Решения к заданиям муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике 2018-19 учебный год 10 класс

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10. Жюри Олимпиады оценивает записи, приведенные **только** в чистовике. Черновики не проверяются.

Не допускается снятие баллов за «плохой почерк», за решение задачи нерациональным способом, не в общем виде, или способом, не совпадающим с предложенным методической комиссией. **Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается.**

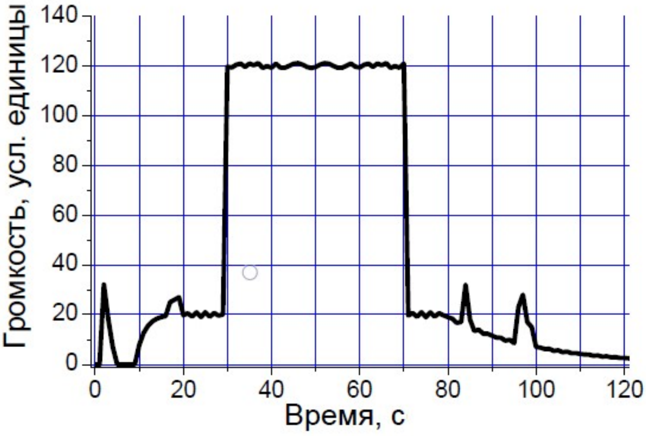
Проверка работ осуществляется Жюри Олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

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

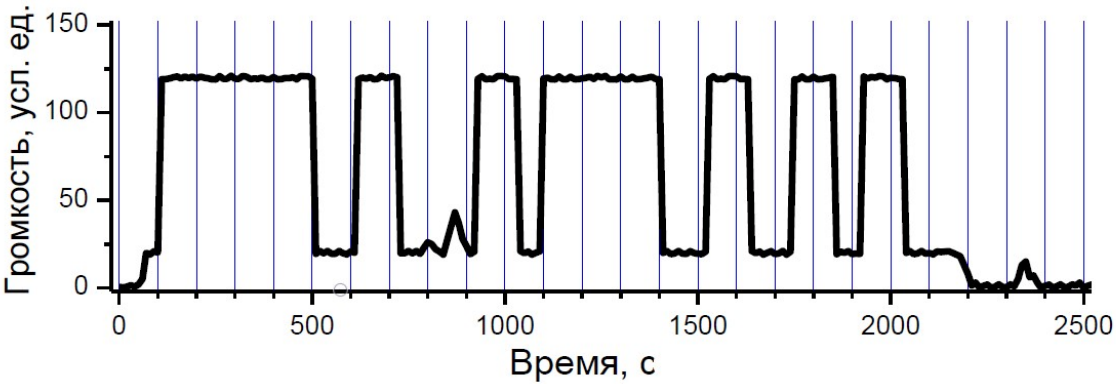
Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами. Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценок). Итоговая оценка за задачу ставится в конце решения. Кроме того, член жюри заносит ее в таблицу на первой странице работы и ставит свою подпись под оценкой.

В случае неверного решения необходимо находить и отмечать ошибку, которая к нему привела. Это позволит точнее оценить правильную часть решения и сэкономит время в случае апелляции.

1. Школьник взял микрофон из школьной лаборатории и стал записывать звуки в столярной мастерской, в которой был станок для распиливания древесины. Когда на этом станке распилили кусок фанеры шириной 15 см, то у него получилась запись громкостив зависимости от времени, как показано справа:



Потом в этой мастерской распилили без остатка один большой квадрат из той же фанеры на несколько меньших квадратов. При этом запись громкости звуков имела такой вид, как показано ниже:



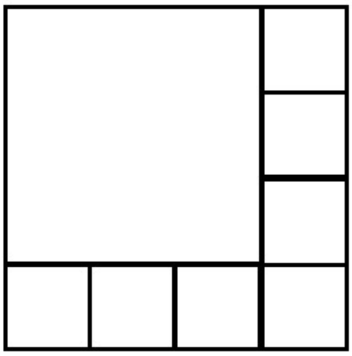
Сколько всего новых квадратов получилось из исходного листа фанеры? Чему примерно равна площадь самого большого из новых квадратов, если шириной разреза можно пренебречь?

Считается, что распил производится от края до края одного целого куска фанеры с постоянной скоростью.

<u>Возможное решение:</u>

Судя по первому графику, распиливание куска на длину 15 см требует 40 с, т.е. скорость распиливания такой фанеры на данном станке составляет 15/40 см/с (+1 балл). Так как самый долгий распил на другом графике длится примерно 400 с, т.е. он имеет длину около 1.5 м (+ 1 балл), а сам исходный лист был квадратом с длиной стороны примерно 1.5 м (+1 балл).

