

Ответы к заданиям

| № задания | Ответ |
|------------------|--------------|
| 1 | 415 |
| 4 | 3472 |

Ответы к заданиям

| № задания | Ответ |
|------------------|--------------|
| 1 | 453 |
| 4 | 4317 |

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- 17** Используя собирающую линзу, экран, линейку, соберите экспериментальную установку для определения оптической силы линзы 1. В качестве источника света используйте свет от удалённого окна. Абсолютную погрешность измерения фокусного расстояния линзы с помощью линейки принять равной ± 10 мм.

На отдельном листе:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта оптической силы линзы;
- 3) укажите результат измерения фокусного расстояния линзы 1 с учётом погрешности измерения;
- 4) запишите значение оптической силы линзы 1.

Характеристика оборудования

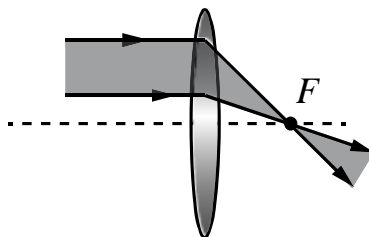
При выполнении задания используется комплект оборудования № 4 в следующем составе:

| Комплект № 4 | |
|---|---|
| элементы оборудования | рекомендуемые характеристики |
| • источник питания постоянного тока | выпрямитель с входным напряжением $36 \div 42$ В или батарейный блок $1,5 \div 7,5$ В с возможностью регулировки выходного напряжения |
| • собирающая линза 1 | фокусное расстояние $F_1 = (100 \pm 10)$ мм |
| • собирающая линза 2 | фокусное расстояние $F_2 = (50 \pm 5)$ мм |
| • рассеивающая линза 3 | фокусное расстояние $F_3 = -(75 \pm 5)$ мм |
| • линейка | длина 300 мм, с миллиметровыми делениями |
| • экран | |
| • направляющая | (оптическая скамья) |
| • слайд «Модель предмета» | |
| • осветитель | обеспечивает опыты с линзами и возможность получения узкого пучка для опыта с полуцилиндром |
| • полуцилиндр | диаметр (50 ± 5) мм, показатель преломления примерно 1,5 |
| • планшет на плотном листе с круговым транспортиром | на планшете обозначено место для полуцилиндра |

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

Возможный вариант решения

1. Схема экспериментальной установки (изображение удалённого источника света (окна) формируется практически в фокальной плоскости):



$$2. D_1 = \frac{1}{F_1}$$

$$3. F_1 = (100 \pm 10) \text{ мм} = (0,1 \pm 0,01) \text{ м}$$

$$4. D_1 = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ дптр}$$

Указание экспертам

Измерение фокусного расстояния считается верным, если попадает в интервал ± 10 мм к номинальному значению

| Содержание критерия | Баллы |
|--|-------|
| Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) схематический рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины по доступным по измерению величинам (в данном случае для оптической силы через фокусное расстояние); 3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае результаты измерения фокусного расстояния); 4) полученное правильное численное значение искомой величины | 3 |
| Представлены верные результаты прямых измерений, но в элементах ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка. ИЛИ 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 Записаны результаты прямых измерений, но в одном из них допущена ошибка при записи абсолютной погрешности измерений. В элементах ответа 1, 2, 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 |

Что такое осмотическое давление

Все мы неоднократно замечали, что если срезать живые цветы с грядки и оставить их без воды, то они начинают вянуть, а их листья становятся поникшими. Однако стоит поставить такие цветы в вазу с водой, как они оживают и расправляют свои увядшие листья. Почему так происходит? Оказывается, этот эффект связан с интересным физическим явлением, которое называется «осмос».

Осмоз (в переводе с греческого «толчок, давление») – это явление проникновения или просачивания растворителя, например, воды, в раствор некоторого вещества через разделяющую их полупроницаемую перегородку, способную пропускать только молекулы растворителя, но непроницаемую для молекул растворённого вещества. Как это происходит?

Предположим, что мы поместили в две одинаковые по объёму части сосуда, разделённые ненатянутой целлофановой перегородкой, чистую воду и раствор сахара (см. рисунок 1). Плёнка из целлофана обладает свойством пропускать молекулы воды, но непроницаема для молекул сахара. Поэтому молекулы воды начнут диффундировать из левой в правую часть сосуда, содержащую раствор сахара, стремясь таким образом выровнять концентрации воды в обоих объёмах. Спустя некоторое время можно увидеть невооружённым глазом заметное изгибание целлофановой плёнки влево, как будто на неё со стороны правой части сосуда оказывается дополнительное давление (см. рисунок 2).



