, при которой давление насыщенного пара данной жидкости равно атмосферному давлению (давлению над поверхностью жидкости).

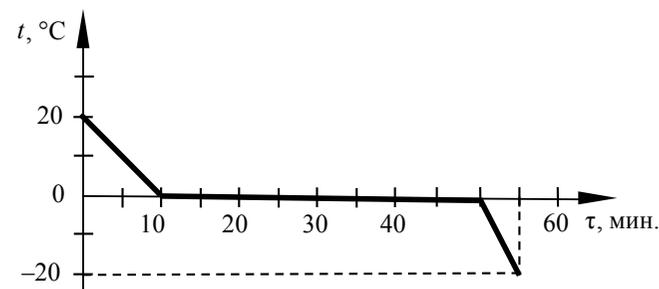
- 21 Можно ли наблюдать процесс пузырькового кипения воды на космической станции в условиях невесомости? Ответ поясните.

Образец возможного ответа	
1. Нельзя. 2. При пузырьковом кипении сила Архимеда выталкивает растущие пузырьки пара к поверхности. Сила Архимеда возникает из-за разности гидростатического давления воды на разных глубинах. В условиях невесомости гидростатическое давление внутри жидкости отсутствует, и сила Архимеда равна нулю	
Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержится логический недочёт. 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

- 22 К невесомой нити (см. рисунок) подвешен груз  $A$ . К нему на пружине прикрепляют груз  $B$  и затем нить пережигают. Какой из грузов в начале падения имеет относительно Земли большее ускорение? Ответ поясните.



- 23 Зависимость температуры 1 кг воды от времени в процессе охлаждения представлена на графике. Какое количество теплоты выделилось за 55 мин. охлаждения?



Образец возможного ответа	
1. Груз $A$ . 2. В начале падения пружина растянута. Сила упругости, действующая со стороны пружины на груз $A$ , будет сообщать ему дополнительное ускорение, направленное вертикально вниз, а сила упругости, действующая со стороны пружины на груз $B$ , будет сообщать ему дополнительно ускорение, направленное вертикально вверх. Поэтому относительно земли груз $A$ будет падать с ускорением бóльшим, а груз $B$ – с меньшим, чем ускорение свободного падения	
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, или неверны, или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Возможный вариант решения	
Дано: $m = 1 \text{ кг}$ $c_1 = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ $c_2 = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$ $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_3 = -20 \text{ }^\circ\text{C}$	$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ $Q_1 = c_1 \cdot m \cdot (t_1 - t_2)$ $Q_2 = \lambda \cdot m$ $Q_3 = c_2 \cdot m \cdot (t_2 - t_3)$  $Q = c_1 \cdot m \cdot (t_1 - t_2) + \lambda \cdot m + c_2 \cdot m \cdot (t_2 - t_3) =$ $= 4200 \cdot 1 \cdot 20 + 3,3 \cdot 10^5 \cdot 1 + 2100 \cdot 1 \cdot 20 =$ $= 456 \text{ 000 Дж} = 456 \text{ кДж}$
$Q = ?$	Ответ: $Q = 456 \text{ 000 Дж} = 456 \text{ кДж}$

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: формула для количества теплоты при нагревании вещества, формула для количества теплоты при плавлении вещества); 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 одной из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

24

Автомобиль массой 1 т трогается с места и движется с ускорением  $1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

Определите работу силы тяги на первых 10 м пути, если сила сопротивления равна 200 Н.

Возможный вариант решения	
Дано: $m = 1000 \text{ кг}$ $S = 10 \text{ м}$ $a = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $F_{\text{сопр.}} = 200 \text{ Н}$ $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$m\vec{a} = \vec{F}_T + \vec{F}_{\text{сопр.}}$ $ma = F_T - F_{\text{сопр.}}$ $F_T = ma + F_{\text{сопр.}}$ $A = F_T S$ $A = (ma + F_{\text{сопр.}}) \cdot S$ $A = (1000 \cdot 1,2 + 200) \cdot 10 = 14000 \text{ Дж}$
$A = ?$	Ответ: $A = 14000 \text{ Дж}$

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: второй закон Ньютона, формула для расчёта механической работы); 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. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> 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** Имеются два одинаковых электрических нагревателя мощностью 600 Вт каждый. На сколько градусов можно нагреть 2 л воды за 7 мин., если нагреватели будут включены последовательно в электросеть с напряжением, на которое рассчитан каждый из них? Потерями энергии пренебречь.

<b>Возможный вариант решения</b>	
<p><u>Дано:</u>  <math>P = 600 \text{ Вт}</math>  <math>V = 2 \text{ л} = 0,002 \text{ м}^3</math>  <math>\rho = 1000 \text{ кг/м}^3</math>  <math>c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}</math>  <math>\tau = 420 \text{ с}</math></p>	<p><math>m = \rho \cdot V</math>, значит <math>m = 1000 \cdot 0,002 = 2 \text{ кг}</math>  <math>P = \frac{U^2}{R}</math>, отсюда сопротивление одного нагревателя равно <math>R = \frac{U^2}{P}</math>            Закон сохранения энергии при нагревании воды при последовательном соединении двух спиралей:  <math>Q = P_{\text{двух}} \tau</math> или <math>cm\Delta t = \frac{U^2}{R_{\text{общее}}} \tau = \frac{U^2}{2R} \tau = \frac{P}{2} \tau</math>.  <math>\Delta t = \frac{P\tau}{2cm} = \frac{600 \cdot 420}{2 \cdot 4200 \cdot 2} = 15 \text{ °C}</math></p>
$\Delta t - ?$	<i>Ответ:</i> $\Delta t = 15 \text{ °C}$

<b>Содержание критерия</b>	<b>Баллы</b>
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: закон сохранения энергии, формула расчёта количества теплоты, необходимого для нагревания воды, формула для расчёта сопротивления системы проводников при последовательном соединении, формула мощности тока, формула расчёта массы тела по его объёму и плотности); 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. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. <p style="text-align: center;">ИЛИ</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	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> 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 <p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3