

**Всероссийская олимпиада школьников по физике**  
**2021-2022 уч. год**  
**Муниципальный этап**

**7 класс**

***Время выполнения –  
3 астрономических часа***

**Задание 1**

В таблице приведены данные по жирности молока, которое дают коровы разных пород.

Название породы	Средний уровень жирности , %
Айрширская	3,3-3,6
Голштинская	3,5-3,8
Джерсейская	4,4-6,0
Красная датская	3,5-4,5
Красная степная	3,2-3,8
Холмогорская	3,6-3,9
Чёрно-пёстрая	3,6-3,9
Ярославская	4,0-6,0
Бестужевская	3,5-4,0
Костромская	3,3-4,2
Симментальская	3,8-5,5
Сычёвская	3,2-3,4
Швицкая	3,7-3,9

Жирность молока определяют с помощью цифрового лактометра, который настроен на измерение жирности молока в процентах. Абсолютная погрешность измерения жирности лактометром составляет  $\pm 0,08\%$ .

Можно ли с помощью данного прибора отличить молоко пород Холмогорской породы от молока коров Ярославской породы? Ответ поясните.

**Возможное решение задания № 1**

Нельзя: максимальное возможное значение жирности молока для коров Холмогорской породы составляет  $3,9\% + 0,08\% = 3,98\%$ , а минимальное значение жирности молока для коров Ярославской породы составляет  $4,00\% - 0,08\% = 3,92\%$ . Интервалы перекрываются.

**Задание 2**

По дороге ползёт удав длиной 12 м, а по удаву от головы к хвосту скачет попугай. Скорость удава относительно дороги 2 м/с, а скорость попугая относительно удава 3 м/с.

Какой путь относительно дороги пройдёт попугай, пока доскачет до хвоста удава?

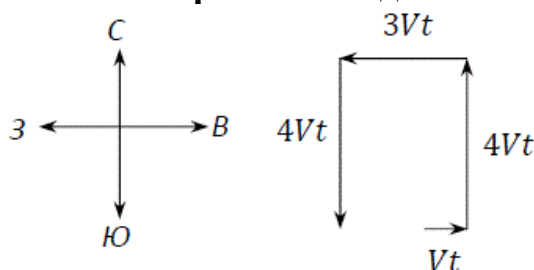
### Возможное решение задания № 2

Попугай будет скакать от головы до хвоста удава в течение времени  $\frac{12 \text{ м}}{3 \text{ м/с}}$  = 4 с. За это же время сам удав переместится по дороге на расстояние навстречу попугаю  $2 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} = 8 \text{ м}$ .

### Задание 3

Муравей отправился на разведку. Стартовав от муравейника, он в течение времени  $t = 10 \text{ с}$  полз на восток со скоростью  $V = 1 \text{ см/с}$ . Затем муравей повернул и в течение времени  $2t$  двигался со скоростью  $2V$  на север. Потом он бежал на запад в течение времени  $t$  со скоростью  $3V$  и, наконец, повернув на юг, мчался с максимально возможной скоростью  $4V$  ещё в течение времени  $t$ . После этого его движение в точности повторялось. Через 20 мин поиска муравей обнаружил добычу. Какое минимальное время потребуется ему для возвращения в муравейник, если при движении с добычей муравей может развивать скорость, в 3 раза меньшую максимально возможной?

### Возможное решение задания № 3



На рисунке изображено движение муравья в течение первых 50 секунд. Далее движение повторяется, следовательно, за каждые 50 секунд муравей смещается на запад на расстояние  $2Vt = 20 \text{ см}$ . Время 20 минут (или 1200 секунд) кратно 50 с. Поэтому через 20 минут он окажется на расстоянии  $20 \cdot (20 \cdot 60) / 50 = 480 \text{ см}$  от муравейника.