Рис. 1.

Рис. 2.

При некоторой степени прогиба плёнки процесс диффузии воды в правую часть сосуда прекратится, как будто упругая сила, возникшая при деформации плёнки, уравновешивает некую силу, давящую на плёнку справа. Учёными было показано, что это дополнительное давление оказывают молекулы растворённого вещества (в нашем случае сахара), а само уравновешивающее дополнительное давление получило название осмотического.

Осмотическое давление может быть весьма велико. Так, для 4 %-ного раствора сахара при комнатной температуре оно равно $3 \cdot 10^5$ Па, что составляет примерно 3 атмосферы. Если же взять 50 %-ный раствор сахара, то осмотическое давление оказывается равным около 100 атмосфер! Осмотическое давление морской воды, содержащей 3,5 %-ный раствор соли, составляет примерно $2,7 \cdot 10^5$ Па.

Именно осмотическое давление заставляет живительную влагу подниматься по внутренним сосудам срезанных стеблей цветов. В данном случае в качестве раствора выступает уже не раствор сахара, а растворы органических и неорганических соединений, а роль полупроницаемой перегородки играют стенки внутренних сосудов срезанного стебля. Заметим, что кроме осмоса, в этом явлении определённую роль играют также и капиллярные явления.

20

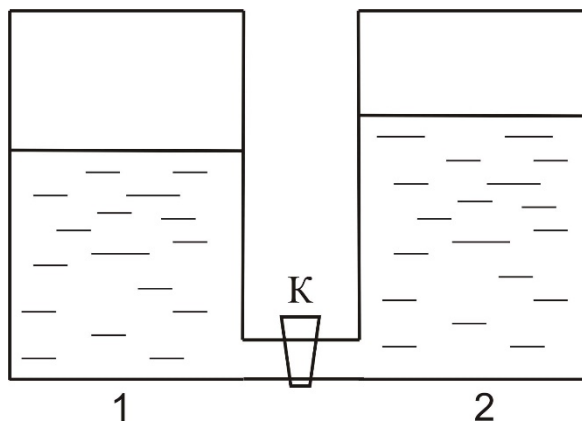
Исследователь поместил герметично закрытый пузырь, изготовленный из упругой, проницаемой для молекул воды плёнки и заполненный 5 %-ным водным раствором поваренной соли, в аквариум с чистой водой. Что будет наблюдать исследователь? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

1. Пузырь начнёт раздуваться.
2. Поскольку плёнка пузыря проницаема для молекул воды, то вода начнёт проникать внутрь него. Так как плёнка упругая, то пузырь начнёт раздуваться

| 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** В одинаковых сообщающихся цилиндрических сосудах налита вода комнатной температуры при открытом кране К. Кран К закрыли и после этого нагрели воду в сосуде 2, в результате чего уровень воды в нём немного повысился (см. рисунок). Будет ли переливаться вода из сосуда 2 в сосуд 1, если кран К открыть? Ответ поясните.



Возможный вариант решения

1. Не будет. Давление в обоих сосудах останется одинаковым, поэтому переливания жидкости из сосуда 2 в сосуд 1 не будет.
2. До перекрытия крана К вода в обоих сосудах была на одном и том же уровне, а давление у дна сосудов было одинаковым и равным $p_1 = \rho_1 g h_1$, где ρ_1 – плотность холодной воды, а h_1 – высота столбов воды в сосудах 1 и 2 сразу после перекрытия крана К. После нагревания воды во втором сосуде давление у дна сосуда 2 равно $p_2 = \rho_2 g h_2$, где ρ_2 – плотность нагретой воды, а h_2 – высота столба жидкости в сосуде 2.

Тогда отношение $\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2 g h_2}{\rho_1 g h_1} = \frac{\rho_2 h_2}{\rho_1 h_1}$.

