

# ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ» ПО ФИЗИКЕ.

2014/15 учебный год, ЗАДАНИЕ ЗАОЧНОГО ТУРА. 7, 8 и 9 классы.

## Часть I.

Эта часть представляла собой тестовое задание, индивидуальное для каждого участника, причем все варианты тестового задания были равнозначны. Ниже приводится в качестве примера один из вариантов с комментариями методической комиссии.

### Пример тестового задания.

#### Вопрос 1 (5 баллов):

Четыре приятеля взяли одинаковые чашки горячего кофе с одинаковой температурой, по два кусочка сахара и по одному пакетiku сливок комнатной температуры. Все они начали пить кофе через 5 минут, хотя действовали по-разному. Первый растворил в кофе сахар и сливки на первой минуте ожидания, второй – на последней минуте ожидания, третий растворил сахар на первой минуте ожидания, а сливки добавил на последней, а четвертый добавил сливки на первой минуте ожидания, а сахар растворил на последней. Кто из них пил самый холодный кофе?

Варианты ответа:

- а) первый
- б) второй
- в) третий
- г) четвертый
- д) все пили кофе одинаковой температуры

#### Правильный ответ: «второй».

Комментарий: И растворение сахара, и добавление сливок понижает температуру кофе (а сливки еще создают жировую пленку на его поверхности). В результате эти действия замедляют его остывание. Следовательно, для получения наиболее горячего кофе необходимо произвести эти действия как можно раньше, а для получения наиболее холодного – как можно позже.

#### Вопрос 2 (5 баллов):

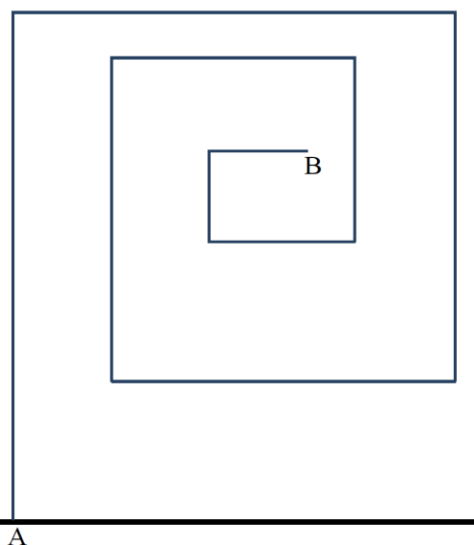


Рисунок 1.

Из однородной проволоки изготовлена спираль, составленная из прямолинейных отрезков убывающей длины: первый отрезок – 11 см, второй – 9 см, третий – 8 см, четвертый и пятый – по 7 см, шестой – 5 см, седьмой – 4 см, восьмой – 3 см, девятый и десятый – по 2 см. Соседние отрезки перпендикулярны друг другу (рисунок 1). Известно, что, благодаря тепловому расширению, длина отрезка из этой проволоки увеличивается на 0,1% при нагревании на 1°C. Конец А спирали жестко закреплен на не расширяющейся при нагревании подставке. На сколько миллиметров сместится от начального положения конец В при нагревании спирали на 10°C? Ответ запишите с округлением до целого значения.

**Правильный ответ: 1.**

Комментарий: При нагревании на 10°C все размеры в «спирали» увеличиваются на 1%, и точка А остается неподвижной. В частности, увеличивается в этой же пропорции длина отрезка АВ. Изначально смещение от точки А к В по горизонтали составляло  $(9-7+5-3+2)$  см, то есть 6 см, а по вертикали –  $(11-8+7-4+2)$  см = 8 см. Поэтому начальная длина этого отрезка по теореме Пифагора 10 см, а после нагревания на 10°C – 10,1 см. Итак, точка В сместится в направлении от точки А на 1 мм.

**Вопрос 3 (5 баллов):**

Мистер Икс прячется в кладовке. Внешняя поверхность двери между этой кладовкой и очень большим темным залом зеркальная. Точно напротив зеркальной двери у противоположной стены стоит мистер Игрек с зажженной свечой в руках. Дверь начинает медленно открываться внутрь кладовки. Ширина двери  $D = 70$  см. Мистер Икс стоит у стены кладовки, лицом в сторону двери, и от его лица до края двери  $L = 72$  см (см. рисунок 2). В тот момент, когда ширина открывшегося проема составила  $d = 42$  см, мистер Икс своим правым глазом увидел свечу. Определите расстояние  $x$  между стенкой и правым глазом мистера Икса. Ответ запишите в сантиметрах целым числом.

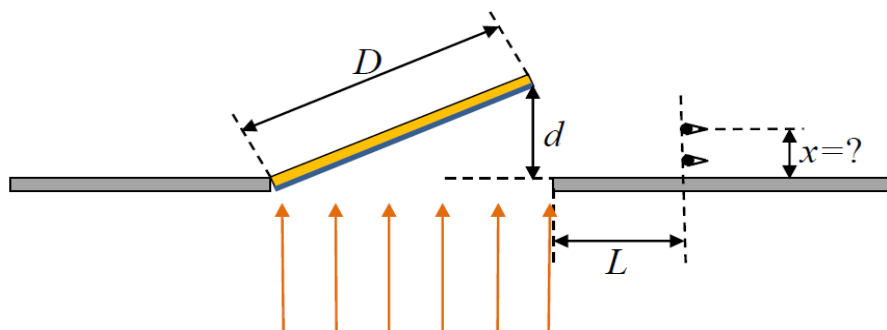
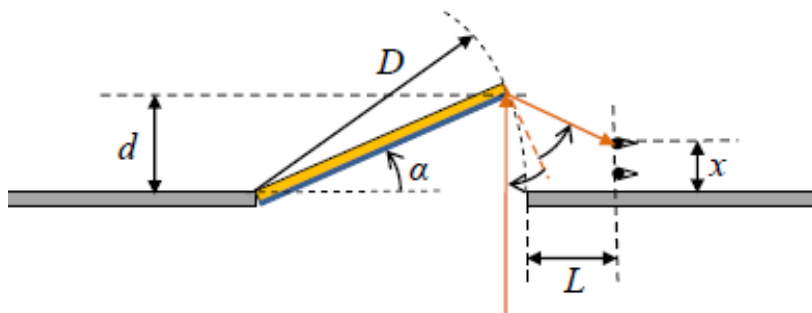


Рисунок 2.

**Правильный ответ: 17 (принимался также ответ 16).**

Комментарий: Для учеников младших классов наиболее простой способ решения – графический. Выполнив в разумном масштабе построение с помощью циркуля, линейки и транспортира, с учетом закона отражения света (в правый глаз мистера Икса первым попадает луч, отраженный от края двери, и при этом падающие лучи идут практически перпендикулярно стене, а угол падения равен углу отражения), можно измерить расстояние  $x$  на полученном чертеже:



Аналитическое решение было возможно только для тех участников, которые были знакомы с тригонометрическими функциями. Поскольку  $\sin(\alpha) = \frac{d}{D}$ , и при этом, как видно

из рисунка,  $d - x = [L + D - D \cos(\alpha)] \frac{\cos(2\alpha)}{\sin(2\alpha)} = [L + D - D \cos(\alpha)] \frac{1 - 2 \sin^2(\alpha)}{2 \sin(\alpha) \cos(\alpha)}$ , то

$$x = d - [L + D - \sqrt{D^2 - d^2}] \frac{D^2 - 2d^2}{2d\sqrt{D^2 - d^2}} \approx 16,9 \text{ см.}$$

При округлении до целого получаем ответ

$x \approx 17$  см. Учитывая возможные погрешности при построении, в качестве правильного во всех вариантах принимался любой целый ответ, отличающийся от точного менее чем на 1 см.

#### Вопрос 4 (15 баллов):

При изменении силы тока, протекающего через спираль лампы накаливания, изменяется равновесная температура спирали. Из-за этого меняется ее сопротивление, и в результате для лампы накаливания не действует закон Ома в обычной форме: ток через лампу не пропорционален приложенному напряжению. Рассмотрим схему, показанную на рисунке 3. Между клеммами  $A$  и  $B$  поддерживается неизменное напряжение. Если замкнуть клеммы  $C$  и  $D$  проводом с пренебрежимо малым сопротивлением, то практически идеальный амперметр в схеме покажет силу тока, равную  $I = 4,20$  А. Допустим, что у нас есть две одинаковые лампочки, для которых связь силы тока с приложенным напряжением дается формулой  $I(U) = I_0 \sqrt{\frac{U}{U_0}}$ . Если соединить эти лампочки последовательно и подключить к

клеммам  $C$  и  $D$ , амперметр покажет ток  $I_1 = 0,70$  А. Каковы будут показания амперметра, если подключить к клеммам  $C$  и  $D$  эти же две лампочки, но соединенные параллельно? Ответ запишите в амперах, в десятичной форме, с двумя знаками после запятой.

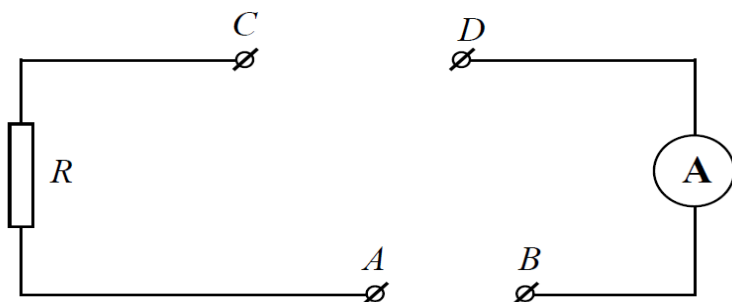


Рисунок 3.

**Правильный ответ: 1,68.**

Комментарий: Опыт с коротким замыкание клемм  $C$  и  $D$  позволяет записать для напряжения между клеммами  $A$  и  $B$ :  $U_{AB} \approx IR$ . При последовательном подключении ламп ток в них одинаков и равен  $I_1$ , а напряжения на лампах одинаковы и равны  $U(I_1) = U_0 \left( \frac{I_1}{I_0} \right)^2$ .

Поэтому:  $2U_0 \left( \frac{I_1}{I_0} \right)^2 = U_{AB} - I_1 R = (I - I_1)R$ . Если при параллельном включении через амперметр течет ток  $I_2$ , то ток в каждой из ламп равен  $\frac{I_2}{2}$ , и поэтому

$U_0 \left( \frac{I_2}{2I_0} \right)^2 = U_{AB} - I_2 R = (I - I_2)R$ . Разделив эти соотношения друг на друга, получаем уравнение для определения  $I_2$ :  $I_2^2 + \frac{8I_1^2}{I - I_1} I_2 - \frac{8II_1^2}{I - I_1} = 0$ . Физический смысл имеет

положительный корень, поэтому  $I_2 = \frac{2I_1}{I - I_1} [\sqrt{4I_1^2 + 2I(I - I_1)} - 2I_1] = 1,68 \text{ A}$ .

**Максимальный балл за часть I: 30 баллов.**