Судя по второму графику, всего сделано 7 распилов от края до края, т.е. всего получится 8 частей, которые по условию являются квадратами (+2 балла). Самые короткие распилы длятся вчетверо короче, чем самый долгий, причем это соотношение, 1:4, определяется точнее, чем сами по себе времена – иначе не получить квадратов. Таким образом, длина стороны самых малых квадратов составляет около 37.5 см. Отсюда следует, что от прямоугольника, оставшегося после первого распила, должны были, как минимум, отрезать часть, равную по длине малому квадрату (+1 балл). В противном случае не все детали в конечном итоге получились бы квадратами.



Искомые длительности звуков соответствуют распиливанию исходного квадрата на 8 частей, *как показано на рисунке* (за определение способа распила + 2 балла): сначала сделали длинный распил на всю длину стороны исходного квадрата.

Затем от образовавшегося прямоугольник с соотношением сторон 1:4 отпилили два меньших квадрата с длиной стороны в 4 раза меньше, чем у исходного. Затем отпилили прямоугольник с соотношением сторон 1:3 от оставшегося куска фанеры так, что получился квадрат с длиной стороны ¾ от исходного квадрата. Затем каждый из оставшихся двух прямоугольников с соотношением сторон 1:2 и 1:3 распилили, соответственно, на 2 и 3 квадрата. Т.е. получилось 7 малых квадратов и один большой, который имеет площадь 9/16 от площади исходного квадрата, что составляет примерно 1.3 $м^2$ (+ 2 балла).

2. Вдоль длинной доски, покоящейся на гладком горизонтальном столе, толкают с некоторой начальной скоростью брусок, масса которого вдвое больше массы доски. Пройдя по доске расстояние L = 40 см, брусок перестает по ней скользить. Какое расстояние пройдет по этой доске брусок, имеющий массу, равную массе доски, сделанный из прежнего материала и запущенный с той же начальной скоростью? Считайте, что сразу после запуска бруска доска в обоих случаях покоится относительно стола.

Возможное решение:

Запишем закон сохранения импульса и закон сохранения энергии для первого случая:

$$\begin{cases} 2mv = (m+2m)u \\ \dfrac{2mv^2}{2} - 2\mu mgL = \dfrac{(m+2m)u^2}{2} \\ 2\mu mgL = \dfrac{m}{3}v^2 \end{cases} =>$$

где v – начальная скорость бруска, u – скорость бруска и доски, когда проскальзывание прекратится, μ – коэффициент трения между бруском и доской, m – масса доски.

Для второго случая: $\begin{cases} mv = (m+m)V \\ \frac{mv^2}{2} - \mu mgs = \frac{(m+m)V^2}{2} \\ \mu mgs = \frac{m}{4}v^2 \end{cases} =>$

где V – скорость бруска и доски, когда проскальзывание прекратится во втором случае, s – расстояние, которое брусок, имеющий массу, равную массе доски, пройдет по доске.

Окончательно получаем:

$$\frac{2L}{s} = \frac{4}{3} => s = \frac{3}{2}L = 60\text{см}$$

Критерии оценивания:

1) Записан закон сохранения импульса для первого случая - 2 балла
2) Записан закон сохранения энергии для первого случая – 2 балла
3) Записан закон сохранения импульса для второго случая – 2 балла
4) Записан закон сохранения энергии для второго случая – 2 балла
5) Найдено расстояние s – 2 балла.

Примечание. Возможно динамическое рассмотрение задачи.

3. Снег с температурой t_1 = – 10 ^{o}C опустили в сосуд с нагревателем. Через время, равное τ_1 = 4 минуты, снег растаял и превратился в воду с температурой t_o = 0 ^{o}C, а ещё через время τ_2 = 57 с – температура воды выросла до t_2 = 20 ^{o}C. Найдите удельную теплоёмкость снега $\mathbf{c_1}$, если удельная теплоёмкость воды $c_2 = 4{,}2\cdot10^3$ Дж/кг·^{o}C, а удельная теплота плавления $\lambda = 334\cdot10^3$ Дж/кг. Тепловая мощность, передаваемая нагревателем воде и снегу, постоянна.