Так как масса воды при нагревании не изменяется, то $\rho_2 S h_2 = \rho_1 S h_1$, то есть $\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{S h_1}{S h_2}$. Поэтому отношение давлений $\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2 h_2}{\rho_1 h_1} = \frac{S h_1}{S h_2} \cdot \frac{h_2}{h_1} = 1$.

Это означает, что давление в обоих сосудах останется одинаковым, поэтому переливания жидкости из сосуда 2 в сосуд 1 не будет

| 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

Почему при протекании тока в проводах, заложенных в стены дома, провода не расплавляются? Ведь согласно закону Джоуля-Ленца в проводах, по которым течёт ток, непрерывно выделяется тепло? Ответ поясните.

Возможный вариант решения

1. Температура, до которой нагреваются провода, определяется не только количеством теплоты, которое выделяется в проводнике при протекании в нём электрического тока, но и теплоотдачей в окружающую среду. Эта теплоотдача очень велика, поэтому температура проводника не достигает температуры плавления.
2. Температура, до которой нагреваются провода, определяется не только количеством теплоты, которое выделяется в проводнике при протекании в нём электрического тока $Q = I^2Rt$, но и теплоотдачей в окружающую среду. Эта теплоотдача зависит от ряда параметров, в частности, пропорциональна разности температур провода и окружающей среды и пропорциональна площади поверхности проводника. Площадь поверхности проводов весьма велика. При этом, чем выше температура провода, тем больше теплоотдача в окружающую среду. При определённой температуре проводника наступает баланс между выделяемым и отводимым количествами теплоты в проводнике, после чего увеличение температуры проводника прекращается, и она не достигает температуры плавления

| 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

В спирали электронагревателя, сделанной из нихромовой проволоки и подключённой к источнику постоянного напряжения 220 В, течёт электрический ток силой 5 А. Каково поперечное сечение проволоки, если длина проволоки 16 м?

| Возможный вариант решения | |
|--|--|
| <p><i>Дано:</i> $U = 220 \text{ В}$ $I = 5 \text{ А}$ $l = 16 \text{ м}$ $\rho = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$</p> | <p>Сопротивление спирали нагревателя: $R = \frac{U}{I} = \frac{220}{5} = 44 \text{ (Ом)}$ $R = \rho \frac{l}{S}$ Отсюда $S = \frac{\rho l}{R} = \frac{1,1 \cdot 16}{44} = 0,4 \text{ (мм}^2\text{)}$</p> |
| <p>$S = ?$</p> | <p><i>Ответ:</i> $S = 0,4 \text{ мм}^2$</p> |

| Содержание критерия | Баллы |
|--|--------------|
| <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 Ома для участка цепи; формула для расчёта сопротивления резистора через его длину, площадь поперечного сечения и удельное сопротивление резистора); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием единиц измерения величины. 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. 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</p> | 2 |
| <p>Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи.</p> | 1 |

| | |
|---|---|
| ИЛИ | |
| Записаны все исходные формулы, но в одной 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 |

24

Ракета массой 1 кг, летящая вертикально вверх, разрывается на два равных осколка в верхней точке своей траектории, которая находится на высоте 10 м над землёй. Один из осколков летит вертикально вниз и падает на землю под местом разрыва со скоростью 30 м/с. На какую высоту относительно точки разрыва поднимется второй осколок ракеты? Сопротивлением воздуха пренебречь.

| Возможный вариант решения | |
|--|--|
| <p><u>Дано:</u> $M = 1 \text{ кг}$ $m_1 = m_2 = M/2 = 0,5 \text{ кг}$ $h = 10 \text{ м}$ $v_{\text{кон}} = 30 \text{ м/с}$</p> | <p>Запишем закон сохранения импульса в проекции на вертикальную ось, направленную вверх: $M \cdot v_0 = m_2 \cdot v_2 - m_1 \cdot v_1 = 0$, где v_1 – скорость осколка ракеты, полетевшего вертикально вниз, сразу после взрыва; v_2 – скорость осколка ракеты, полетевшего вертикально вверх, сразу после взрыва. Так как $m_1 = m_2$, то $v_1 = v_2$.</p> <p>Закон сохранения механической энергии для первого осколка ракеты: $m_1 gh + \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_{\text{кон}}^2}{2}.$</p> <p>Отсюда: $v_1^2 = v_{\text{кон}}^2 - 2gh.$</p> <p>Закон сохранения механической энергии для второго осколка ракеты, полетевшего вверх, относительно точки разрыва: $m_2 gh_2 = \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_2 v_1^2}{2},$</p> <p>где h_2 – высота относительно точки разрыва, на которую поднимется второй осколок ракеты $h_2 = \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_{\text{кон}}^2 - 2gh}{2g}$</p> $h_2 = \frac{30^2 - 2 \cdot 10 \cdot 10}{2 \cdot 10} = \frac{700}{20} = 35 \text{ (м)}$ |
| $h_2 - ?$ | <i>Ответ:</i> $h_2 = 35 \text{ м}$ |