Так как максимально возможная скорость муравья при движении с добычей  $4/3 \text{ см/с}$ , значит, минимальное время, за которое муравей вернётся обратно, равно  $480 / (4/3) = 360 \text{ с} = 6 \text{ мин}$ .

### Задание 4

**Экспериментальная задача:** Определите с максимально возможной точностью диаметр стержня гвоздя. Подробно опишите методику измерений, последовательность действий. Приведите расчетные формулы и результаты измерений. Измерения повторите, по крайней мере, ещё один раз.

Справочные данные:



Длина окружности находится по формуле  $l = 3,14 \cdot D$ , где  $D$  – диаметр окружности.

**Оборудование:** лист миллиметровой бумаги формата А5 или А4, корректор (по запросу), гвоздь (100 мм).

#### **Возможное решение задания № 4**

Помечаем на гвозде риску и прокатываем без скольжения по миллиметровой бумаге  $n$  раз, отмечая на листе начальное и конечное положение. Для того, чтобы шляпка не мешала прокатыванию гвоздь необходимо прокатывать по краю стола. Для повышения точности необходимо совершить не менее 10 оборотов (если меньше, то балл снижается).

Длина окружности стержня будет находится  $l = L/n$ , где  $L$  – расстояние между метками на миллиметровой бумаге.

Зная длину окружности находим диаметр.

**Всероссийская олимпиада школьников по физике**  
**2021-2022 уч. год**  
**Муниципальный этап**

**8 класс**

***Время выполнения –  
3 астрономических часа***

**Задание 1**

В таблице приведены данные по жирности молока, которое дают коровы разных пород.

Название породы	Средний уровень жирности , %
Айрширская	3,3-3,6
Голштинская	3,5-3,8
Джерсейская	4,4-6,0
Красная датская	3,5-4,5
Красная степная	3,2-3,8
Холмогорская	3,6-3,9
Чёрно-пёстрая	3,6-3,9
Ярославская	4,0-6,0
Бестужевская	3,5-4,0
Костромская	3,3-4,2
Симментальская	3,8-5,5
Сычёвская	3,2-3,4
Швицкая	3,7-3,9

Жирность молока определяют с помощью цифрового лактометра, который настроен на измерение жирности молока в процентах. Абсолютная погрешность измерения жирности лактометром составляет  $\pm 0,08\%$ .

Можно ли с помощью данного прибора отличить молоко пород Холмогорской породы от молока коров Ярославской породы? Ответ поясните.

**Возможное решение задания № 1**

Нельзя: максимальное возможное значение жирности молока для коров Холмогорской породы составляет  $3,9\% + 0,08\% = 3,98\%$ , а минимальное значение жирности молока для коров Ярославской породы составляет  $4,00\% - 0,08\% = 3,92\%$ . Интервалы перекрываются.

**Задание 2**

Металлический брусок массой 800 г имеет форму прямоугольного параллелепипеда. Если класть брусок на горизонтальную поверхность поочередно тремя разными гранями, то он будет оказывать на нее давление  $p_1 = 1,6$  кПа,  $p_2 = 5p_1$  и  $p_3 = p_2/2$ . Определите плотность материала бруска. Ответ выразите в г/см<sup>3</sup>.

## Возможное решение задания № 2

**решение.** давления, оказываемые бруском на горизонтальную поверхность,  $p_i = \frac{F}{S_i}$ , где  $F = mg$  – сила тяжести, действующая на брусок,

$S_i$  – площади поверхностей его граней ( $i = 1, 2, 3$ ). Имеем  $S_1 = ab$ ,  $S_2 = bc$ ,

$S_3 = ac$ . Таким образом  $p_1 = \frac{mg}{ab}$ ,  $p_2 = \frac{mg}{bc} = 5p_1 = 5\frac{mg}{ab}$  и

$p_3 = \frac{mg}{ac} = \frac{p_2}{2} = \frac{5p_1}{2} = \frac{5mg}{2ab}$ . Отсюда следует, что  $a = 5c$ ,  $b = \frac{5}{2}c$  и  $a = 2b$ .