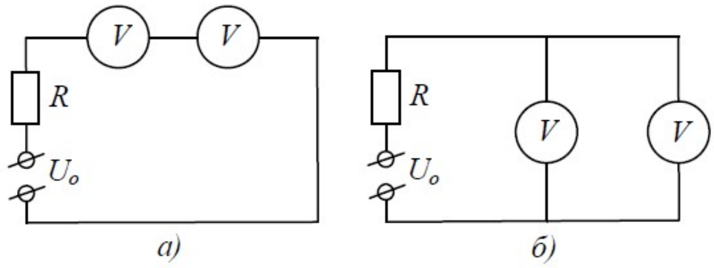
Возможное решение:

Поступившее за время τ_1 от нагревателя тепло $N\tau_1$, где N его мощность, (1балл) идёт на повышение температуры снега от t_1 до t_o и на плавление снега. Уравнение теплового баланса на этом этапе: $M(c_1(t_o - t_1) + \lambda) = N\tau_1$, где M масса снега (3балла). Поступившее за время τ_2 тепло идёт на нагрев воды от t_o до t_2, так что $Mc_2(t_2 - t_o) = N\tau_2$ (2балла). Исключая M и N находим теплоёмкость

$c_1 = c_2(t_2 - t_o)\tau_1/(t_o - t_1)\tau_2 - \lambda/(t_o - t_1) \cong 2\cdot10^3$Дж/кг·^{o}C (3балла (общ. ф-ла)+1балл (числовое значение)).

4. Два одинаковых вольтметра, включённые в цепи, схемы которых изображены на рисунках а) и б), показывают одинаковое напряжение U

= 10 В. Определите, что будут показывать три таких же вольтметра, подключённые к этому же источнику напряжения с резистором R: 1) последовательно; 2) параллельно.



Возможное решение:

Пусть сопротивление вольтметра равно r_V. Тогда для цепи 1):

$U = \frac{U_0}{R+2\,r_V}\cdot\ r_V$ (2 балла)

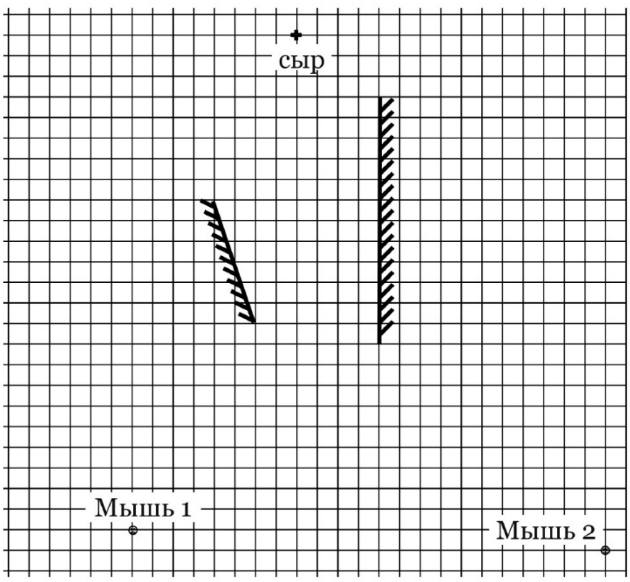
Для цепи 2): $U = \frac{U_0}{2(R+\frac{r_V}{2})}\cdot\ r_V = \frac{U_0}{2R+r_V}\cdot\ r_V$ (2 балла)

Из этих двух уравнений следует, что R=r_V (1 балл)

Если соединить три таких вольтметра последовательно, то каждый из них покажет напряжение:$U_1 = \frac{U_0}{R+3\,r_V}\cdot\ r_V = \frac{U_0}{4} = \frac{3}{4}U = 7{,}5\ В$ (2,5 балла)

При параллельном соединении трёх таких вольтметров каждый из них покажет напряжение: $U_2 = \frac{U_0}{3(R+\frac{r_V}{3})}\cdot\ r_V = \frac{U_0}{4} = \frac{3}{4}U = 7{,}5\ В$ (2,5 балла)

5. На рисунке, приложенном к условию, изображены две мышки, два зеркала и кусок сыра (вид сверху; сыр помечен крестиком, мышки -точками). Если мышка видит сыр, она начинает бежать к нему по прямой. Если мышка видит изображение сыра в зеркале, она начинает бежать по прямой к изображению. Если мышка видит одновременно и сыр, и изображение сыра (или несколько изображений сыра), она бежит к тому, что ближе. Мышки стартовали одновременно и бегут одинаково быстро. Какая мышка прибежит к сыру быстрее и во сколько раз? Задачу решить графически с помощью линейки.