| 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 (в данном решении: <i>закон сохранения импульса; закон сохранения механической энергии; формула для вычисления кинетической энергии; формула для вычисления потенциальной энергии</i>);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием единиц измерения величины. 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 |
| <i>Максимальный балл</i> | 3 |

25

В однородном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл находится прямолинейный проводник длиной 20 см. Проводник расположен перпендикулярно вектору магнитной индукции. При пропускании по проводнику электрического тока на проводник подействовала сила Ампера 0,4 Н. Каково сопротивление проводника, если напряжение на его концах 36 В?

| Возможный вариант решения | |
|---|---|
| <p><i>Дано:</i> $l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$ $F = 0,4 \text{ Н}$ $B = 0,2 \text{ Тл}$ $U = 36 \text{ В}$</p> | <p>Сила Ампера $F = BIl$. Отсюда $I = \frac{F}{Bl}$.</p> $R = \frac{U}{I} = \frac{UBl}{F}$ <p>Отсюда: $R = \frac{36 \cdot 0,2 \cdot 0,2}{0,4} = 3,6 \text{ (Ом)}$</p> |
| <p>$R = ?$</p> | <p><i>Ответ:</i> $R = 3,6 \text{ Ом}$</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, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: <i>формула для силы Ампера; закон Ома для участка цепи</i>);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием единиц измерения величины. 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 |
| <i>Максимальный балл</i> | 3 |

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- 17** Используя собирающую линзу, экран, линейку, соберите экспериментальную установку для определения оптической силы линзы 2. В качестве источника света используйте свет от удалённого окна. Абсолютную погрешность измерения фокусного расстояния линзы с помощью линейки принять равной ± 5 мм.

На отдельном листе:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта оптической силы линзы;
- 3) укажите результат измерения фокусного расстояния линзы 2 с учётом погрешности измерения;
- 4) запишите значение оптической силы линзы 2.

Характеристика оборудования

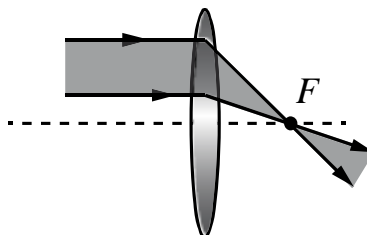
При выполнении задания используется комплект оборудования № 4 в следующем составе:

| Комплект № 4 | |
|---|---|
| элементы оборудования | рекомендуемые характеристики |
| • источник питания постоянного тока | выпрямитель с входным напряжением $36 \div 42$ В или батарейный блок $1,5 \div 7,5$ В с возможностью регулировки выходного напряжения |
| • собирающая линза 1 | фокусное расстояние $F_1 = (100 \pm 10)$ мм |
| • собирающая линза 2 | фокусное расстояние $F_2 = (50 \pm 5)$ мм |
| • рассеивающая линза 3 | фокусное расстояние $F_3 = -(75 \pm 5)$ мм |
| • линейка | длина 300 мм, с миллиметровыми делениями |
| • экран | |
| • направляющая | (оптическая скамья) |
| • слайд «Модель предмета» | |
| • осветитель | обеспечивает опыты с линзами и возможность получения узкого пучка для опыта с полуцилиндром |
| • полуцилиндр | диаметр (50 ± 5) мм, показатель преломления примерно 1,5 |
| • планшет на плотном листе с круговым транспортиром | на планшете обозначено место для полуцилиндра |

