

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Используя рычажные весы с равновесом, мензурку, стакан с водой, цилиндр № 1, соберите экспериментальную установку для определения плотности материала, из которого изготовлен цилиндр № 1.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки для определения объема тела;
- 2) запишите формулу для расчета плотности;
- 3) укажите результаты измерения массы цилиндра и его объема;
- 4) запишите численное значение плотности материала цилиндра.

Характеристика оборудования

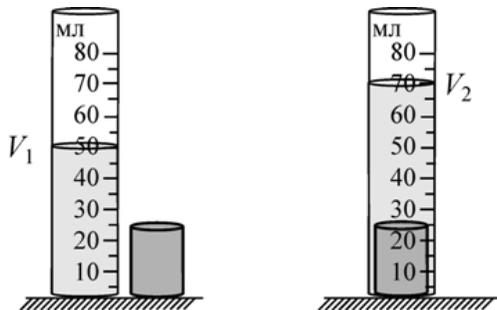
При выполнении задания используется комплект оборудования № 1 в составе:

- весы учебные рычажные с набором гирь;
- мензурка (погрешность ± 1 мл);
- сосуд с водой;
- стальной цилиндр на нити, обозначенный № 1.

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 для определения объема тела (см рисунок).*



2) $\rho = \frac{m}{V}$;

3) $m = 156 \text{ г}; V = V_2 - V_1 = 20 \text{ мл} = 20 \text{ см}^3$;

4) $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3 = 7800 \text{ кг/м}^3$.

Указание экспертам

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат рассчитывается методом границ. Учитывая погрешность (инструментальную и отсчета) измерения мензурки, получаем:

$V = V_2 - V_1 = (20 \pm 2) \text{ мл} = (20 \pm 2) \text{ см}^3$.

Так как $\rho = \frac{m}{V}$, то нижняя граница для плотности $НГ(\rho) = 7,1 \text{ г/см}^3$.

Верхняя граница $ВГ(\rho) = 8,7 \text{ г/см}^3$.

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее: 1) схематичный рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчета искомой величины по доступным для измерения величинам (в данном случае — для плотности через массу тела и его объем); 3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае — результаты измерения массы тела и объема тела); 4) полученное правильное численное значение искомой величины.	4
Приведены все элементы правильного ответа 1— 4, но: — допущена ошибка при вычислении значения искомой величины. ИЛИ — допущена ошибка при обозначении единиц измерения искомой величины. ИЛИ — допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.	3
Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены результаты прямых измерений величин, но не записана формула для расчета искомой величины и не получен ответ. ИЛИ Правильно приведены результаты прямых измерений величин, записана формула для расчета искомой величины, но не получен ответ и не приведен рисунок экспериментальной установки. ИЛИ Правильно приведены результаты прямых измерений, приведен правильный ответ, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для расчета искомой величины.	2
Записаны только правильные результаты прямых измерений. ИЛИ Представлена только правильно записанная формула для расчета искомой величины. ИЛИ Приведен правильный результат только одного из прямых измерений, и сделан рисунок экспериментальной установки.	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.	0
<i>Максимальный балл</i>	
	4

23 Вследствие приплюснутости Земли на полюсах ускорение свободного падения в разных точках на поверхности Земли (а, значит, и вес тел в этих точках) имеет неодинаковое значение. Можно ли обнаружить изменение веса тела, вызванное сплюснутостью Земли, установив очень точные рычажные весы сначала на полюсе Земли, а затем на ее экваторе? Ответ поясните.

1. *Ответ.* Нет.

2. *Обоснование.* Принцип работы рычажных весов основан на уравнивании груз на коромысле весов при помощи гирь-разновесов. Так как при перемещении с полюса Земли на ее экватор изменится не только вес исследуемого тела, но и вес гирь, то обнаружить изменение веса тела с помощью таких весов невозможно.

