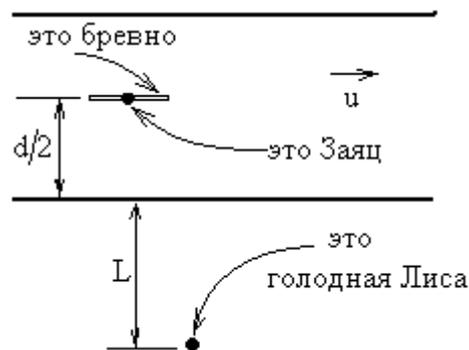


**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по
физике
2013-2014 учебный год
9 КЛАСС**

Максимальный балл – 50

Критерии оценивания и правильные ответы

Задача 1. По середине прямолинейного участка реки плывет бревно, на котором сидит Заяц. На расстоянии L от берега отдыхает голодная Лиса (см. рис.). Лиса заметила зайца в момент, когда бревно поравнялось с ней и тут же начала погоню. Бежит она так, что отрезок прямой соединяющий ее с Зайцем остается все время перпендикулярным берегу. В воде Лиса плывет, придерживаясь той же тактики. Ширина реки d , а скорость течения u . Скорость Лисы на берегу $v = u\sqrt{2}$, в воде ее скорость (относительно воды) равна $u/2$. Заяц от испуга намертво вцепился в бревно и сидит на нем неподвижно. Определите:



- 1) время через которое лиса настигнет зайца;
- 2) путь, проделанный Лисой по земле;
- 3) модуль перемещения лисы относительно земли за все время.

Автор: Юрий Константинович Рогальский

Возможное решение.

Из-за выбранной Лисой тактики координаты x (см. рис.) Лисы и Зайца остаются одинаковыми. За время пока Лиса бежит до реки (t_1), она пробегает расстояние $S_1 = v \cdot t_1$, а бревно проплывает - ut_1 . Поэтому:

$$(v \cdot t_1)^2 = L^2 + (u \cdot t_1)^2$$

$$t_1 = L / (v^2 - u^2)^{1/2} = L / u.$$

Далее Лиса плывет время t_2 . В системе отсчета, связанной с водой: Заяц покоится, скорость Лисы по условию $u/2$, а расстояние между ними $d/2$. Поэтому:

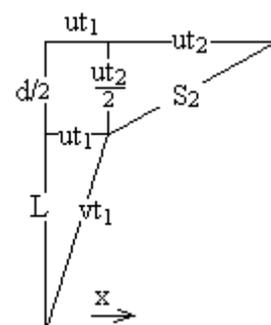
$$t_2 \cdot u/2 = d/2.$$

Значит искомое время погони $t = t_2 + t_1 = (d+L)/u$.

Расстояние, которое Лиса бежала по земле $S = v \cdot t_1 = v \cdot L / (v^2 - u^2)^{1/2}$.

За все время лиса переместилась вдоль оси x на расстояние $ut = d+L$, а вдоль оси y (перпендикулярной оси x) на расстояние $d/2 + L$. Значит модуль перемещения равен

$$\sqrt{(d+L)^2 + \left(\frac{d}{2} + L\right)^2}$$



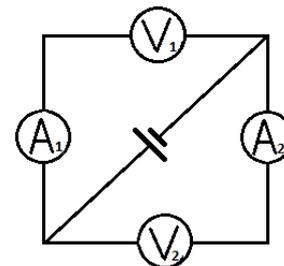
Критерии оценивания.

1.	Учащийся верно понимает, как должна двигаться лиса по берегу, чтобы выполнялись условия задачи	2 балла
2.	Верно определено время движения лисы по берегу	1 балл
3.	Учащийся верно понимает, как должна двигаться лиса в воде, чтобы выполнялись условия задачи	2 балла
4.	Верно найдено время движения лисы в воде	1 балл

5.	Верно найдено общее время погони	1 балл
6.	Верно найден модуль перемещения лисы за все время	3 балла

Максимальный балл – 10

Задача 2. Схема состоит из двух разных амперметров и двух одинаковых вольтметров. Источник тока создаёт напряжение 10 В. Первый амперметр показывает силу тока 10 мА, первый вольтметр показывает напряжение 9 В, второй амперметр показывает силу тока 8 мА.

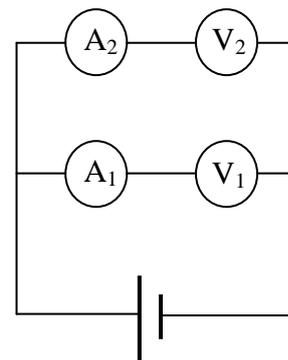


- 1) Какое напряжение покажет второй вольтметр?
- 2) Каковы сопротивления первого и второго амперметров?