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

Возможный вариант решения

1. Схема экспериментальной установки (изображение удалённого источника света (окна) формируется практически в фокальной плоскости):



$$2. D_2 = \frac{1}{F_2}$$

$$3. F_2 = (50 \pm 5) \text{ мм} = (0,05 \pm 0,005) \text{ м.}$$

$$4. D_2 = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ дптр}$$

Указание экспертам

Измерение фокусного расстояния считается верным, если попадает в интервал ± 5 мм к номинальному значению

| Содержание критерия | Баллы |
|--|-------|
| Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) схематический рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае для оптической силы через фокусное расстояние); 3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае результаты измерения фокусного расстояния); 4) полученное правильное численное значение искомой величины | 3 |
| Представлены верные результаты прямых измерений, но в элементах ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка. ИЛИ 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 Записаны результаты прямых измерений, но в одном из них допущена ошибка при записи абсолютной погрешности измерений. В элементах ответа 1, 2, 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 |

Роль осмоса в жизнедеятельности животных и растений

Задумывались ли вы, почему вода поднимается по стволам деревьев от корней к листьям? Ведь многие деревья очень высоки. Так, например, эвкалиптовые деревья могут достигать в высоту 50–60 м, то есть для того, чтобы подняться к самой верхушке, вода должна находиться под давлением 5–6 атмосфер. Оказывается, это становится возможным благодаря физическому явлению, которое называется «осмос».

Осмоз (в переводе с греческого «толчок, давление») – это явление проникновения или просачивания растворителя, например, воды, в раствор некоторого вещества через разделяющую их полупроницаемую перегородку, способную пропускать только молекулы растворителя, но непроницаемую для молекул растворённого вещества в растворе. К таким полупроницаемым перегородкам относятся, в том числе, различные оболочки и ткани растительного или животного происхождения.

Предположим, что мы налили в U-образный сосуд, разделённый на две одинаковые по объёму части жёсткой полупроницаемой перегородкой, одинаковые объёмы чистой воды и раствора соли (см. рисунок 1). Эта перегородка обладает свойством пропускать только молекулы воды, но непроницаема для молекул соли. Поэтому молекулы воды начнут диффундировать из левой в правую часть сосуда, содержащую раствор соли, стремясь, таким образом, выровнять концентрации воды в обоих объёмах. Это явление и называется осмосом.

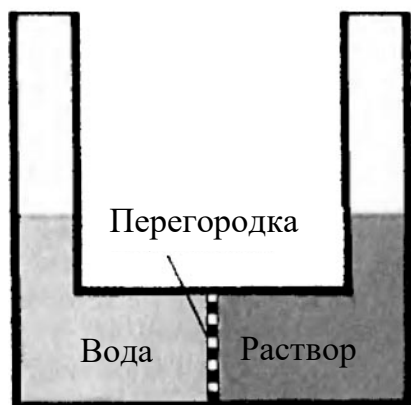


Рис. 1.

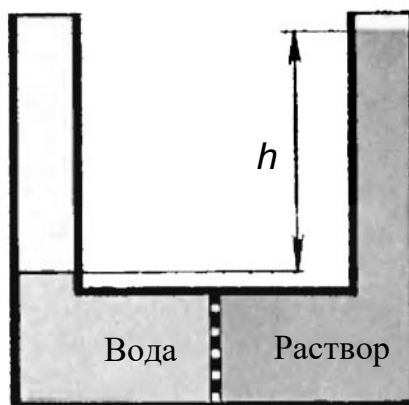


Рис. 2.

Диффузия воды в правую часть сосуда приведёт к тому, что раствор будет подниматься вверх по правой трубке (см. рисунок 2). Одновременно с этим уровень воды в левой трубке будет опускаться. Таким образом, в результате осмоса между раствором соли и чистой водой возникнет разность давлений. Процесс просачивания воды в правую часть сосуда прекратится тогда, когда гидростатическое давление, определяемое разностью h высот жидкости в трубках, уравновесит предельное давление, которое называют осмотическим. Отметим, что осмос происходит также в тех случаях, когда полупроницаемая перегородка разделяет два раствора различной концентрации.

Осмотическое давление клеток многих растений составляет от $5 \cdot 10^5$ Па до $20 \cdot 10^5$ Па, что соответствует давлению от 5 до 20 атмосфер! Именно благодаря этому вода из почвы может поступать на большую высоту по стволам деревьев.

