

Всероссийская олимпиада школьников 2022-2023 учебный год

Окружной этап

ФИЗИКА

7 класс

1. Речное путешествие

Из Винновки в Самару на моторной лодке плыл по Волге болельщик футбольной команды «Крылья Советов». Он спешил на стадион Солидарность-Арена посмотреть игру любимой команды. В некоторый момент времени моторная лодка встретила сплавляемые по реке плоты, а через час после встречи лодочный мотор заглох. Ремонт мотора продолжался 30 минут. После ремонта болельщик понял, что безнадежно опоздал на игру, повернул лодку и поплыл обратно вниз по течению с прежней относительно воды скоростью, надеясь посмотреть хотя бы второй тайм по телевизору. Зная, что на обратном пути лодка нагнала плоты на расстоянии $S = 7,5$ км от места их первой встречи, найдите скорость течения реки.

Решение:

1-й способ. В системе отсчета, связанной с плотами, лодка движется по течению и против течения с одинаковой скоростью, поэтому она затрачивает одинаковое время на движение в обоих направлениях. Ко времени движения лодки прибавим время ремонта мотора. Общее время движения лодки составляет $t = 1 \text{ ч} + 0,5 \text{ ч} + 1 \text{ ч} = 2,5 \text{ ч}$. За это время плоты сместятся на расстояние $s = 7,5$ км. Тогда скорость течения реки $u = \frac{s}{t} = \frac{7,5}{2,5} = 3 \text{ км/ч}$.

2-й способ. Пусть v - скорость лодки относительно воды, u - скорость течения, $\tau = 1 \text{ ч}$, $s = 7,5 \text{ км}$. Тогда $s_1 = (v - u) \cdot \tau$ путь, который прошла лодка до момента поломки мотора; $s_2 = u \cdot \frac{\tau}{2}$ путь, который лодка свободно плыла вниз по течению, пока ремонтировался мотор; $s_3 = (v + u) \cdot \tau_1$ путь, который прошла лодка по течению за время τ_1 до момента встречи с плотами. Очевидно, что $s_3 = s_1 - s_2 + s$ и $s = u \cdot (\tau + \frac{\tau}{2} + \tau_1)$. Тогда можно составить систему уравнений:

$$(v + u) \cdot \tau_1 = (v - u) \cdot \tau - \frac{u\tau}{2} + s \quad (1)$$

$$s = u \cdot (\frac{3\tau}{2} + \tau_1) \quad (2)$$

Из (2) выражаем $\tau_1 = \frac{s}{u} - \frac{3\tau}{2}$, подставляем в (1) и после преобразований получаем

$$v \cdot \frac{s}{u} - 2,5 \cdot v \cdot \tau = 0 \text{ или } u = \frac{s}{2,5} \cdot \tau = \frac{7,5}{2,5} = 3 \text{ км/ч} .$$

Ответ: 3 км/ч

Критерии оценивания:

- 1) Записаны выражения для s_1 , s_2 и s_3 - 2 балла.
- 2) Установлена связь между s , s_1 , s_2 и s_3 - 2 балла.
- 3) Записано выражение для s - 2 балла.
- 4) Решена система уравнений - 2 балла.
- 5) Получен верный численный ответ - 2 балла

Всего 10 баллов

2. Купеческий спор

Продавал английский купец русскому купцу золото. Только никак они договориться не могут. Английский купец говорит русскому, что у них в Англии плотность золота 0,697 фунтов на дюйм в кубе, а русский купец отвечает, что у них на Руси длину измеряют в аршинах, а массу - в пудах. Найдите плотность золота в единицах, принятых на Руси, а затем найдите плотность золота в СИ. Известно, что

$$\begin{aligned}1 \text{ фунт} &= 0,4536 \text{ кг}; \\1 \text{ фут} &= 12 \text{ дюймов}; \\1 \text{ дюйм} &= 25,4 \text{ мм}; \\1 \text{ пуд} &= 16,38 \text{ кг}; \\1 \text{ сажень} &= 3 \text{ аршина} = 2,1336 \text{ м}.\end{aligned}$$

Решение:

Найдем переводной коэффициент из фунтов в пуды:

$$\alpha = \frac{0,4536}{16,38} \approx 27,7 \cdot 10^{-3} \text{ п/ф} \quad (1)$$

Найдем переводной коэффициент из дюймов в аршины:

$$\beta = 25,4 \cdot 10^{-3} / \left(\frac{2,1336}{3}\right) \approx 35,71 \cdot 10^{-3} \text{ а/д} \quad (2)$$

В одном кубическом дюйме содержится

$$\beta^3 = (35,71 \cdot 10^{-3})^3 = 45,53 \cdot 10^{-3} \text{ кубических аршин}.$$

Следовательно, плотность золота:

$$\rho = 0,697 \text{ ф/д}^3 = 0,697 \alpha / \beta^3 \text{ п/а}^3 \approx 424 \text{ п/а}^3$$

$$\text{В СИ } 0,697 \text{ ф/д}^3 = 0,697 \cdot 0,4536 \text{ кг/д}^3 = \frac{0,697 \cdot 0,4536}{(25,4 \cdot 10^{-3})^3} \text{ кг/м}^3 \approx 19293 \text{ кг/м}^3$$

Ответ: 424 п/а³, 19293 кг/м³.