Автор: Олег Владимирович Порошин

Возможное решение.

Прежде всего, начертим эквивалентную схему. Теперь видно, что амперметры соединены последовательно с вольтметрами, и находятся на параллельных участках цепи. Из этого следует, что сила тока, которую показывают амперметры, это сила тока, протекающая через вольтметры. Тогда легко найти сопротивление первого вольтметра $R_v = \frac{U_1}{I_1} = 900 \text{ Ом}$. Так как сказано, что вольтметры одинаковые, это означает что у них одинаковое сопротивление. Теперь можно вычислить напряжение на втором вольтметре: $U_2 = R_v \cdot I_2 = 7,2 \text{ В}$.



Общее напряжение на участке содержащем амперметр и вольтметр равно напряжению источника. Тогда напряжение на амперметре: $U_A = U_{ист} - U_v$.

Таким образом напряжение на первом амперметре – 1 В, а на втором – 2,8 В.

Теперь не трудно вычислить сопротивления амперметров: $R_A = \frac{U_A}{I_A}$. Получается, что сопротивление первого амперметра – 100 Ом, второго – 350 Ом.

Критерии оценивания.

1.	Записан и использован закон Ома для участка цепи	1 балл
2.	Записаны и использованы законы последовательного и параллельного соединения	1 балл
3.	Правильно получено сопротивление вольтметра	2 балла
4.	Правильно получено значение напряжения на втором вольтметре	2 балла
5.	Правильно получено сопротивление первого амперметра	2 балла
6.	Правильно получено сопротивление второго амперметра	2 балла

Максимальный балл – 10

Задача 3. Ученик проводил серию экспериментов по определению удельной теплоемкости смеси опилок трех разных металлов, смешивая опилки в разных пропорциях. Полученные результаты он записал в таблицу.

№	$m_1:m_2:m_3$	$c_{смеси}, \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$
1	1:1:2	545
2	1:2:1	650
3	2:1:1	525

Определите по данным ученика удельные теплоемкости использованных им металлов.

Автор: Василий Юрьевич Баланов

Возможное решение.

$$1) Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, c_{\text{смеси}} (m_1 + m_2 + m_3) \Delta t = c_1 m_1 \Delta t + c_2 m_2 \Delta t + c_3 m_3 \Delta t$$

$$2) \text{ из первого опыта } c_1 + c_2 + 2c_3 = 2180, \text{ из второго } c_1 + 2c_2 + c_3 = 2600,$$

$$\text{из третьего } 2c_1 + c_2 + c_3 = 2100$$

$$3) \text{ складываем левые и правые части трех уравнений и получаем } c_1 + c_2 + c_3 = 1720$$

$$c_1 + c_2 = 1720 - c_3 \text{ подставим в первое и получим } c_3 = 460 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$c_1 + c_3 = 1720 - c_2 \text{ подставим во второе и получим } c_2 = 880 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

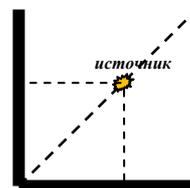
$$c_2 + c_3 = 1720 - c_1 \text{ подставим в третье и получим } c_1 = 380 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

Критерии оценивания.

1.	Использована формула $Q=cm\Delta t$	1 балл
2.	Записано верное выражение, связывающее теплоемкость смеси и теплоемкости отдельных металлов	3 балла
3.	Записаны верные выражения для теплоемкостей металлов	3 балла
4.	Получены верные численные ответы для теплоемкостей металлов	3 балла

Максимальный балл – 10

Задача 4. Два плоских зеркала, каждое из которых имеет форму квадрата со стороной a , сложены под прямым углом. Точечный источник света расположен на биссектрисе прямого угла на расстоянии $a/2$ от каждого из зеркал.



1) Какое максимальное количество изображений источника можно одновременно наблюдать в такой системе зеркал? Свой ответ обоснуйте.

2) Построением найдите область, в которой одновременно видны все три изображения.

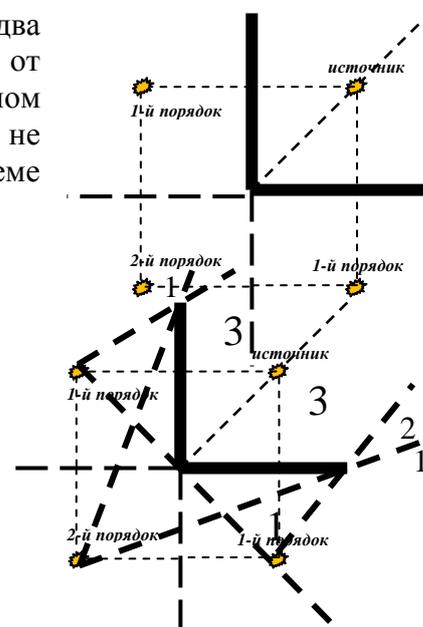
Автор: Алексей Вадимович Иванов

Возможное решение.