Явление осмоса и осмотическое давление играют огромную роль в биологических системах. В человеческом организме разность осмотических давлений крови и лимфы, имеющая значение для перехода воды между ними, невелика и составляет всего 0,03–0,04 атмосферы. Тем не менее, падение осмотического давления в клетках, например, при обезвоживании организма приводит к их сжиманию и даже коллапсу. И наоборот, обессоливание организма, когда вне клеток становится больше чистой воды, приводит к набуханию и разрыву клеток.

20

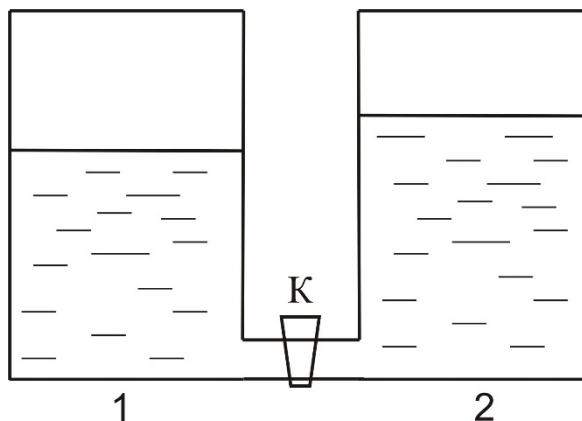
Исследователь поместил герметично закрытый пузырь, изготовленный из упругой, проницаемой только для молекул воды плёнки и заполненный 1 %-ным водным раствором соли, в аквариум с 10 %-ным водным раствором соли. Что будет наблюдать исследователь? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

1. Пузырь начнёт сжиматься.
2. В аквариуме концентрация воды меньше, чем в пузыре. Поэтому вода из пузыря будет выходить через стенки пузыря в аквариум, и пузырь сожмётся

| 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 В одинаковых сообщающихся цилиндрических сосудах налита вода комнатной температуры при открытом кране К. Кран К закрыли и после этого воду в сосуде 1 охладили до 4 °С, в результате чего уровень воды в нём немного понизился (см. рисунок). Будет ли переливаться вода из сосуда 2 в сосуд 1, если кран К открыть? Ответ поясните.



| Возможный вариант решения | |
|---|--|
| <p>1. Не будет. Давление в обоих сосудах останется одинаковым, поэтому переливания жидкости из сосуда 2 в сосуд 1 не будет.</p> <p>2 До перекрытия крана К вода в обоих сосудах была на одном и том же уровне, а давление у дна сосудов было одинаковым и равным $p_1 = \rho_1 g h_1$, где ρ_1 – плотность воды комнатной температуры, а h_1 – высота столбов воды в сосудах 1 и 2 сразу после перекрытия крана К. После охлаждения воды в первом сосуде давление у дна сосуда 1 равно $p_2 = \rho_2 g h_2$, где ρ_2 – плотность охлаждённой воды, а h_2 – новая высота столба жидкости в сосуде 1, меньшая чем h_1. Тогда отношение $\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2 g h_2}{\rho_1 g h_1} = \frac{\rho_2 h_2}{\rho_1 h_1}$.</p> <p>Так как масса воды при охлаждении не изменяется, то $\rho_2 S h_2 = \rho_1 S h_1$, то есть $\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{S h_1}{S h_2}$. Поэтому отношение давлений $\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2 h_2}{\rho_1 h_1} = \frac{S h_1}{S h_2} \cdot \frac{h_2}{h_1} = 1$.</p> <p>Это означает, что давление в обоих сосудах останется одинаковым, поэтому переливания жидкости из сосуда 2 в сосуд 1 не будет</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, 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. | 0 |
| ИЛИ | |
| Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют | |
| <i>Максимальный балл</i> | 2 |

22

При протекании тока в лампе накаливания её спираль раскаляется добела, в то время как подводящие провода почти не нагреваются, хотя сопротивление проводов при очень большой длине может быть такого же порядка, как и сопротивление нити лампы. Как такое возможно? Ответ поясните.

