

**Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом**

- 17 Используя брусок с крючком, динамометры № 1 и № 2, груз № 1, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения коэффициента трения скольжения между бруском с грузом и поверхностью рейки. Используйте поверхность рейки, обозначенную А. Абсолютная погрешность измерения силы при помощи динамометра № 1 равна  $\pm 0,02$  Н, а при помощи динамометра № 2 равна  $\pm 0,1$  Н.

В бланке ответов № 2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта коэффициента трения скольжения;
- 3) укажите результаты измерения веса бруска с грузом и силы трения скольжения при движении бруска с грузом по поверхности рейки с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение коэффициента трения скольжения.

**Характеристика оборудования**

При выполнении задания используется комплект оборудования № 2 в следующем составе.

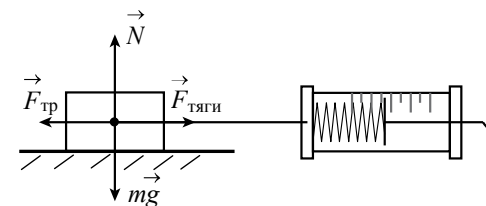
Комплект № 2	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики
• штатив лабораторный с держателем для динамометра	
• динамометр 1	предел измерения 1 Н ( $C = 0,02$ Н)
• динамометр 2	предел измерения 5 Н ( $C = 0,1$ Н)
• пружина 1 на планшете с миллиметровой шкалой	жёсткость $(50 \pm 2)$ Н/м
• пружина 2 на планшете с миллиметровой шкалой	жёсткость $(10 \pm 2)$ Н/м
• три груза, обозначить № 1, № 2 и № 3	массой по $(100 \pm 2)$ г каждый
• наборный груз или набор грузов, обозначить № 4, № 5 и № 6	наборный груз, позволяющий устанавливать массу грузов: № 4 массой $(60 \pm 1)$ г, № 5 массой $(70 \pm 1)$ г и № 6 массой $(80 \pm 1)$ г, или набор отдельных грузов

• линейка и транспортир	длина 300 мм, с миллиметровыми делениями
• брусок с крючком и нитью	масса бруска $m = (50 \pm 5)$ г
• направляющая длиной не менее 500 мм. Должны быть обеспечены разные коэффициенты трения бруска по направляющей, обозначить А и Б	поверхность А – приблизительно 0,2; поверхность Б – приблизительно 0,6; или две направляющие с разными коэффициентами трения

**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.  $F_{\text{тяги}} = F_{\text{тр}}$  (при равномерном движении).

$$F_{\text{тр}} = \mu N; N = P = mg, \text{ следовательно, } F_{\text{тр}} = \mu P, \text{ следовательно, } \mu = \frac{F_{\text{тяги}}}{P}.$$

3. Для измерения веса бруска с грузом используем динамометр № 2:

$$P = (1,5 \pm 0,1) \text{ Н.}$$

4. Для измерения силы тяги используем динамометр № 1:

$$F_{\text{тяги}} = (0,30 \pm 0,02) \text{ Н.}$$

5.  $\mu \approx 0,2$ .

**Указание экспертам**

Численное значение прямого измерения силы тяги должно попасть в интервал  $F = (0,30 \pm 0,04)$  Н; веса  $P = (1,5 \pm 0,3)$  Н

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае: <i>для коэффициента трения скольжения через вес бруска с грузом и силу трения скольжения (силу тяги)</i> ); 3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений (в данном случае: <i>результаты измерения веса бруска с грузом и силы трения скольжения (силы тяги)</i> ); 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. 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	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

### Как ориентируются летучие мыши

Летучие мыши обычно живут огромными стаями в пещерах, в которых они прекрасно ориентируются в полной темноте. Влетая и вылетая из пещеры, каждая мышь издает неслышимые нами звуки. Одновременно эти звуки издают тысячи мышей, но это никак не мешает им прекрасно ориентироваться в пространстве в полной темноте и летать, не сталкиваясь друг с другом. Почему летучие мыши могут уверенно летать в полной темноте, не натываясь на препятствия? Удивительное свойство этих ночных животных – умение ориентироваться в пространстве без помощи зрения – связано с их способностью испускать и улавливать ультразвуковые волны.

Оказалось, что во время полёта мышь излучает короткие сигналы на частоте около 80 кГц, а затем принимает отражённые эхо-сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых.

Для того, чтобы сигнал был отражён препятствием, наименьший линейный размер этого препятствия должен быть не меньше длины волны посылаемого звука. Использование ультразвука позволяет обнаружить предметы меньших размеров, чем можно было бы обнаружить, используя более низкие звуковые частоты. Кроме того, использование ультразвуковых сигналов связано с тем, что с уменьшением длины волны легче реализуется направленность излучения, а это очень важно для эхолокации.

