

Всероссийская олимпиада школьников по физике  
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

**9 класс**

Возможное (авторское) решение

**Задача 1.** Два тела движутся равномерно вдоль одной прямой. Если тела движутся навстречу друг другу, то расстояние между ними уменьшается на 16 метров за каждые 10 секунд. Если эти тела с такими же по модулю скоростями движутся в одном направлении, то расстояние между ними увеличивается на 3 метра за каждые 5 секунд. Определите числовое значение скорости каждого тела относительно неподвижной системы отсчёта.

**Решение.**

Выбор направления координатной оси не влияет на числовое значение ответа задачи т. к. по условию задачи требуется определить модуль скорости первого и второго тела. Решение задачи основано на законе сложения скоростей и уравнениях кинематических величин при равномерном движении.

При движении тел навстречу друг другу уменьшающееся расстояние  $l_1$  равно сумме путей, пройденных телами за время  $t_1$ :

$$l_1 = vt_1 + ut_1 = t_1(v + u) \text{ или } v + u = \frac{l_1}{t_1}$$

Поскольку во втором случае расстояние между телами  $l_2$  увеличивается, то одно из тел имеет большую скорость, и поэтому можно записать:

$$l_2 = vt_2 - ut_2 = t_2(v - u) \text{ или } v - u = \frac{l_2}{t_2}$$

Сложив правые и левые части полученных уравнений, получим:  $2v = \frac{l_1}{t_1} + \frac{l_2}{t_2}$ ;

после подстановки числовых значений получим:  $v = 1,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Вычитая правые и левые части полученных уравнений, получим:  $2u = \frac{l_1}{t_1} - \frac{l_2}{t_2}$ ;

после подстановки числовых значений получим:  $u = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

**Ответ:** :  $v = 1,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $u = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;

**Примерные критерии оценивания**

Выполнены рисунки, на которых указаны векторы скорости тел и выбранное направление координатной оси (для первого и второго случая) – **2 балла**.

Записано уравнение закона сложения скоростей в векторной форме и в скалярной форме для проекций векторов на координатную ось (для первого и второго случая) – **2 балла**.

Составлена система скалярных уравнений, приводящих к верному решению, произведены математические действия, необходимые для решения этой системы – **4 балла**.

Произведены математические вычисления и получен верный ответ задачи (с указанием единиц измерения) – **2 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике  
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

**9 класс**

Возможное (авторское) решение

**Задача 2.** Один литр воды нагревают с помощью нагревателя мощность которого 100 Вт. Воду никак не удаётся довести до кипения. Определите за какое время температура воды снизится на один градус, если выключить нагреватель? Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/кг °С, плотность воды 1000 кг/м<sup>3</sup>.

**Решение.**

Из анализа условия задачи вытекает, что при достижении некоторой температуры (которая ниже температуры кипения воды) наступает состояние равновесия между количеством теплоты, получаемым от нагревателя и теплотой, которую отдаёт система в окружающую среду. Следовательно, количество теплоты, отдаваемое водой в окружающую среду равно, количеству теплоты, полученному ей от нагревателя за то же время.

Следовательно:  $P\tau = cm\Delta t$ , где  $P$  – мощность нагревателя. Тогда  $\tau = \frac{cm\Delta t}{P} = 42\text{с}$ ; где  $m = \rho V$

**Ответ:**  $\tau = \frac{c\rho V\Delta t}{P} = 42\text{с}$ ;

Примерные критерии оценивания

Выполнен анализ условия задачи сделан вывод о равенстве энергий – **3 балла.**

Записаны формула для вычисления теплоты, получаемой от нагревателя – **2 балла.**

Записаны формула для вычисления количества теплоты, выделяющейся в окружающее пространство – **2 балла.**

Записана формула равенств энергий при равновесии – **1 балл.**

Выведена формула для вычисления времени и получен верный ответ – **2 балла.**

Всероссийская олимпиада школьников по физике  
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

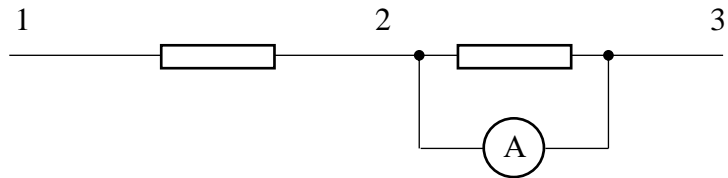
**9 класс**

Возможное (авторское) решение

**Задача 3.** Участок электрической цепи содержит только резисторы (сопротивления). Схема соединения скрыта непрозрачной ширмой. Есть возможность исследовать только три проводника, выходящие из цепи. Омметром измеряют сопротивление между этими проводниками, которые подключены к различным токам участка цепи. Между первым и вторым – 10 Ом; между вторым и третьим – 20 Ом; между первым и третьим – 30 Ом. К проводникам 1 и 3 подключают источник тока с постоянным напряжением 1,4 В, а между проводниками 3 и 2 включают амперметр, собственное сопротивление которого 5 Ом. Какое значение силы тока покажет амперметр? Сопротивление соединительных проводов не учитывать.

**Решение.**

Соотношение измеренных сопротивлений даёт основание для вывода, что цепь состоит всего из двух резисторов, соединённых последовательно между собой. После подключения амперметра эквивалентная схема цепи имеет вид:



Сопротивление такой схемы вычисляют по формуле:  $R = R_{1,2} + \frac{R_{2,3} \times R_A}{R_{2,3} + R_A} = 14 \text{ Ом}$ ; тогда по закону Ома для участка цепи сила тока в неразветвленной части цепи:  $I = \frac{U}{R} = 0,1 \text{ А}$ . Ток распределяется между резистором и амперметром в соотношении 1/4. Следовательно, через амперметр течёт ток 0,08 А. Это значение силы тока и показывает амперметр.