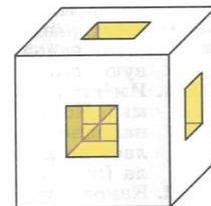
Критерии оценивания:

- 1) Найден переводной коэффициент из фунтов в пуды - 2 балла.
- 2) Найден переводной коэффициент из дюймов в аршины - 2 балла.
- 3) Вычислено количество кубических аршин в кубическом дюйме - 2 балла.
- 4) Получен верный численный ответ в п/а³ - 2 балла.
- 5) Получен верный численный ответ в СИ - 2 балла.

Всего 10 баллов

3. Деревянные кубики

На фабрике игрушек есть автоматическая линия упаковки готовой продукции. Робот-автомат доверху заполняет большие картонные коробки деревянными кубиками, плотно укладывая их ровными рядами. Но кубики необычные: через середины противоположных граней каждого из этих кубиков проделаны по три сквозных квадратных отверстия (см. рис.). Определите среднюю плотность всего содержимого коробки, если сторона кубика равна $a = 9$ см, сторона отверстия $b = 3$ см, плотность древесины $\rho = 800$ кг/м³.



Решение:

Средняя плотность содержимого коробки-это средняя плотность одного кубика.

Найдем внешний объем одного кубика:

$$V = a^3 = 729 \text{ см}^3 \quad (1)$$

Найдем объем отверстий в кубике:

$$V_0 = a \cdot b^2 + 4 \cdot b^2 \cdot \frac{a-b}{2} = 189 \text{ см}^3 \quad (2)$$

Найдем массу кубика:

$$m = \rho \cdot (V - V_0) = 432 \text{ г} \quad (3)$$

Найдем среднюю плотность кубика:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m}{a^3} = 593 \text{ кг/м}^3 \quad (4)$$

Ответ: $\rho_{\text{ср}} = 593$ кг/м³

Критерии оценивания:

- 1) Есть указание на то, что средняя плотность содержимого коробки-это средняя плотность одного кубика - 2 балла.
- 2) Найден внешний объем одного кубика - 2 балла.
- 3) Найден объем отверстий в кубике - 2 балла.
- 4) Найдена масса кубика – 2 балла.
- 5) Найдена средняя плотность кубика - 2 балла.

Всего 10 баллов

4. Движение улитки

Ученик 7 класса Ваня хочет стать биофизиком, и для начала он решил изучить, как движется улитка. Он посадил улитку на длинную линейку там, где нулевое деление, а в конце линейки положил капустный лист. Улитка сначала была неподвижна, затем поползла вдоль линейки с постоянной скоростью к капусте, а потом опять замерла. Ваня раз в минуту записывал в таблицу координату улитки, но несколько раз отвлекался и пропустил несколько измерений.

t, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x, см	0	0		7				47			50

Постройте график зависимости $x=x(t)$. Помогите Ване определить, в какой момент улитка начала ползти. С какой скоростью двигалась улитка? Как долго она ползала? Заполните пропуски в таблице.

Решение:

Построим график зависимости координаты улитки от времени. Найдем скорость улитки по угловому коэффициенту наклона графика

$$V = \frac{47-7}{7-3} = 10 \text{ см/мин} \quad (1)$$

Найдем полное время движения

$$t = \frac{s}{v} = \frac{50}{10} = 5 \text{ мин} \quad (2)$$

Время начала движения можно определить по пути, пройденному за третью минуту. Этот путь равен $S_3 = 7$ см, время $t_3 = \frac{S_3}{v} = 0,7$ мин., и тогда время старта $t_0 = 2,3$ мин от начала наблюдения.

На месте пропусков должны быть числа 0; 17; 27; 37; 50; 50.

Ответ: 0; 17; 27; 37; 50; 50.

Критерии оценивания:

- 1) Построен график зависимости координаты от времени - 2 балла.
- 2) Найдена скорость улитки - 2 балла.
- 3) Найдено полное время движения - 2 балла.
- 4) Найдено время начала движения - 2 балла.
- 5) Заполнены пропуски в таблице - 2 балла.

Всего 10 баллов

