

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	235
4	5173

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	351
4	3416

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- 17** Используя брусок с крючком и нитью, динамометр, два груза, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения работы силы трения скольжения при движении бруска по горизонтальной поверхности рейки на расстояние в 20 см.

На отдельном листе:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта работы силы трения скольжения;
- 3) укажите результаты измерения модуля перемещения бруска с грузами и силы трения скольжения при движении бруска с грузами по поверхности рейки;
- 4) запишите числовое значение работы силы трения скольжения.

Характеристика оборудования

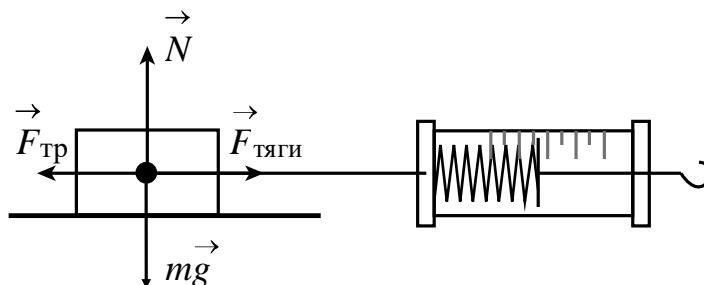
При выполнении задания используется комплект оборудования № 2 в следующем составе:

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

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).

Работа силы трения скольжения $A = -F_{\text{тр}} \cdot S$.

3. $S = 0,2$ м; $F_{\text{тяги}} = 0,5$ Н (при движении по поверхности «А»).

4. $A = -0,1$ Дж.

Указание экспертам

Численное значение прямого измерения силы тяги для динамометра 1 должно попасть в интервал $F_{\text{тяги}} = (0,5 \pm 0,1)$ Н.

Для динамометра 2 интервал равен $F_{\text{тяги}} = (0,5 \pm 0,2)$ Н.

Необходимо учесть, что результаты измерения силы трения скольжения (силы тяги) будут зависеть от материала и качества обработки поверхности рейки

Содержание критерия	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:</p> <p>1) схематичный рисунок экспериментальной установки;</p> <p>2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае: для работы силы трения скольжения через силу трения скольжения и модуль перемещения бруска, формулу равенства силы трения силе тяги);</p> <p>3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений (в данном случае результаты измерения силы трения скольжения (силы тяги) при равномерном скольжении бруска с грузами по направляющей рейке; результаты измерения пройденного бруском пути по направляющей рейке);</p> <p>4) полученное правильное численное значение искомой величины</p>	3
<p>Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка.</p>	2

ИЛИ Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует	
Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в элементах ответа 1, 2 или 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 и 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Камера Вильсона

В конце XIX века при изучении урана было открыто явление радиоактивности, которое вскоре было обнаружено у целого ряда химических элементов (торий, радий и другие). Сначала считалось, что радиоактивность – это самопроизвольное испускание невидимого излучения, которое, подобно рентгеновскому излучению, способно проникать сквозь непрозрачные экраны и оказывать фотографическое и ионизационное действия.

В результате опытов, при проведении которых различные радиоактивные образцы помещались в магнитное поле, было установлено, что на самом деле радиоактивное излучение состоит из положительно заряженных α -частиц (ядра атома гелия), отрицательно заряженных β -частиц (электроны) и γ -лучей (электромагнитное излучение с более короткими длинами волн, чем у рентгеновских лучей).

Одним из первых приборов, позволяющих изучать радиоактивное излучение, стала камера Вильсона. С её помощью можно увидеть траектории отдельных быстро движущихся заряженных частиц.

Эта камера (см. рисунок 1), созданная шотландским физиком Чарльзом Вильсоном в 1912 году, представляет собой стеклянный цилиндр (1) диаметром 10-30 см со стеклянной крышечкой, в котором может перемещаться поршень (2).

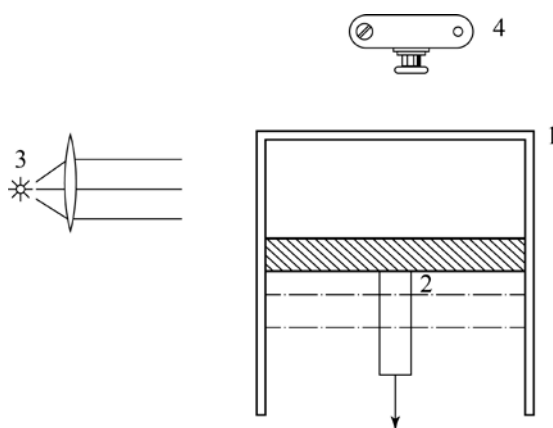


Рис. 1.