**Ответ:**  $I_A = 0,08 \text{ А}$ ;

**Примерные критерии оценивания**

Составлена эквивалентная схема электрической цепи – **3 балла**.

Вычислено полное сопротивление цепи – **3 балла**.

Определена сила тока в не разветвлённой части цепи – **2 балла**.

Рассчитана сила тока, протекающего через амперметр – **2 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике  
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

**9 класс**

Возможное (авторское) решение

**Задача 4.** Лабораторный сосуд полностью заполнен двумя несмешивающимися жидкостями – водой и керосином. Масса воды равна массе керосина. Сосуд имеет форму куба с ребром 36 см. Определите давление жидкостей на дно сосуда. Толщиной стенок сосуда можно пренебречь. Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность керосина  $800 \text{ кг/м}^3$ ,  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ .

**Решение.**

Так как масса воды равна массе керосина, то вода и керосин производят одинаковое давление на дно сосуда. Соответственно можно записать:  $g\rho_{\text{в}}h_{\text{в}} = g\rho_{\text{к}}h_{\text{к}}$ ; общая высота жидкостей в сосуде:  $h = h_{\text{в}} + h_{\text{к}}$ ; решая полученные уравнения относительно  $h_{\text{в}}$ , получим:  $h_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{к}}}{\rho_{\text{к}} + \rho_{\text{в}}} h = 0,16 \text{ м}$ .  
давление жидкостей на дно сосуда  $p = p_{\text{в}} + p_{\text{к}} = 2p_{\text{в}} = 2g\rho_{\text{в}}h_{\text{в}} = 3200 \text{ Па}$ .

**Ответ:**  $p = 3200 \text{ Па}$ ;

Примерные критерии оценивания

Определено равенство давлений, оказываемых жидкостями и записана формула давления жидкости на дно сосуда – **2 балла**.

Определено, что сумма толщин слоёв жидкостей равна высоте сосуда – **2 балла**.

Составлена система уравнений, приводящих к верному решению, произведены математические действия, необходимые для решения этой системы – **4 балла**.

Произведены математические вычисления и получен верный ответ задачи (с указанием единиц измерения) – **2 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике  
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

**9 класс**

Возможное (авторское) решение

**Задача 5.** С помощью рычажных лабораторных весов, находящихся в воздухе, уравнили два грузика – алюминиевый и латунный. Точность взвешивания весов  $m_0 = 0,1$  мг. При какой минимальной массе грузиков можно заметить нарушение равновесия весов, если их поместить в вакууме?

Плотность алюминия  $2,7 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность латуни  $8,5 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воздуха  $1,23$  кг/м<sup>3</sup>.

**Решение.**

На грузики в воздухе кроме силы тяжести действует сила Архимеда со стороны воздуха. В вакууме значение силы Архимеда становится равным нулю для обоих грузиков. Плотности вещества грузиков сильно отличаются, что означает различие объёмов грузиков и, следовательно, различие сил Архимеда, действующих на грузики в воздухе. Поэтому при переносе весов в вакуум равновесие нарушается. Запишем условие равновесия весов в воздухе:  $m_a - m_a \frac{\rho_B}{\rho_a} = m_l - m_l \frac{\rho_B}{\rho_l}$ ; из этого равенства следует, что:  $\frac{m_a}{m_l} = \frac{\rho_a(\rho_l - \rho_B)}{\rho_l(\rho_a - \rho_B)}$  или  $\frac{m_a - m_l}{m_l} = \frac{\rho_B(\rho_l - \rho_a)}{\rho_l(\rho_a - \rho_B)}$ ;  
по анализу условия задачи  $m_a - m_l \geq m_0$ . Тогда  $m_l \geq m_0 \frac{\rho_l(\rho_a - \rho_B)}{\rho_B(\rho_l - \rho_a)} \approx 0,3$  мг

**Ответ:**  $m \approx 0,3$  мг.

Примерные критерии оценивания

Показаны силы, действующие на каждый грузик в воздухе – **2 балла**

Указана причина нарушения равновесия весов при помещении их в вакуум – **2 балла.**

Записано условие равновесия весов в воздухе – **2 балла.**

Выполнена математическая обработка и получен верный ответ – **4 балла.**

**Общие рекомендации членам жюри по оцениванию работ участников  
олимпиады.**

1. Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные **только** в чистовике. Черновики не проверяются.
2. Не допускается снятие баллов за «плохой почерк», за решение задачи нерациональным способом, не в общем виде, или способом, не совпадающим с предложенным методической комиссией.
3. Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, **не учитывается**.
4. Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.
5. Если решение ученика отлично от авторского, то проверка работ осуществляется согласно стандартной методике оценивания решений:

**Баллы      Правильность (ошибочность) решения**

- |            |  |
|------------|--|
| <b>10</b>  | Полное верное решение  |
| <b>8</b>   | Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.  |
| <b>5-6</b> | Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).  |
| <b>5</b>   | Найдено решение одного из двух возможных случаев.  |
| <b>2-3</b> | Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение. |
| <b>0-1</b> | Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).  |
| <b>0</b>   | Решение неверное, или отсутствует.   |