

РЕШЕНИЯ

7.1. Чувство числа (Рубцов Д.)

В 2021 году Банк России выпустил в обращение небольшую 3-рублевую монету, посвященную Республике Коми.

Семиклассник Боря, увлекающийся нумизматикой, записал себе в блокнот параметры монеты: масса $m = 0,034 \dots$, диаметр $D = 39 \dots$, толщина $h = 0,0000033 \dots$. Как это часто бывает у семиклассников (начинающих физиков), Боря забыл указать единицы измерения записанных параметров. Приведя рассуждения, опираясь на ваш жизненный опыт, восстановите утерянные единицы измерения. Известно, что масса измеряется в граммах, килограммах или тоннах, а длины – в мм, см, дм, м или км. Определите среднюю плотность монеты в г/см^3 .



Решение.

Масса монет не превосходит нескольких грамм, так что $m = 3,4 \text{ г} = 0,0034 \text{ кг} = 0,0000034 \text{ т}$ или $m = 34 \text{ г} = 0,034 \text{ кг} = 0,000034 \text{ т}$. Подходит второй вариант.

Диаметр монеты обычно порядка сантиметров $D = 3,9 \text{ см} = 39 \text{ мм}$. Типичная толщина – это несколько мм $h = 3,3 \text{ мм} = 0,33 \text{ см} = 0,033 \text{ дм} = 0,0033 \text{ м} = 0,0000033 \text{ км}$.

Итак, масса $m = 0,034 \text{ кг}$, диаметр $D = 39 \text{ мм}$, толщина $h = 0,0000033 \text{ км}$.

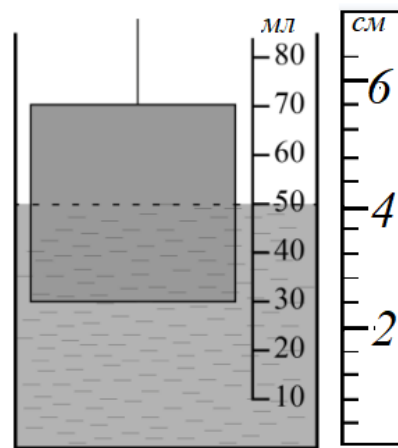
Объем монеты $V = Sh = \frac{\pi D^2}{4} h = 3,94 \text{ см}^3$. Тогда плотность $\rho = \frac{m}{V} = \frac{34\text{г}}{3,94\text{см}^3} = 8,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Критерии оценивания (10 баллов)

1	$m = 0,034 \text{ кг}$	2 балла
2	$D = 39 \text{ мм}$	2 балла
3	$h = 0,0000033 \text{ км}$	2 балла
4	$V = Sh$	1 балл
5	$V = 3,94 \text{ см}^3$	1 балл
6	$\rho = \frac{m}{V}$	1 балл
7	$\rho = 8,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	1 балл

7.2. Куб в сосуде (Рубцов Д.)

В сосуд овального сечения с жидкостью частично погружен кубик. Шкала сосуда проградуирована в миллилитрах, а к сосуду приставлена сантиметровая линейка. Пользуясь данными с рисунка, определите:



- 1) Цену деления линейки;
- 2) Площадь внутреннего сечения сосуда;
- 3) Объем кубика;
- 4) Объем жидкости;

Решение:

На пяти ценах деления укладывается 2 см, так что цена деления $\frac{2\text{ см}}{5} = 0,4\text{ см}$.

20 миллилитрам на шкале сосуда соответствует 4 цены деления линейки или 1,6 см. Таким образом, площадь внутреннего сечения сосуда $S = \frac{20\text{ см}^3}{1,6\text{ см}} = 12,5\text{ см}^2$.

Сторона куба равна $8 \cdot 0,4\text{ см} = 3,2\text{ см}$. Объем кубика $V_{\text{кубика}} = (3,2\text{ см})^3 = 32,768\text{ см}^3 \approx 32,8\text{ см}^3$.

Кубик погружен в жидкость наполовину своего объема $16,4\text{ см}^3$. Остальные $(50 - 16,4)\text{ см}^3 = 33,6\text{ см}^3$ заняты жидкостью.

Критерии оценивания (10 баллов)

1	Цена деления 0,4 см	1 балл
2	Указано, что 20 миллилитрам на шкале сосуда соответствует 4 цены деления линейки	1 балл
3	Найдена площадь внутреннего сечения сосуда $12,5\text{ см}^2$	2 балла (без правильных единиц измерения ставится только 1 балл)
4	Найдена сторона куба 3,2 см	1 балл
5	Найден объем кубика $32,8\text{ см}^3$	2 балла (без правильных единиц измерения ставится только 1 балл)
6	Указано, что кубик погружен наполовину	1 балл
7	Найден объем жидкости $33,6\text{ см}^3$	2 балла (без правильных единиц измерения ставится только 1 балл)

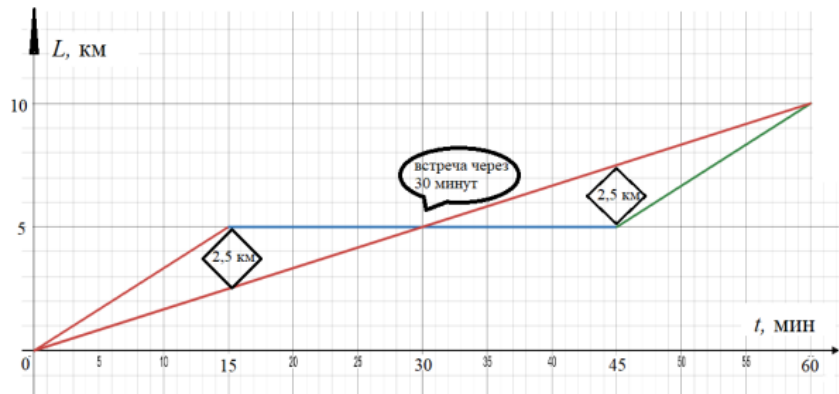
7.3. Коми? Значит лыжник! (Рубцов Д.)