Цилиндр заполнен парами жидкости (это могут быть вода, спирт или смесь воды со спиртом), предварительно тщательно очищенными от пыли. При резком опускании поршня вниз пар охлаждается вследствие быстрого расширения, и становится пересыщенным. Но сразу этот пересыщенный пар не конденсируется, так как для этого нужны центры конденсации. Обычно в качестве таких центров выступают пылинки или другие мелкие частицы, которые из камеры как раз удалены. Чарльз Вильсон открыл, что центрами конденсации пара могут стать не только пылинки, но и положительно или отрицательно заряженные ионы. Если через очищенный пересыщенный пар

камеры Вильсона пролетает заряженная частица, она оставляет на своём пути цепочку ионов. Каждый такой ион является центром конденсации, на котором образуется капелька сконденсированной жидкости. В результате траектория пролетевшей частицы становится видимой – частица оставляет за собой туманный след. Освещая эти туманные следы сбоку сильной лампой (3), можно фотографировать их с помощью фотоаппарата (4) через прозрачную крышку камеры.

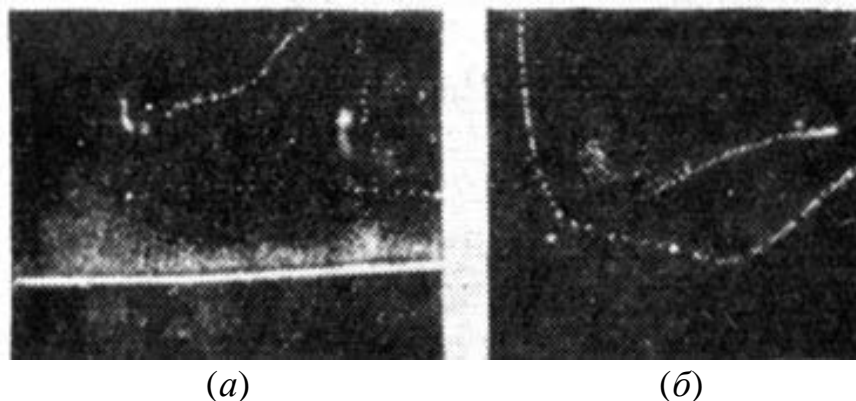


Рис. 2.

Несколько таких фотографий, сделанных самим Ч. Вильсоном, показаны на рисунке 2. На рисунке 2(а) внизу виден жирный след, оставленный α -частицей, а сверху – прерывистый тонкий след, образованный быстрым электроном (β -частица). На рисунке 2(б) представлена фотография тонких следов нескольких β -частиц.

Такая большая разница в следах α -частиц и β -частиц объясняется тем, что число N ионов, образующихся на 1 см пути пролетающей заряженной частицы, прямо пропорционально квадрату заряда Z частицы и обратно пропорционально квадрату скорости v частицы: $N \sim Z^2/v^2$. Заряд α -частицы по модулю в два раза больше заряда электрона, а скорость электронов обычно в несколько десятков раз превышает скорость α -частиц. Поэтому на пути α -частиц образуется во много раз больше ионов, чем на пути β -частиц, а значит, и туманный след α -частиц получается более заметным.

21

На фотографии следа β -частицы, пролетевшей через камеру Вильсона, видны редкие небольшие капли. Какая частица пролетела – очень быстрая или очень медленная?

Образец возможного ответа

1. Ответ: очень быстрая.
2. Число ионов, которые образуются на 1 см следа частицы, обратно пропорционально квадрату её скорости. Поэтому след очень быстрой частицы будет состоять из малого числа капель. След будет прерывистым, состоящим из редких капель, разделённых промежутками.

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, или в нём допущена ошибка. 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

На стол в кухне поставили две одинаковые бутылки с минеральной водой. Одну из бутылок (бутылку 1) вынули из кухонного буфета, а вторую (бутылку 2) – из холодильника. Какая из этих бутылок покроется снаружи каплями воды? Ответ поясните.