Реагировать на тот или иной объект мышь начинает на расстоянии порядка 1 метра, при этом длительность посылаемых мышью ультразвуковых сигналов уменьшается примерно в 10 раз, а частота их следования увеличивается до 100–200 импульсов (щелчков) в секунду. То есть, заметив объект, мышь начинает щелкать более часто, а сами щелчки становятся более короткими. Наименьшее расстояние, которое мышь может определить таким образом, составляет примерно 5 см.

Во время сближения с объектом охоты летучая мышь как бы оценивает угол между направлением своей скорости и направлением на источник отражённого сигнала и изменяет направление полёта так, чтобы этот угол становился все меньше и меньше.

- 21** Может ли летучая мышь, посылая сигнал частотой 80 кГц, обнаружить мошку размером 1 мм? Скорость звука в воздухе принять равной  $320 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .  
Ответ поясните.

<b>Образец возможного ответа</b>	
1) Нет. 2) Минимальный размер мошки должен быть не менее 4 мм. Чтобы сигнал был отражён, размер препятствия не должен быть меньше длины волны сигнала	
<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 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** В каком климате (влажном или сухом) человек легче переносит жару? Ответ поясните.

<b>Образец возможного ответа</b>	
1. В сухом климате жара переносится легче. 2. При жаркой погоде охлаждение тела человека регулируется испарением воды с поверхности тела (потоотделением). Однако в условиях высокой влажности испарение идёт менее интенсивно. Кроме того, охлаждению за счёт испарения препятствует обратный процесс – конденсация на поверхности тела горячего водяного пара, находящегося в воздухе, сопровождаемая выделением теплоты	
<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, или неверны, или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

**23** В таблице приведена зависимость заряда  $q$ , протёкшего через резистор сопротивлением 2 Ом, от времени  $t$ . Какое количество теплоты выделится в резисторе за время наблюдения, если сила протекающего тока постоянна?

$t$ , с	0	1	2	3	4	5
$q$ , Кл	0	2	4	6	8	10

Возможный вариант решения	
Дано: $R = 2 \text{ Ом}$ $\tau = 4 \text{ с}$ $q = 10 \text{ Кл}$ $t = 5 \text{ с}$	$Q = I^2 R \tau$ $I = \frac{q}{t}$ $Q = \frac{q^2 R \tau}{t^2} = \frac{10^2 \cdot 2 \cdot 4}{5^2} = 32 \text{ Дж}$
$Q = ?$	Ответ: $Q = 32 \text{ Дж}$

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: закон Джоуля – Ленца, формула определения силы тока); 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** Маленький свинцовый шарик объёмом  $0,02 \text{ см}^3$  равномерно падает в воде. На какой глубине оказался шарик, если в процессе его движения выделилось количество теплоты, равное  $12,42 \text{ мДж}$ ?

Возможный вариант решения	
Дано: $V_{\text{ш}} = 0,02 \text{ см}^3 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$ $Q = 12,42 \text{ мДж} = 12,42 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ $\rho_{\text{ш}} = 11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$F_A + F_c = mg$ , откуда $F_c = mg - F_A$ . $A = F_c h$ $A = Q$ $Q = (mg - F_A)h$ , где $F_A = \rho_{\text{в}} g V_{\text{ш}}$ , а $m = \rho_{\text{ш}} V_{\text{ш}}$ . $Q = V_{\text{ш}} g h (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{в}})$ , $h = \frac{Q}{V_{\text{ш}} g (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{в}})}$ ; $h = \frac{12,42 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-8} \cdot 10 \cdot (11350 - 1000)} = 6 \text{ м}$
$h = ?$	Ответ: $h = 6 \text{ м}$

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: закон сохранения энергии, формула для расчёта массы тела по его объёму и плотности, второй закон Ньютона, формула для расчёта механической работы, формулы для силы тяжести и силы Архимеда); 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. <b>ИЛИ</b> 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 электрических нагревателя мощностью по 800 Вт каждый. Сколько времени потребуется для нагревания 1 л воды на 80 °С, если нагреватели будут включены параллельно? Потерями энергии пренебречь.

<b>Возможный вариант решения</b>	
<i>Дано:</i> $P = 800 \text{ Вт}$ $V = 1 \text{ л} = 0,001 \text{ м}^3$ $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$ $\Delta t = 80 \text{ °C}$	$m = \rho \cdot V$ , значит, $m = 1 \text{ кг}$ $P = \frac{U^2}{R}$ , отсюда сопротивление одного нагревателя: $R = \frac{U^2}{P}$ . Закон сохранения энергии при нагревании воды при параллельном соединении двух спиралей: $Q = P_{\text{двух}} \tau$ , или $cm\Delta t = \frac{U^2}{R_{\text{общее}}} \tau = \frac{2U^2}{R} \tau = 2P\tau$ $\tau = \frac{cm\Delta t}{2P} = \frac{4200 \cdot 1 \cdot 80}{2 \cdot 800} = 210 \text{ с}$
$\tau - ?$	<i>Ответ:</i> $\tau = 210 \text{ с}$

<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 параллельном 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. <b>ИЛИ</b> Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. <b>ИЛИ</b> 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. <b>ИЛИ</b> 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