Возможный вариант решения

1. У подводящих проводов гораздо больше теплоотдача, чем у нити лампы накаливания.
2. Температура, до которой нагреваются провода, определяется не только количеством теплоты, которое выделяется в проводнике при протекании в нём электрического тока $Q = I^2Rt$, но и теплоотдачей в окружающую среду. Эта теплоотдача зависит от ряда параметров, в частности, пропорциональна площади поверхности проводника. При одинаковых сопротивлениях нити лампы и подводящих проводов площадь поверхности излучения энергии у проводов больше, чем у нити. Поэтому провода в большей степени охлаждаются и не нагреваются до той температуры, что нить лампы накаливания

| 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. | 1 |
| ИЛИ | |
| Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован | |
| 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 В электронагревательном элементе, сделанном из никелиновой проволоки и подключённом к источнику постоянного напряжения 120 В, течёт электрический ток силой 5 А. Какова длина проволоки, если её поперечное сечение равно 0,4 мм²?

| Возможный вариант решения | |
|--|---|
| <p><i>Дано:</i> $U = 120 \text{ В}$ $I = 5 \text{ А}$ $S = 0,4 \text{ мм}^2$ $\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$</p> | <p>Сопротивление спирали нагревателя: $R = \frac{U}{I} = \frac{120}{5} = 24 \text{ (Ом)}$ $R = \rho \frac{l}{S}$ Отсюда $l = \frac{RS}{\rho} = \frac{24 \cdot 0,4}{0,4} = 24 \text{ (м)}$</p> |
| <p>$l - ?$</p> | <p><i>Ответ:</i> $l = 24 \text{ м}$</p> |

| Содержание критерия | Баллы |
|--|--------------|
| <p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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>закон Ома для участка цепи; формула для расчёта сопротивления резистора через его длину, площадь поперечного сечения и удельное сопротивление резистора</i>); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием единиц измерения величины. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями) | 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 |

| | |
|--|---|
| 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

Снаряд, выпущенный из пушки, разорвался над землёй в верхней точке траектории на два одинаковых осколка. Непосредственно перед разрывом скорость снаряда была направлена горизонтально, а кинетическая энергия снаряда была равна 50 Дж. После разрыва один из осколков полетел назад и попал в пушку. Какую кинетическую энергию имел второй осколок сразу после разрыва? Соппротивлением воздуха пренебречь.

Возможный вариант решения

| | |
|---|--|
| <p><u>Дано:</u> $E_0 = 50$ Дж $m_1 = m_2 = m/2$</p> | <p>Кинетическая энергия целого снаряда непосредственно перед разрывом: $E_0 = \frac{mv_0^2}{2}$, где m – масса снаряда, а v_0 – его скорость в верхней точке траектории.</p> <p>Так как первый осколок вернулся к месту своего вылета, то его скорость сразу после разрыва была направлена горизонтально назад и равна по модулю v_0.</p> <p>Запишем закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось для осколков сразу после разрыва: $mv_0 = \frac{m}{2}u - \frac{m}{2}v_0$, где u – скорость второго осколка.</p> <p>Отсюда $u = 3v_0$</p> <p>Кинетическая энергия второго осколка сразу после разрыва $E_2 = \frac{m}{2} \frac{u^2}{2} = \frac{m}{2} \frac{(3v_0)^2}{2} = \frac{9}{2} E_0 = \frac{9}{2} \cdot 50 = 225$ (Дж)</p> |
| $E_2 = ?$ | <i>Ответ:</i> $E_2 = 225$ Дж |

| 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: <i>закон сохранения импульса; формула для вычисления кинетической энергии</i>);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием единиц измерения величины. 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 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

В однородном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл находится прямолинейный проводник длиной 15 см. Проводник расположен перпендикулярно вектору магнитной индукции. При пропускании по проводнику электрического тока на проводник подействовала сила Ампера 0,4 Н. Каково напряжение на концах проводника, если его сопротивление 6 Ом?

| Возможный вариант решения | |
|---|--|
| <p><u>Дано:</u> $B = 0,2$ Тл $l = 15$ см = $0,15$ м $F = 0,4$ Н $R = 6$ Ом</p> | <p>Сила Ампера $F = BIl$. Отсюда $I = \frac{F}{Bl}$.</p> $U = IR = \frac{FR}{Bl}$ <p>Отсюда: $U = \frac{0,4 \cdot 6}{0,2 \cdot 0,15} = 80 \text{ (В)}$</p> |
| <p>$U - ?$</p> | <p><i>Ответ:</i> $U = 80$ В</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, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: <i>формула для силы Ампера; закон Ома для участка цепи</i>);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ с указанием единиц измерения величины. 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 |
| <i>Максимальный балл</i> | 3 |