Образец возможного ответа	
1. Ответ: бутылка 2. 2. Бутылка 2, вынутая из холодильника, имеет температуру более низкую, чем температура окружающего воздуха в кухне. Содержащиеся в воздухе кухни ненасыщенные водяные пары, соприкасаясь со стенками бутылки 2, становятся насыщенными и конденсируются в виде капелек воды на стенках бутылки 2	
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, неверны или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

- 23** Лёгкий стержень AB длиной 50 см подвешен в точке, находящейся на расстоянии 10 см от конца A . К концу B стержня подвешивают груз массой $m_B = 125$ г. Гирю какой массы нужно подвесить к точке A , чтобы уравновесить этот стержень?

Возможный вариант решения	
<p><u>Дано:</u></p> <p>$m_B = 125 \text{ г} = 0,125 \text{ кг}$ $L_{AB} = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$ $l_A = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$</p>	<p>Длина плеча l_B рычага равна:</p> <p>$l_B = L_{AB} - l_A = 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ (м)}$.</p> <p>Запишем условие равновесия рычага:</p> <p>$m_A g l_A = m_B g l_B$.</p> <p>Отсюда найдём</p> <p>$m_A = \frac{m_B l_B}{l_A} = \frac{0,125 \text{ кг} \cdot 0,4 \text{ м}}{0,1 \text{ м}} = 0,5 \text{ кг}$</p>
$m_A - ?$	Ответ: $m_A = 0,5 \text{ кг}$
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: условие равновесия рычага; формула для момента силы);</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>ИЛИ</p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p>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>ИЛИ</p> <p>Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена</p>	1

ошибка	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

24 Пуля массой 9 г, движущаяся со скоростью 800 м/с, пробил доску и вылетела из доски со скоростью 200 м/с. Определите толщину доски, если средняя сила сопротивления, действующая на пулю в доске, равна 108 кН.

Возможный вариант решения	
<p><u>Дано:</u> $m = 9 \text{ г} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ $v_1 = 800 \text{ м/с}$ $v_2 = 200 \text{ м/с}$ $F = 108 \text{ кН} = 108000 \text{ Н}$</p>	<p>Запишем закон изменения кинетической энергии тела: $A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2},$ где $A = -Fs$.</p> <p>Отсюда: $Fs = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}.$</p> $s = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2F} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}(800^2 - 200^2) \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2}{2 \cdot 108000 \text{ Н}} = 0,025 \text{ м}$ $s = 0,025 \text{ м} = 2,5 \text{ см}$
$s - ?$	<i>Ответ:</i> $s = 2,5 \text{ см}$
Содержание критерия	
<p>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 изменения механической энергии (равенство механической работы изменению кинетической энергии), формулы для расчёта кинетической энергии и 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)</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>	2

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	
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
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

25

Для изготовления спирали кипятильника взяли нихромовую проволоку длиной 10 м и площадью поперечного сечения 1 мм². Какую массу воды m можно нагреть таким кипятильником за 1 минуту от температуры $t_1 = 12^\circ\text{C}$ до $t_2 = 100^\circ\text{C}$, если кипятильник подключён к источнику постоянного напряжения $U = 220\text{ В}$? КПД кипятильника равен 70%.

Возможный вариант решения	
<p><u>Дано:</u> $l = 10\text{ м}$ $S = 1\text{ мм}^2$ $\tau = 1\text{ мин} = 60\text{ с}$ $t_1 = 12^\circ\text{C}$ $t_2 = 100^\circ\text{C}$ $U = 220\text{ В}$ $\eta = 0,7$ $c = 4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ $\rho = 1,1\text{ (Ом}\cdot\text{мм}^2)/\text{м}$</p>	<p>КПД кипятильника равен $\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{затр}}}$, где $A_{\text{полезн}} = cm\Delta t = cm(t_2 - t_1)$, $A_{\text{затр}} = \frac{U^2}{R}\tau = \frac{U^2 S}{\rho l}\tau$ Подставляя в основную формулу $A_{\text{полезн}}$ и $A_{\text{затр}}$, $\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{затр}}} = \frac{cm(t_2 - t_1)\rho l}{U^2 S\tau}$, окончательно получаем $m = \frac{\eta U^2 S\tau}{c\rho l(t_2 - t_1)} = \frac{0,7 \cdot 220^2 \cdot 1 \cdot 60}{4200 \cdot 1,1 \cdot 10 \cdot 88} = 0,5\text{ (кг)}$</p>
$m - ?$	<i>Ответ: $m = 0,5\text{ кг}$</i>
Содержание критерия	
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых</u></p>	3

<p><u>необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: формула коэффициента полезного действия; 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>	
<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 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
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- 17** Используя брусок с крючком и нитью, динамометр, два груза, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения работы силы трения скольжения при движении бруска по горизонтальной поверхности рейки на расстояние в 40 см.