Содержание критерия	Баллы
Представлено правильное решение, включающее ответ (в данном случае — п. 1), и достаточное обоснование, не содержащее ошибок (в данном случае — п. 2).	2
Представлено решение, содержащее правильный ответ на поставленный вопрос и обоснование. Но при этом обоснование не является достаточным, хотя содержит корректное указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу; ИЛИ представлено обоснование, содержащее 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; ИЛИ представлен только правильный ответ без обоснований.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

24 В два цилиндрических сообщающихся сосуда различных диаметров налита ртуть. Диаметр первого сосуда в 2 раза меньше диаметра второго. В узкий сосуд поверх ртути доливают воду так, что высота столбика воды в этом сосуде равна $h=27,2$ см. На сколько миллиметров изменится уровень ртути во втором (широком) сосуде? Вода из узкого сосуда не перетекает в широкий.

Дано:

$$\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_2 = 13600 \text{ кг/м}^3;$$

$$h = 27,2 \text{ см} = 0,272 \text{ м.}$$

$x = ?$

Решение.

Обозначим H – уровень ртути в сосудах до доливания воды, ΔH – изменение уровня ртути в узком сосуде после доливания воды, x – искомую величину.

После доливания воды давление на дно узкого сосуда

$$p = \rho_2 g (H - \Delta H) + \rho_1 g h;$$

давление на дно широкого сосуда

$$p = \rho_2 g (H + x).$$

Отсюда $\rho_1 h = \rho_2 (\Delta H + x)$.

Объем ртути, вытесненной из узкого сосуда,

$$\Delta V_1 = S_1 \Delta H,$$

объем ртути, перетекшей в широкий сосуд,

$$\Delta V_1 = S_2 x.$$

Т.к. $S_2 = 4S_1$ и $\Delta V_1 = \Delta V_2$, то $\Delta H = 4x$.

$$\rho_1 h = \rho_2 (4x + x) = 5\rho_2 x;$$

$$x = \frac{h}{5} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{0,272}{5} \cdot \frac{1000}{13600} = 0,004 \text{ м} = 4 \text{ мм.}$$

Ответ: $x = 4$ мм.

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, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом (<i>в данном решении — закон Паскаля, закон сохранения массы</i>);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием соответствующих единиц измерения; 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>ИЛИ</p> <p>представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p>	2
<p>Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, но отсутствуют какие-либо преобразования с ними, направленные на решение задачи;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны все исходные формулы, но в одной 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

- 25** Определите электрическое сопротивление между концами полый медной трубки массой 2,7 кг и площадью поперечного сечения проводящей части 1 мм².

Дано:	Решение.
$m = 2,7 \text{ кг} = 2700 \text{ г};$ $S = 1 \text{ мм}^2;$ $\rho = 8900 \text{ кг/м}^3 = 8,9 \text{ г/см}^3;$ $\lambda = 0,017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}.$ $R = ?$	$R = \frac{\lambda l}{S};$ $m = \rho \cdot V = \rho \cdot l \cdot S \Rightarrow l = \frac{m}{\rho S};$ $R = \frac{\lambda}{S} \cdot \frac{m}{\rho S} = \frac{\lambda m}{\rho S^2};$ $R = \frac{0,017 \cdot 2700}{8,9 \cdot 1^2} \approx 5,2 \text{ Ом}.$ <p>Ответ: $R \approx 5,2 \text{ Ом}.$</p>

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, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом (<i>в данном решении — формула для определения сопротивления проводника; формула, связывающая массу, объем и плотность тела, формула для определения объема тела</i>);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием соответствующих единиц измерения; 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>ИЛИ</p> <p>представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p>	2
<p>Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, но отсутствуют какие-либо преобразования с ними, направленные на решение задачи;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны все исходные формулы, но в одной 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

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Используя штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и один груз, соберите экспериментальную установку для измерения жесткости пружины. Определите жесткость пружины, подвесив к ней один груз. Для измерения веса груза воспользуйтесь динамометром.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчета жесткости пружины;
- 3) укажите результаты измерения веса груза и удлинения пружины;
- 4) запишите числовое значение жесткости пружины.

