

***Уважаемый участник олимпиады!***

Вам предстоит выполнить теоретические задания. Время выполнения заданий – 230 минут. Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задания;
- не забывайте переносить решения в чистовик, черновики не проверяются;
- решение каждой задачи начинайте с новой страницы;
- задача считается решенной, если в ней приведено полное доказательство или обоснование ответа;
- после выполнения заданий еще раз удостоверьтесь в правильности записанных ответов и решений.
- Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

Итог подводится по сумме баллов, набранных участником.

**Задача 1. Белочка**

Мальчик Саша вышел покормить белочку на балкон, который находится на высоте  $H = 8$  м над землёй. Под балконом растёт сосна высотой  $S = 3$  м, у основания которой сидит белочка. Первый орешек Саша отпускает без начальной скорости, а белочка в тот же момент начинает подниматься по сосне с постоянной скоростью и успевает поймать орешек, когда добегает до макушки сосны. Найдите скорость  $v$  белочки. Второй орешек Саша бросает вниз с начальной скоростью  $v_0$  в тот момент, когда белочка начинает спускаться по сосне с той же постоянной скоростью  $v$ , и его белочка ловит только у самого основания сосны. Найдите скорость  $v_0$ . Ускорение свободного падения считать равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**Задача 2. стакан на линейке**

Будущий экспериментатор Вася откопал в школьной лаборатории секундомер, линейку массой  $m = 30$  г и длиной  $L = 80$  см, цилиндрический однородный стакан массой  $M = 80$  г, радиусом  $r = 4$  см и глубиной  $H = 15$  см и бутылку с жидкостью плотностью  $\rho = 0,9$  г/см<sup>3</sup>. Васе захотелось определить, с какой скоростью эта жидкость будет испаряться. Для этого он положил линейку на стол перпендикулярно к его краю так, что ее часть длиной  $l = 10$  см оказалась на столе. На эту часть линейки Вася поставил стакан так, что его край совпал с краем стола. В стакан до краев он налил жидкость и засек время. После того как прошло время  $t_1$ , стакан опрокинулся, но Вася не успел зафиксировать это время. Чтобы эксперимент удался во второй раз, он положил линейку на стол так же, как в первом случае, но поставил стакан на линейку так, что край стакана и край линейки совпали, налил до краев стакана жидкость и засек время. Когда стакан опрокинулся, Вася зафиксировал время  $t_2 = 160$  с. Помогите Васе определить время опрокидывания стакана в первом случае  $t_1$  и рассчитайте для данного стакана скорость испарения  $\alpha$  — на какую величину уменьшается высота жидкости в стакане за одну секунду. Толщиной стенок стакана можно пренебречь.

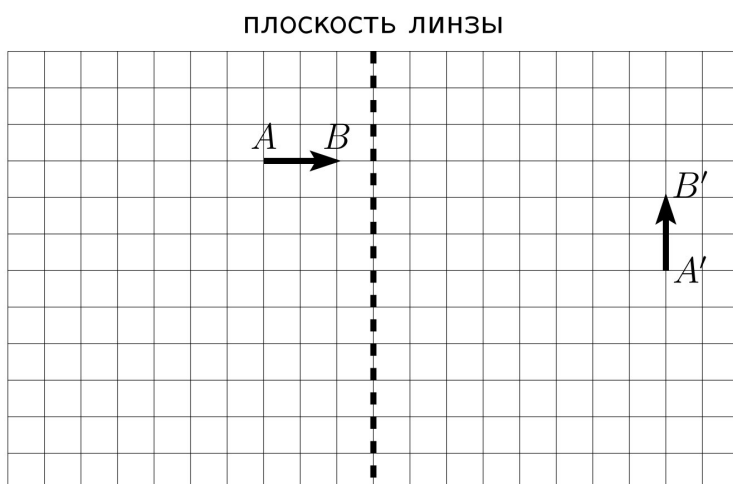
### Задача 3. Лёд в калориметре

Экспериментатор Петя проводит опыт с калориметром, мощность нагревательного элемента в котором равна  $P = 375$  Вт. Исходно в калориметр налито некоторое количество воды неизвестной массы  $m$  с температурой  $t = 25^\circ\text{C}$ . Петя помещает в калориметр кусок льда массой  $m_{\text{л1}} = 300$  г с температурой  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ , дожидается установления теплового равновесия, извлекает из калориметра нерастаявший лёд (если он остался) и нагревает воду в калориметре до начальной температуры  $t$ . Петя обнаружил, что нагрев занял  $\Delta\tau_1 = 203$  с, при этом лёд растаял только частично. Определите 1) массу воды в калориметре  $m$ ; 2) времена нагрева воды  $\Delta\tau_2$  и  $\Delta\tau_3$ , если бы Петя взял лёд массой  $m_{\text{л2}} = 200$  г и  $m_{\text{л3}} = 100$  г соответственно. Удельная теплоёмкость воды  $c = 4,2$  Дж/( $^\circ\text{C} \cdot \text{г}$ ), удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330$  Дж/г, теплообменом с окружающей средой пренебречь.