Поэтому можно записать, что  $p_1 = \frac{mg}{ab} = \frac{mg}{2b \cdot b}$ . Отсюда находим, что

$b = \sqrt{\frac{mg}{2p_1}} = \sqrt{\frac{0,8 \cdot 10}{2 \cdot 1600}} = 0,05$  м. Так как  $p_2 = \frac{mg}{bc} = 5p_1$ , то

$c = \frac{mg}{b \cdot 5p_1} = \frac{0,8 \cdot 10}{0,05 \cdot 5 \cdot 1600} = 0,02$  м. И, наконец, из формулы  $p_1 = \frac{mg}{ab}$  находим,

что  $a = \frac{mg}{b \cdot p_1} = \frac{0,8 \cdot 10}{0,05 \cdot 1600} = 0,1$  м. Объем такого бруска равен

$V = abc = 0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,02 = 0,0001$  м<sup>3</sup>. Следовательно, плотность бруска

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,8}{0,0001} = 8000$  кг/м<sup>3</sup> = 8 г/см<sup>3</sup>.

## Задание 3

На рычажных весах уравновешены гиря и сосуд с водой. Нарушится ли равновесие, если в воду погрузить подвешенный на нитке стальной брусок так, чтобы он не касался дна? Объяснить, почему?

### Возможное решение задания № 3

Пусть  $V_0$  – объем бруска. При погружении бруска он вытеснит объем воды  $V$ , равный его объему  $V_0$ , поэтому уровень воды в сосуде повысится на:

$$H = \frac{V_0}{S},$$

тогда увеличится давление воды на дно сосуда, а следовательно, и давление сосуда на чашку весов. Сила давления увеличится на величину, равную архимедовой силе, действующей на погруженный брусок:

$$F = \rho_{\text{в}} V_0 g,$$

где  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воды.

Итак, равновесие нарушится (перевесит чашка весов с водой).

## Задание 4

**Экспериментальная задача:** Определите массу неизвестной массивной книги. Подробно опишите методику измерений, последовательность

действий. Приведите расчетные формулы и результаты измерений.  
*Оборудование:*

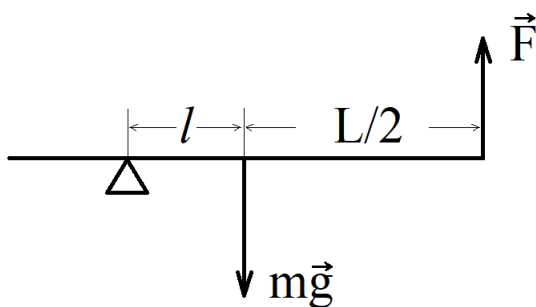
нить (длиной 1 метр), ножницы (по запросу участника) динамометр лабораторный (4 Н), массивная книга, линейка ученическая (длиной 20-30 см), карандаш или стержень аналогичного диаметра.

#### Возможное решение задания № 4

1 способ:

Согласно рисунку очевидно  $mgL = F(L/2 + l)$ . Отсюда следует

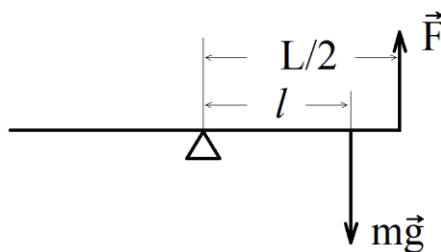
$$m = F(L/2 + l) / gl$$



При этом способе ученик должен указать, что массой линейки по сравнению с массой книги он пренебрегает.

2 способ:

Разместим опору под центром масс линейки (можно выполнять на краю стола).



Тогда условие равновесия для неё  $mgL = F \frac{L}{2}$ , откуда  $m = \frac{FL}{2gl}$

В этом способе масса линейки не влияет на ответ.