Петя и Вася решили пробежать десятикилометровую трассу по сыктывкарской лыжне. Петя начал бежать с очень большой скоростью, но на полпути выдохся и остановился выпить чаю. После получасового перерыва, Петя продолжил движение по дистанции с прежней скоростью. Вася же двигался по всему маршруту с постоянной скоростью без перерывов. Известно, что после одновременного старта, мальчики прибежали на финиш также одновременно через час после старта.

- 1) Начертите графики пути от времени для обоих мальчиков на одном полотне;
- 2) Определите скорости движения мальчиков;
- 3) Через какое время после старта Вася обогнал Петю?
- 4) Какое максимальное расстояние было между мальчиками в процессе движения? Через какое время после старта?

Решение.

Так как Петя на первом участке и на третьем участке пробежал по полпути (5 км) с одинаковыми скоростями, то они у него заняли одинаковое время. Все время движения 1 час, время перерыва 30 минут, тогда первый и третий участки длились по 15 минут.



Петя бежит 5 км за 15 мин = $\frac{1}{4}$ часа, то есть со скоростью 20 км/ч. Вася бежит 10 км за 1 час, то есть со скоростью 10 км/ч. Из графика видно, что пересечение графиков (встреча мальчиков) произошло через 0,5 часа после начала движения. Максимальное расстояние между мальчиками было через 15 минут и через 45 минут после начала движения и составляло 2,5 км.

Критерии оценивания (10 баллов)

1	График • Оси подписаны • Верный график Васи • Верный график Пети	4 балла • 1 балл • 1 балл • 2 балла
2	Скорость Пети 20 км/ч	1 балл
3	Скорость Васи 10 км/ч	1 балл
4	Встреча мальчиков – через 0,5 часа после начала движения	1 балл
5	Максимальное расстояние между мальчиками было через 15 минут и через 45 минут после начала движения	2 балла (по одному баллу)
6	Максимальное расстояние между мальчиками составляло 2,5 км	1 балл

7.4. По Печоре (Рубцов Д.)

На каникулах семиклассник Петя сплавлялся по реке Печора на плоту. Решив немного размяться, он прыгнул с плота и поплыл по течению реки в течение $t = 5$ минут. Утомившись, он быстро развернулся и поплыл обратно к плоту. Собственная скорость мальчика $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а скорость течения реки $u = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Сколько времени займет обратная дорога? Чему равна средняя скорость Пети v_1 при движении туда-обратно?

Семиклассник Вася проделал похожее упражнение. От неподвижной пристани он $t = 5$ минут плыл по течению, затем, развернувшись, доплыл обратно до пристани. Сколько времени заняла обратная дорога Васи, если он плавает так же, как Петя? Чему равна средняя скорость Васи v_2 при движении туда-обратно?

Решение.

Про Петю. Перейдем в систему отсчета плота (реки). В этой системе отсчета Петя плывет $t = 5$ минут со скоростью $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ в одну сторону, а затем, развернувшись, плывет с той же скоростью и, очевидно, те же $t = 5$ минут в обратную сторону. В системе отсчета Земли в одну сторону мальчик плывет со скоростью $v + u$, а в обратную с $v - u$.

$$\text{Средняя скорость движения } v_1 = \frac{(v+u)t + (v-u)t}{2t} = v = 1 \text{ м/с.}$$

Про Васю. В этом случае пристань неподвижна. Переходить в систему отсчета реки нет смысла. Вася уплывает туда на $S = (v + u)t$. Обратно придется проплыть то же расстояние за время $t' = \frac{S}{v-u} = \frac{v+u}{v-u} t = 15$ минут.

$$\text{Средняя скорость движения } v_2 = \frac{2S}{\frac{S}{v+u} + \frac{S}{v-u}} = \frac{(v-u)(v+u)}{v} = \frac{v^2 - u^2}{v} = 0,75 \text{ м/с.}$$

Критерии оценивания (10 баллов)

1	Обоснование, что в случае Пети время и туда, и обратно одинаково	2 балла
2	Указано, что в системе отсчета Земли в одну сторону мальчики плывут со скоростью $v + u$, а в обратную с $v - u$	1 балл
3	Есть формула средней скорости	1 балл
4	$v_1 = v = 1 \text{ м/с}$	1 балл
5	Есть понимание, что в случае Васи одинаковы пройденные расстояния и туда, и обратно	1 балл
6	$S = (v + u)t$	1 балл
7	$t' = \frac{v + u}{v - u} t = 15 \text{ минут}$	1 балл
8	$v_2 = \frac{(v - u)(v + u)}{v} = \frac{v^2 - u^2}{v} = 0,75 \text{ м/с}$	2 балла