

Пермский край  
2022-2023 учебный год

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО  
ФИЗИКЕ  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
10 КЛАСС**

**Уважаемый участник олимпиады!**

Вам предстоит выполнить теоретические (письменные) задания.

Время выполнения заданий – **230 минут** (3 часа 50 минут).

Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание и определите, наиболее верный и полный ход решения и ответ;
- отвечая на теоретический вопрос, обдумайте и сформулируйте конкретный ответ только на поставленный вопрос;
- запишите решение каждого теоретического вопроса.

Не спешите сдавать решения досрочно, ещё раз проверьте все решения и ответы. Задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдаете его членам жюри.

Максимальная оценка всех решений – 50 баллов.

### Задача 1. Два снаряда (10 баллов)

Из артиллерийского орудия выпустили последовательно два снаряда с одинаковой скоростью  $v_0$  из одной и той же точки. Первый снаряд был запущен под углом  $\alpha_1$  к горизонту, а второй – под углом  $\alpha_2$  ( $\alpha_1 > \alpha_2$ ), траектории снарядов лежат в одной вертикальной плоскости).

1) Найдите интервал времени между выстрелами, при котором снаряды столкнутся друг с другом в воздухе. Задачу нужно решить в общем виде.

2) Определите интервал времени для начальной скорости снарядов  $v_0 = 500$  м/с и углов  $\alpha_1 = 60^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$ .

Ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

### Задача 2. Тело на нити (10 баллов)

Математический маятник (небольшое тело массой  $m$ , подвешенное на невесомой и нерастяжимой нити длины  $R$ ) отвели в сторону так, что нить образовала прямой угол с вертикалью (рис. 1, положение 1), и отпустили без начальной скорости.

1) Найдите угол отклонения  $\alpha$  нити в момент, когда ускорение тела горизонтально (рис. 1, положение 2). Сделайте схематичный рисунок при данном угле с указанием сил, действующих на тело, и ускорений (полного, нормального и тангенциального).

2) Найдите натяжение нити  $T$  при данном угле.

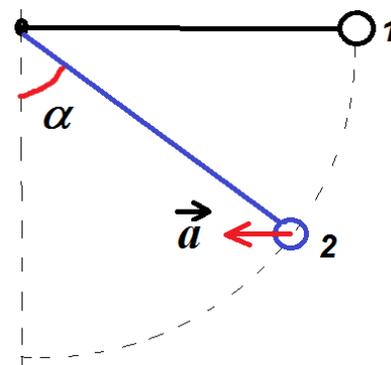


Рис. 1

### Задача 3. Электрическая цепь (10 баллов)

Электрическая цепь состоит из идеального источника постоянного напряжения  $U_0$  и четырех резисторов  $R_1 = R$ ,  $R_2 = 2R$ ,  $R_3 = 2R$  и  $R_4 = R$ . Если между резисторами подключить идеальный вольтметр, как показано на рис. 2а, то он покажет напряжение  $U_V = 4$  В. Если вольтметр заменить идеальным амперметром (рис. 2б), он покажет силу тока  $I_A = 30$  мА. Какая полная мощность  $P$  будет выделяться в цепи при подключенном вольтметре?

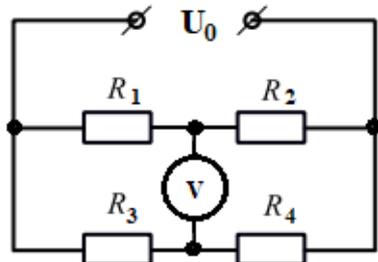


Рис. 2а

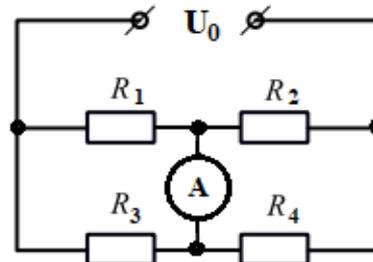


Рис. 2б

#### Задача 4. Эксперименты со льдом и водой (10 баллов)

Внутри жестко закрепленного высокого цилиндрического сосуда находится лед. В сосуд начинают медленно заливать теплую воду. График зависимости уровня свободной поверхности воды  $H$  в цилиндре от количества залитой воды  $m$  представлен на рис. 3. В таблице №1 также представлены экспериментальные данные, соответствующие точкам на графике. Первая точка на графике и начальные данные в таблице соответствуют уровню льда в стакане в отсутствие воды. Измерения сделаны при помощи школьной линейки с ценой деления 1 мм. На графике выделены несколько точек излома (точки 1, 2, 3 и 4).

1) Опишите процессы, происходящие в эксперименте. Попробуйте объяснить происхождение изломов на графике.

2) Определите по данному графику начальную массу льда в стакане.

Считать, что теплопроводность достаточно высокая и потери в окружающую среду отсутствуют. Сосуд герметичный. Плотность воды  $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность льда  $\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3$ .

Таблица №1

$m, \text{ г}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	85
$H, \text{ см}$	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	16,9	17,8	18,7	19,6	20,0
$m, \text{ г}$	85	90	100	110	120	130	140	150	160	170
$H, \text{ см}$	18,0	18,4	19,3	20,2	21,1	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0

#### Задача 5. Цилиндр с полостью (10 баллов)

Дан цилиндр с круглым отверстием (рис. 4), который лежит на горизонтальной доске. Радиус цилиндра  $R_1 = R$ , а радиус отверстия  $R_2 = R/2$ . Как видно из рисунка, центр отверстия находится от центра цилиндра на расстоянии  $l = R/2$ . Доску, на которой лежит цилиндр, начинают наклонять. Определите предельный угол  $\alpha$  наклона доски, при котором цилиндр начнет скатываться. Коэффициент трения между цилиндром и доской имеет такое значение, что качение цилиндра начинается раньше скольжения.

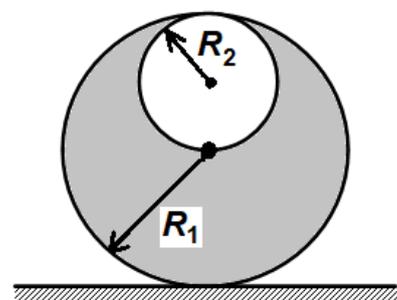


Рис. 4

Рис. 3. К задаче №4