Возможное решение:

Из рисунка к условию понятно, что ни одна из мышек в начальной точке не видит сыр. Построим изображение сыра в каждом зеркале. Чтобы сделать это, следует воспользоваться стандартным рецептом: опустить из

точки, где находится сыр, перпендикуляр на плоскость зеркала и продлить настолько же этот перпендикуляр за зеркало.
При построении $И_1$ (изображения сыра в левом зеркале) и при построении $И_2$ (в правом) приходится продлить линию, изображающую зеркала (см. рис. 1). Тот факт, что перпендикуляры опущены не на сами зеркала, а на их продолжения, никак не повлияет на расположение изображения. Действительно, размер зеркала повлияет лишь на то, откуда можно увидеть изображение. Так, в нашем случае сыр можно увидеть только из области, куда попадают отраженные от зеркала лучи (см. рис. 2), а, например, в точке, где расположен сам сыр, сыр в зеркале не видно. Другими словами, зеркало играет роль ”окна”, через которое наблюдатель словно бы пытается рассмотреть изображение за зеркалом. Маленький размер этого ”окна” приводит к тому, что ”заглянуть за зеркало” можно не отовсюду. Однако, независимо от того, где видно отражённые лучи, а где нет, они отражаются так, словно вышли из точки $И_2$ за зеркалом.
Итак, в начальный момент мышь 1 бежит к точке $И_2$, а мышь 2 - к точке $И_1$. Далее, в некоторый момент (свой для каждой мыши) сыр покажется из-за края зеркала. В этот момент по условию задачи мышь свернёт и побежит прямо к зеркалу. На рис. 1 жирной серой линией показана траектория движения каждой мыши.
Осталось лишь взять линейку, померить длину траектории каждой мыши (S_1 и S_2) и разделить большую из полученных длин на меньшую. Так как мыши бегут с одинаковой скоростью отношение длин траекторий будет равно отношению времен, за которые мыши достигнут сыра.
Измерять длины траекторий можно в любых единицах (миллиметрах или клеточках). Наши измерения дают:

$$k = \frac{S_2}{S_1} \cong 1{,}18$$

Погрешность аккуратно проведённых измерений может составлять около 5% (не более 5 миллиметров на 10 сантиметров). За правильный ответ засчитываются значения k, лежащие в интервале [1.1, 1.25].

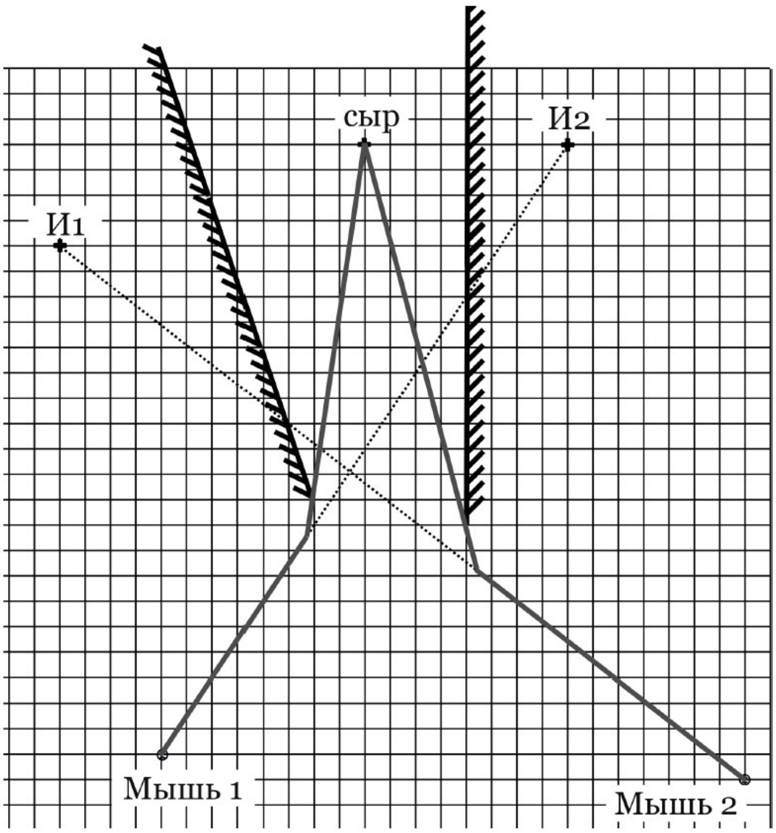


Рис. 1:

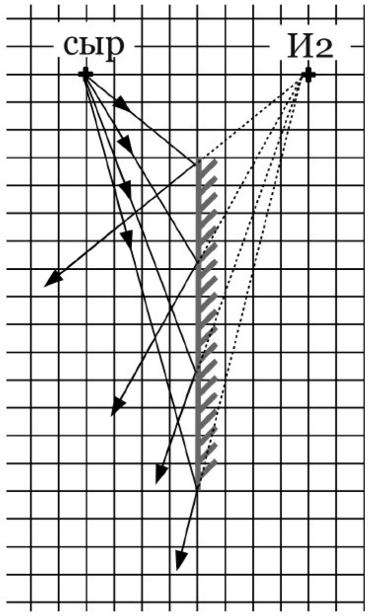


Рис. 2: