

## ЗАДАНИЕ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА. 7, 8 и 9 классы.

Задание состояло из двух частей: тестовое задание и основная часть.

### Часть I: тестовое задание.

Эта часть представляла собой тестовое задание, индивидуальное для каждого участника, причем все варианты тестового задания были равнозначны. Один из вопросов требовал выбрать вариант ответа из предложенных, остальные требовали введения ответа. Несмотря на тестовый характер, задания этой части тоже были «олимпиадного» типа, но проверка этой части производилась автоматически. Ниже приводится в качестве примера один из вариантов с комментариями методической комиссии.

#### Вопрос 1 (5 баллов):

Четыре приятеля взяли одинаковые чашки горячего кофе с одинаковой температурой, по два кусочка сахара и по одному пакету 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

#### Вопрос 2 (5 баллов):

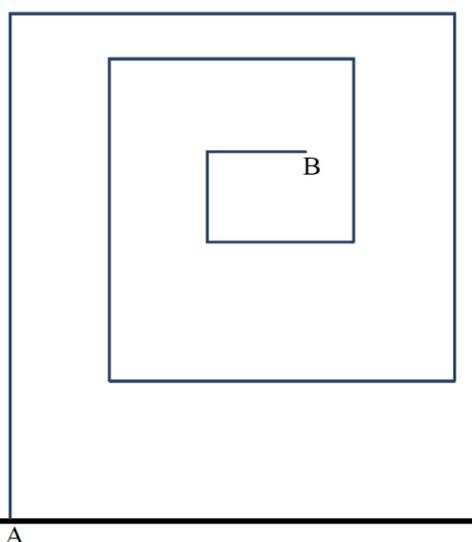


Рисунок 1.

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.

**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.

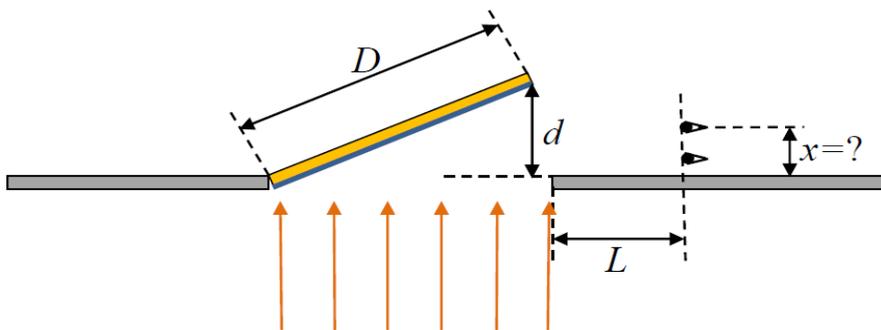


Рисунок 2.

**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.

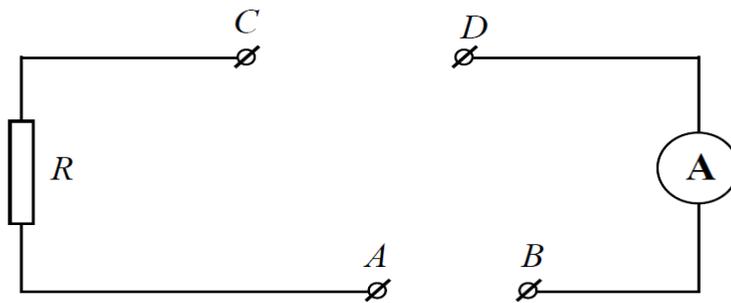


Рисунок 3.

## Часть II.

Задания этой части носили творческий характер и имели высокий уровень сложности. При проверке жюри обращало внимание не только на правильность вычислений, но и на правильное понимание участником сути рассматриваемого физического явления.

1. («Тетрадные измерения») Возьмите лист из стандартной тетради «в клеточку». Как, не пользуясь ничем, кроме ножниц, двух деревянных планок и самого листа, измерить его толщину? Опишите методику измерений, выполните их для имеющегося у Вас подходящего листа. Какое значение толщины Вы получили? Какова точность Вашего результата (постарайтесь сделать так, чтобы она была достаточно хорошей и используйте для этого все разрешенное оборудование)?

2. («Гонки по наклонной») Два ученика 7 класса – Петр и Василий – поднимались, стоя на эскалаторе, двигавшемся со скоростью  $u$ . Доехав до середины подъема, они, сговорившись заранее, одновременно перебросили свои портфели на параллельный эскалатор, который двигался вниз с такой же скоростью. Сразу после этого они побежали за своими портфелями разными путями. Петр побежал по своему эскалатору вверх, где быстро перескочил на спускающийся эскалатор и побежал по нему вслед за портфелями. Василий побежал по своему эскалатору вниз, где также быстро перескочил на встречный эскалатор и побежал по нему навстречу портфелям. Оба бежали с максимальными для себя скоростями, которые для обоих мальчиков одинаковы: по неподвижному эскалатору вверх они могут бежать со скоростью  $V_1$ , а вниз – со скоростью  $V_2$ . При каком соотношении между  $u$ ,  $V_1$  и  $V_2$  Петр и Василий одновременно добегут до портфелей, причем их встреча произойдет на спускающемся эскалаторе? Перечислить все возможные варианты (приняв во внимание, что по условию задачи все скорости отличны от нуля!).

3. («Тепловой подъемник») Талантливый инженер Савелий Умкин сконструировал подъемник, представлявший собой вертикальную гладкую теплоизолирующую трубу, герметично закрытую с нижнего конца, внутри которой находится подвижный горизонтальный легкий поршень. Под поршнем находится вода, а подъем поршня происходит за счет ее испарения. Однажды зимой инженер включил нагреватель своей машины, когда под поршнем были равные количества воды и льда в равновесии. В процессе нагрева воды до  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  он постепенно нагружал поршень так, чтобы он оставался на месте. После того, как температура достигла этого значения, инженер перестал нагружать поршень, и тот поехал вверх. Поршень достиг конца трубы, где ударился о специальные упоры и сбросил груз точно к тому моменту, когда вся вода испарилась. Определите КПД подъемника в описанном цикле, то есть отношение работы пара над поршнем в процессе подъема к количеству тепла, сообщенному воде от нагревателя. Использовать следующие данные: удельная теплота плавления льда  $\lambda \approx 334 \text{ кДж/кг}$ , удельная теплоемкость жидкой воды  $c \approx 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ , удельная теплота парообразования воды  $r \approx 2480 \text{ кДж/кг}$ , плотность насыщенного водяного пара при  $100^\circ\text{C}$   $\rho \approx 0,59 \text{ кг/м}^3$ , давление насыщенного водяного пара при этой температуре  $p \approx 101 \text{ кПа}$ .

4. («пружина против Архимеда») На дне бассейна лежит куб с длиной ребра  $a$  из материала, плотность которого в пять раз меньше плотности воды. К центру нижней грани куба прикреплен конец невесомой пружины, длина которой в недеформированном состоянии равна  $l = 4a$ . Второй конец пружины закреплен на дне бассейна (кольца пружины достаточно мягкие, а проволока, из которой она изготовлена, достаточно тонкая, так что куб, несмотря на пружину, лежит на дне практически ровно, приподнимаясь над дном на расстояние, много меньшее  $a$ ). В бассейн налили воду до уровня  $H$  (относительно дна бассейна). Какая часть объема куба будет находиться под водой в состоянии равновесия? Известно, что при подвешивании куба на этой пружине к потолку (в воздухе) удлинение пружины  $\Delta l = \frac{a}{4}$ .