В системе максимально можно увидеть 3 изображения; два изображения получаются при однократном отражении от зеркал, одно (два совпадающих) – при двукратном отражении. Более двух отражений данная система дать не может (луч при двукратном отражении в такой системе выходит параллельно первоначальному падению).

Найдем область, в которой все три изображения будут видны одновременно. Проведем линии от мнимых изображений к соответствующим зеркалам. Эти линии определяются ходом лучей, отраженных от краев зеркал. Поэтому за пределами этих линий данное мнимое изображение не будет видно.

Таким образом, получаем область, в которой видны все три изображения. (На рисунке обозначена цифрами 3)

**Критерии оценивания.**

1.	Правильно построены изображения первого порядка	2 балла
2.	Правильно построено изображение второго порядка	1 балл
3.	Правильно объяснена причина невозможность наблюдения изображений более высокого порядка	1 балл
4.	Сделан вывод о том, что невозможно увидеть более 3-х	1 балл

	изображений	
5.	Правильно объяснено построение областей видимости мнимых изображений	2 балла
6.	Правильно найдена область видимости максимального количества изображений	3 балла

Максимальный балл – 10

Задача 5. Определите массу выданного вам алюминиевого стаканчика. При выполнении эксперимента считайте, что выданный вам второй сосуд имеет сложную форму, не позволяющую измерить площадь его сечения (даже если на самом деле вам выдан сосуд правильной формы). Плотность воды равна 1 г/см^3 .

Оборудование: алюминиевый стаканчик, второй сосуд (в который влезает алюминиевый стаканчик), кювета, пластиковый полулитровый стакан с водой, линейка.

Автор: Максим Леонидович Карманов

Возможное решение.

Наберем в алюминиевый стаканчик некоторое количество воды, при котором стаканчик будет устойчиво плавать во втором сосуде с водой. Дольем во второй сосуд, в котором плавает алюминиевый стаканчик, воду так, чтобы она доходила до верха сосуда. Аккуратно вытащим из него алюминиевый стаканчик и перельем всю воду из стаканчика во второй сосуд.

Когда во втором сосуде плавал алюминиевый стаканчик с водой, он вытеснял из второго сосуда объем воды, масса которого равнялась массе алюминиевого стаканчика и налитой в стаканчик воды. После того, как мы перелили воду из алюминиевого стаканчика во второй сосуд он оказался не заполненным доверху. В нем осталось место для воды, масса которой в точности равна массе алюминиевого стаканчика.

Нальем в алюминиевый стаканчик некоторое количество воды и с помощью линейки измерим расстояние h_1 от верха стаканчика до поверхности воды. Будем аккуратно переливать воду из алюминиевого стаканчика во второй сосуд, пока он не окажется полностью заполнен. Измерим линейкой расстояние h_2 от верха стаканчика до поверхности оставшейся воды. Масса перелитой воды в точности равна массе алюминиевого стаканчика. Для определения объема перелитой воды нам необходимо знать площадь сечения алюминиевого стаканчика. Измерим его диаметр с помощью линейки $d=6,6 \text{ см}$, $S = \frac{\pi d^2}{4} = 34,2 \text{ см}^2$. Тогда масса стаканчика равна $\rho_{\text{в}} S(h_1 - h_2)$.

Проведем несколько опытов, в которых будем измерять h_1 и h_2 . Для каждого опыта рассчитаем массу стаканчика и усредним полученные результаты.

№	h_1 , см	h_2 , см	m , г
1	3,8	2,6	41,0
2	4,2	3,1	37,6
3	3,5	2,3	41,0
4	4,6	3,5	37,6
5	4,9	3,9	34,2

$m_{\text{ср}} = 38 \text{ г}$.

Оценим погрешность определение массы, как средний модуль отклонения от среднего значения. $\Delta m = 2 \text{ г}$.

Окончательно получим: $m = (38 \pm 2) \text{ г}$

Критерии оценивания.

1.	Предложен достаточно точный способ определения массы стаканчика,	2 балла
----	--	---------

	не использующий измерение площади сечения второго сосуда	
2.	Верно записаны необходимые формулы для реализации выбранного метода	2 балла
3.	Выполнены необходимые измерения	2 балла
4.	Проведена серия не менее чем из 5 опытов с последующим усреднением результатов	2 балла
5.	Получен результат, отличающийся от истинного не более, чем на 20%	1 балл
6.	Оценка погрешности	1 балл

Максимальный балл – 10