На отдельном листе:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта работы силы трения скольжения;
- 3) укажите результаты измерения модуля перемещения бруска с грузами и силы трения скольжения при движении бруска с грузами по поверхности рейки;
- 4) запишите числовое значение работы силы трения скольжения.

Характеристика оборудования

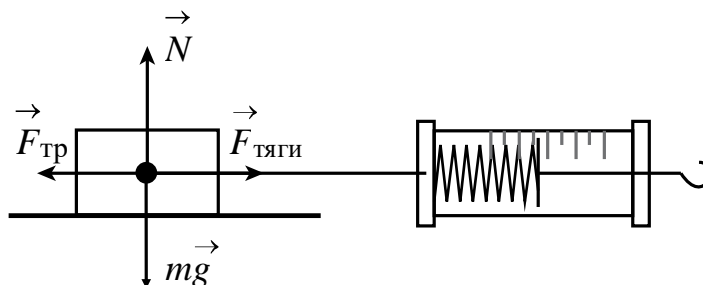
При выполнении задания используется комплект оборудования № 2 в следующем составе:

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

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).

Работа силы трения скольжения $A = -F_{\text{тр}} \cdot S$.

3. $S = 0,4$ м; $F_{\text{тяги}} = 0,5$ Н (при движении по поверхности «А»).

4. $A = -0,2$ Дж.

Указание экспертам

Численное значение прямого измерения силы тяги для динамометра 1 должно попасть в интервал $F_{\text{тяги}} = (0,5 \pm 0,1)$ Н.

Для динамометра 2 интервал равен $F_{\text{тяги}} = (0,5 \pm 0,2)$ Н.

Необходимо учесть, что результаты измерения силы трения скольжения (силы тяги) будут зависеть от материала и качества обработки поверхности рейки

Содержание критерия	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:</p> <p>1) схематичный рисунок экспериментальной установки;</p> <p>2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае: для работы силы трения скольжения через силу трения скольжения и модуль перемещения бруска);</p> <p>3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений (в данном случае: результаты измерения силы трения скольжения (силы тяги) при равномерном скольжении бруска с грузами по направляющей рейке; результаты измерения пройденного бруском пути по направляющей рейке);</p> <p>4) полученное правильное численное значение искомой величины</p>	3
<p>Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка.</p>	2

ИЛИ	
Записаны правильные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует	
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 и 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

Пузырьковая камера

В конце XIX века при изучении урана было открыто явление естественной радиоактивности, которое вскоре было обнаружено у целого ряда химических элементов (торий, радий и другие). Радиоактивность – это свойство некоторых химических элементов испускать излучение в результате ядерных превращений, в которых ядра данного радиоактивного вещества превращаются в ядра другого химического элемента. Эти лучи, подобно рентгеновским лучам, способны проникать сквозь непрозрачные экраны и оказывать фотографическое и ионизационное действия.

В результате опытов, в которых различные радиоактивные образцы помещались в магнитное поле, было установлено, что радиоактивное излучение можно разделить на три составных части: положительно заряженные α -частицы (ядра атома гелия), отрицательно заряженные β -частицы (электроны) и γ -лучи (электромагнитное излучение с более короткими длинами волн, чем у рентгеновских лучей).

Огромную роль в изучении явления радиоактивности сыграли приборы, позволяющие регистрировать даже одну-единственную частицу атомных размеров. Одним из таких замечательных приборов, позволяющих изучать радиоактивное излучение, стала камера Вильсона, созданная в 1912 году. С её помощью можно увидеть траектории отдельных быстро движущихся заряженных частиц. Другим прибором, работающим аналогично камере Вильсона, является пузырьковая камера. Она была создана в начале 50-х годов XX века молодым сотрудником Мичиганского университета Дональдом Глейзером.