### Задача 4. Линза и зеркало

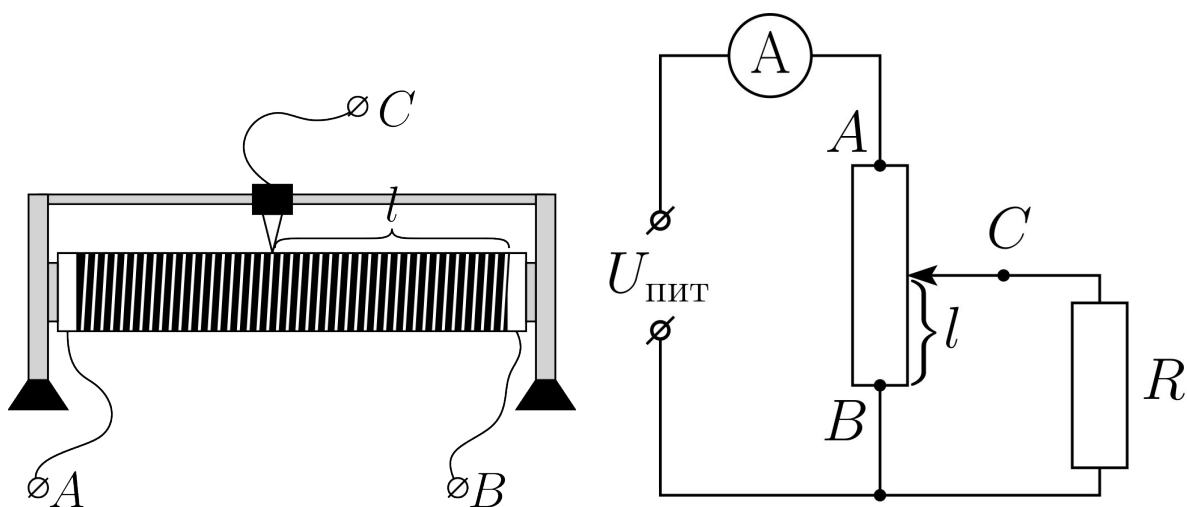
В комнате находится тонкая собирающая линза, плоское зеркало и линейный предмет  $AB$ . На рисунке показаны плоскость, в которой находится линза, положения предмета и его действительного изображения  $A'B'$ , причём это изображение исчезнет, если убрать зеркало из комнаты. Отметьте на рисунке плоскость, в которой находится зеркало, положения главной оптической оси и фокусов линзы.

Итоговое построение сделайте на копии рисунка, приведённой в листе ответа.



### Задача 5. Потенциометр-1

Школьник Саша нашёл в школьной лаборатории амперметр, резистор с известным сопротивлением  $R = 100 \text{ Ом}$ , источник питания с неизвестным напряжением  $U_{\text{пит}}$  и потенциометр — прибор, очень похожий на реостат, но имеющий три вывода вместо двух. Перемещая ползунок потенциометра, можно менять сопротивления участков от точки А до С и от точки С до В, при этом общее сопротивление потенциометра  $R_0$  (от точки А до В) остаётся неизменным. Саша собрал схему, показанную на рисунке, и измерил зависимость показаний амперметра от расстояния  $l$  от точки В до ползунка, которая приведена в таблице. Известно, что при смещении ползунка на  $\Delta l = 1 \text{ см}$  сопротивление участка от ползунка до точки В изменяется на  $k = 4 \frac{\text{Ом}}{\text{см}}$ .



$l, \text{ см}$	5	10	20	30	40	45
$I, \text{ мА}$	40,9	42,4	48,9	59,4	78,8	94,7

1. Выразите силу тока  $I$ , измеряемую амперметром, через  $R_0$ ,  $R$ ,  $k$ ,  $l$  и  $U_{\text{пит}}$ .
2. Перепишите полученную формулу в виде  $y = R_0 - U_{\text{пит}} \cdot x$  и определите выражения для  $x$  и  $y$ .
3. Постройте зависимость  $y(x)$  на имеющемся листе с сеткой и графически определите значения полного сопротивления потенциометра  $R_0$  и напряжения источника питания  $U_{\text{пит}}$ .

Источник питания и амперметр считайте идеальными.