Характеристика оборудования

При выполнении задания используется комплект оборудования № 3 в составе:

– штатив лабораторный с муфтой и лапкой;

– пружина жесткостью $(40 \pm 1) \frac{\text{Н}}{\text{м}}$;

– 1 груз массой (100 ± 2) г;

– динамометр школьный с пределом измерения 4 Н (погрешность 0,1 Н);

– линейка длиной 20–30 см с миллиметровыми делениями.

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 (см. рисунок).*

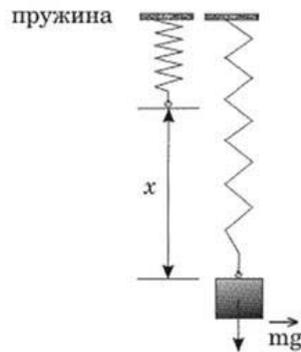
2) $F_{\text{упр}} = mg = P; F_{\text{упр}} = kx; \Rightarrow k = \frac{P}{x}$

3) $x = 25 \text{ мм} = 0,025 \text{ м}$ (измерение считается верным, если приведено в пределах от 23 до 27 мм, погрешность определяется, главным образом, погрешностью отсчета).

$P = 1 \text{ Н}$ (измерение считается верным, если приведено в пределах от 0,9 до 1,1 Н);

4) $k = 1:0,025 = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ (значение считается верным,

если приведено в пределах от $33 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ до $48 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$).



Указание экспертам

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, рассчитывается методом границ. Так как $k = \frac{P}{x}$, то нижняя граница жесткости

$$НГ(k) = \frac{P}{x} = \frac{0,9 \text{ Н}}{0,027 \text{ м}} = 33 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Верхняя граница $ВГ(k) = \frac{1,1 \text{ Н}}{0,023 \text{ м}} = 48 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчета искомой величины (в данном случае — для жесткости пружины через вес груза и удлинение пружины); 3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае — удлинения пружины и веса груза); 4) полученное правильное числовое значение искомой величины.	4
Приведены все элементы правильного ответа 1–4, но: — допущена ошибка при вычислении значения искомой величины; ИЛИ — допущена ошибка при обозначении единиц одной из величин; ИЛИ — допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.	3
Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены результаты прямых измерений величин, но не записана формула для расчета искомой величины и не получен ответ. ИЛИ Правильно приведены результаты прямых измерений величин, записана формула для расчета искомой величины, но не получен ответ и не приведен рисунок экспериментальной установки. ИЛИ Правильно приведены результаты прямых измерений, приведен правильный ответ, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для расчета искомой величины.	2
Записаны только правильные результаты прямых измерений. ИЛИ Представлена только правильно записанная формула для расчета искомой величины. ИЛИ Приведен правильный результат только одного из прямых измерений, и сделан рисунок экспериментальной установки.	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.	0
<i>Максимальный балл</i>	
	4

23 Вследствие приплюснутости Земли на полюсах ускорение свободного падения в разных точках на поверхности Земли (а, значит, и вес тел в этих точках) имеет неодинаковое значение. Можно ли обнаружить изменение веса тела, вызванное сплюснутостью Земли, установив очень точные пружинные весы сначала на полюсе Земли, а затем на ее экваторе? Ответ поясните.

1. *Ответ.* Можно.
 2. *Обоснование.* Принцип работы пружинных весов основан на явлении деформации упругой пружины. Так как при перемещении с полюса Земли на ее экватор изменится вес тела, но не изменятся упругие свойства пружины весов, то обнаружить изменение веса тела с помощью таких весов будет возможно.