В главной части пузырьковой камеры под большим давлением находится перегретая жидкость. В основном, используются следующие жидкости: сжиженный водород, сжиженный дейтерий, пропан, фреоны и др. Первые модели камер, изготовленные Глейзером, содержали ампулу с эфиром объёмом всего несколько кубических сантиметров. Жидкость была нагрета до температуры 130°C и находилась под давлением около 20 атмосфер. Специальное устройство позволяло быстро сбросить давление до нормального, но при этом эфир закипал не сразу. Если во время такого «ожидания» через жидкость пролетала заряженная частица, то она создавала на своём пути цепочку ионов, которые являлись центрами парообразования. В течение нескольких тысячных долей секунды пузырьки вырастали до видимых размеров. За такое малое время ионы не успевали сместиться на заметное расстояние, и поэтому цепочка пузырьков точно совпадала со следом частицы. Таким образом, цепочка пузырьков закипевшей жидкости делала видимым след пролетающей частицы. Сфотографировав след, можно было заново повысить давление, пузырьки исчезали (раздавливались), и прибор снова был готов к работе.

На рисунке 1 представлен один из снимков, сделанный с помощью пузырьковой камеры.

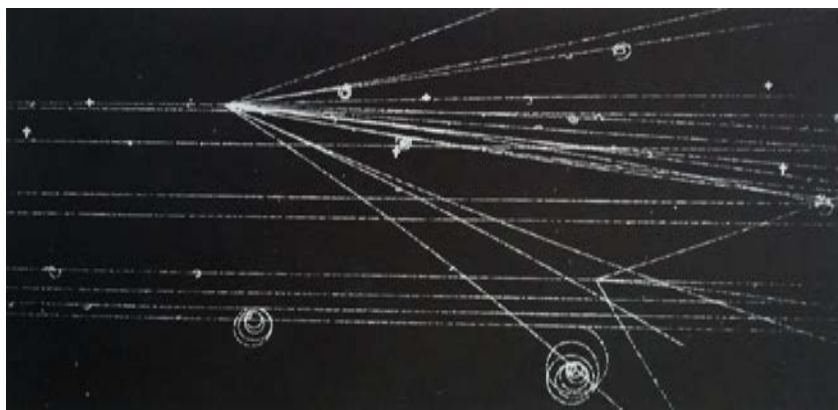


Рис. 1.

В пузырьковой камере, заполненной перегретой жидкостью, след пролетающей частицы короче, чем в газе – наполнителе камеры Вильсона. Поэтому в пузырьковых камерах удаётся проследить частицу даже с большой энергией до её остановки, что позволяет рассчитать её важнейшие характеристики. Такие камеры в настоящее время используются для регистрации частиц, полученных на мощных ускорителях.

Современные пузырьковые камеры имеют гораздо большие размеры, чем первые модели, созданные Глейзером. Они представляют собой сооружения, занимающие большой зал высотой выше 5 метров, оснащённые сложной вспомогательной аппаратурой (магнитами, сквозь полюса которых проведены каналы для фотографирования событий), и управляются быстродействующими компьютерами.

- 21** Какой из приборов для регистрации частиц – камера Вильсона или пузырьковая камера – лучше подходит для изучения частиц с большими энергиями?

Образец возможного ответа	
<p>1. Ответ: пузырьковая камера.</p> <p>2. В пузырьковой камере, заполненной более вязкой средой – перегретой жидкостью, след пролетающей частицы короче, чем в камере Вильсона, заполненной газом. Поэтому в пузырьковых камерах удаётся полностью проследить за движением частиц с большими энергиями</p>	
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, или в нём допущена ошибка. 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** Весной на полях среди чистой земли можно увидеть отдельные хорошо сохранившиеся большие снежные сугробы. Где будет меньше скорость испарения воды из почвы: около сугробов или вдали от них? Ответ поясните.

Образец возможного ответа	
<p>1. Ответ: около сугробов.</p> <p>2. Так как около сугробов температура ниже, то относительная влажность воздуха около сугробов больше, чем вдали от сугробов. Вследствие этого испарение влаги с почвы около сугробов уменьшается и даже возможна её конденсация из воздуха</p>	
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.	0
ИЛИ	
Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют	
<i>Максимальный балл</i>	2

23

Лёгкий стержень AB длиной 60 см подвешен в точке, находящейся на расстоянии 20 см от конца A . К концу B стержня подвешивают груз массой $m_B = 125$ г. Гирю какой массы нужно подвесить к точке A , чтобы уравновесить этот стержень?

Возможный вариант решения	
<u>Дано:</u> $m_B = 125 \text{ г} = 0,125 \text{ кг}$ $L_{AB} = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}$ $l_A = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$	Длина плеча l_B рычага равна: $l_B = L_{AB} - l_A = 0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ (м)}$. Запишем условие равновесия рычага: $m_A g l_A = m_B g l_B$. Отсюда найдём $m_A = \frac{m_B l_B}{l_A} = \frac{0,125 \text{ кг} \cdot 0,4 \text{ м}}{0,2 \text{ м}} = 0,25 \text{ кг}$
$m_A - ?$	<i>Ответ:</i> $m_A = 0,25 \text{ кг}$
Содержание критерия	
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: <i>условие равновесия рычага; формула для момента силы</i>); 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</u>	2

и <u>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 одной 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

24

Пуля, движущаяся со скоростью 800 м/с, пробила доску толщиной 2,5 см и на выходе из доски имела скорость 200 м/с. Определите массу пули, если средняя сила сопротивления, действующая на пулю в доске, равна 108 кН.

Возможный вариант решения	
<p><u>Дано:</u></p> <p>$v_1 = 800 \text{ м/с}$ $v_2 = 200 \text{ м/с}$ $s = 2,5 \text{ см} = 0,025 \text{ м}$ $F = 108 \text{ кН} = 108000 \text{ Н}$</p>	<p>Запишем закон изменения кинетической энергии тела:</p> $A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2},$ <p>где $A = -Fs$.</p> <p>Отсюда:</p> $Fs = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}.$ $m = \frac{2Fs}{(v_1^2 - v_2^2)} = \frac{2 \cdot 108000 \text{ Н} \cdot 0,025 \text{ м}}{(800^2 - 200^2) \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2} = 9 \cdot 10^{-3} (\text{кг}) = 9(\text{г})$
$m - ?$	<i>Ответ:</i> $m = 9 \text{ г}$
Содержание критерия	
<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 изменения механической энергии (равенство механической работы изменению кинетической энергии), формулы для расчёта кинетической энергии и механической работы);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу,</p>	3

и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	
<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 одной из них допущена ошибка</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

25

Для изготовления спирали кипятильника взяли никелиновую проволоку площадью поперечного сечения 2 мм^2 . Таким кипятильником за 1 минуту нагрели 2 кг воды от температуры $t_1 = 12^\circ\text{C}$ до $t_2 = 100^\circ\text{C}$, подключив кипятильник к источнику постоянного напряжения $U = 220 \text{ В}$. Какова длина никелиновой проволоки, которую взяли для изготовления кипятильника? КПД кипятильника равен 70%.

Возможный вариант решения	
<p><u>Дано:</u> $S = 2 \text{ мм}^2$ $\tau = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$ $m = 2 \text{ кг}$ $t_1 = 12^\circ\text{C}$ $t_2 = 100^\circ\text{C}$ $U = 220 \text{ В}$ $\eta = 0,7$ $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ $\rho = 0,4 \text{ (Ом}\cdot\text{мм}^2)/\text{м}$</p>	<p>КПД кипятильника равен</p> $\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{затр}}}, \text{ где } A_{\text{полезн}} = cm\Delta t = cm(t_2 - t_1),$ $A_{\text{затр}} = \frac{U^2}{R} \tau = \frac{U^2 S}{\rho l} \tau$ <p>Подставляя в основную формулу $A_{\text{полезн}}$ и $A_{\text{затр}}$,</p> $\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{затр}}} = \frac{cm(t_2 - t_1)\rho l}{U^2 S \tau}, \text{ окончательно получаем}$ $l = \frac{\eta U^2 S \tau}{cm\rho(t_2 - t_1)} = \frac{0,7 \cdot 220^2 \cdot 2 \cdot 60}{4200 \cdot 2 \cdot 0,4 \cdot 88} = 13,75 \text{ (м)}$
$l - ?$	Ответ: $l = 13,75 \text{ м}$

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 (<i>в данном решении: формула коэффициента полезного действия; формула расчёта количества теплоты, выделяемого проводником с током; формула мощности тока; формула расчёта количества теплоты, необходимого для нагревания тела</i>);</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 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
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3