Содержание критерия	Баллы
Представлено правильное решение, включающее ответ (в данном случае — п. 1), и достаточное обоснование, не содержащее ошибок (в данном случае — п. 2).	2
Представлено решение, содержащее правильный ответ на поставленный вопрос и обоснование. Но при этом обоснование не является достаточным, хотя содержит корректное указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу; ИЛИ представлено обоснование, содержащее 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; ИЛИ представлен только правильный ответ без обоснований.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

24 В два цилиндрических сообщающихся сосуда различных диаметров налита вода. Диаметр первого сосуда в 2 раза меньше диаметра второго. В широкий сосуд поверх воды доливают машинное масло так, что высота столбика масла в этом сосуде равна $h=15$ см. На сколько миллиметров изменится уровень воды в первом (узком) сосуде? Масло из широкого сосуда не перетекает в узкий.

<p>Дано:</p> <p>$\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$;</p> <p>$\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3$;</p> <p>$h = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$.</p> <p>$x = ?$</p>	<p>Обозначим H – уровень воды в сосудах до доливания масла, ΔH – изменение уровня воды в широком сосуде после доливания масла, x – искомую величину. После доливания масла давление на дно широкого сосуда</p> $p = \rho_1 g(H - \Delta H) + \rho_2 g h,$ <p>давление на дно узкого сосуда $p = \rho_1 g(H + x)$.</p> <p>Отсюда $\rho_2 h = \rho_1 (\Delta H + x)$.</p> <p>Объем воды, вытесненной из широкого сосуда, $\Delta V_1 = S_1 \Delta H$; объем воды, перетекшей в узкий сосуд, $\Delta V_2 = S_2 x$.</p> <p>Т.к. $S_1 = 4S_2$ и $\Delta V_1 = \Delta V_2$, то $\Delta H = \frac{x}{4}$.</p> $\rho_2 h = \rho_1 (\Delta H + x) = \rho_1 \left(\frac{x}{4} + x\right) = \frac{5}{4} \rho_1 x.$ $x = \frac{4h}{5} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{4 \cdot 0,15}{5} \cdot \frac{1000}{900} = 0,108 \text{ м} = 108 \text{ мм}.$ <p>Ответ: $x = 108$ мм.</p>
---	--

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, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом (<i>в данном решении — закон Паскаля, закон сохранения массы</i>);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием соответствующих единиц измерения; 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>ИЛИ</p> <p>представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p>	2
<p>Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, но отсутствуют какие-либо преобразования с ними, направленные на решение задачи;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны все исходные формулы, но в одной 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

25 Определите электрическое сопротивление между концами полой алюминиевой трубки массой 2,1 кг и длиной 50 м.

Дано:	Решение.
$m = 2,1 \text{ кг} = 2100 \text{ г};$ $l = 50 \text{ м};$ $\rho = 2700 \text{ кг / м}^3 = 2,7 \text{ г / см}^3;$ $\lambda = 0,028 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}.$ $R = ?$	$R = \frac{\lambda l}{S};$ $m = \rho \cdot V = \rho \cdot l \cdot S \Rightarrow S = \frac{m}{\rho l};$ $R = \lambda l \cdot \frac{\rho l}{m} = \frac{\lambda \rho l^2}{m};$ $R = \frac{0,028 \cdot 2,7 \cdot 50^2}{2100} = 0,09 \text{ Ом}.$ <p>Ответ: $R = 0,09 \text{ Ом}.$</p>

ρ

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, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом (<i>в данном решении — формула для определения сопротивления проводника; формула, связывающая массу, объем и плотность тела; формула для определения объема тела</i>);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием соответствующих единиц измерения; 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>ИЛИ</p> <p>представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p>	2
<p>Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, но отсутствуют какие-либо преобразования с ними, направленные на решение задачи;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи;</p> <p>ИЛИ</p> <p>записаны все исходные формулы, но в одной 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

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	3
2	4
3	1
4	2
5	1
6	2
7	2
8	1
9	3
10	4
11	2

№ задания	Ответ
12	2
13	1
14	3
15	4
16	3
17	1
18	3
19	321
20	231
21	13

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	2
2	2
3	2
4	4
5	3
6	2
7	1
8	4
9	2
10	4
11	1

№ задания	Ответ
12	4
13	4
14	3
15	4
16	3
17	2
18	1
19	423
20	113
21	25