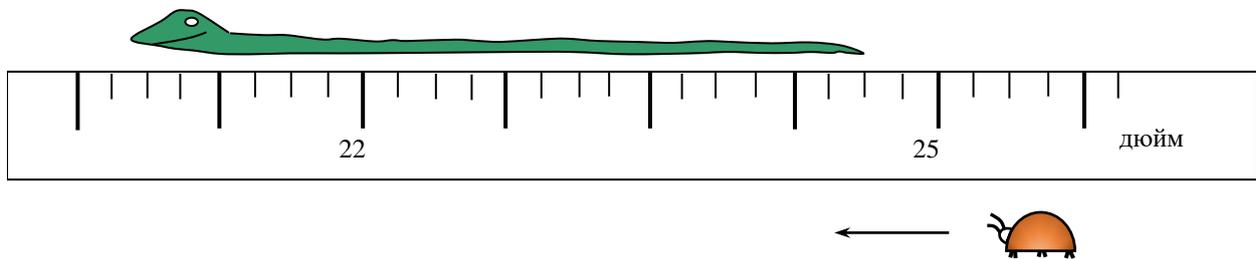




ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ. 2018–2019 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 7 КЛАСС

Задача 1

С помощью рисунка определите как можно точнее, за какое время маленькая букашка пробежит вдоль спящей змейки, если 1 дюйм = 2,54 см. Букашка движется с постоянной скоростью 0,1 км/ч. Ответ получите в секундах и округлите до десятых долей.



Возможное решение

Из рисунка следует, что цена деления линейки $\frac{25-22}{4 \cdot 4} = \frac{3}{16}$ дюйма $\approx 0,48$ см. Длина змейки $(20,5 \text{ дел.}) \cdot (\frac{3}{16} \text{ дюйма}) \cdot (2,54 \text{ см}) \approx 9,76$ см. Скорость букашки $0,1 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \approx 2,78$ см/с. Отсюда, если мы считаем букашку очень маленькой, получаем время:

$$t = \frac{9,76}{2,78} \approx 3,5 \text{ с.}$$

Если же учесть размер самой букашки, который примерно равен двум делениям шкалы, то можно получить и такой ответ: $(3,5 \text{ с}) \times (22,5/20,5) \approx 3,8$ с. Это будет время «обгона» букашкой змейки. Этот ответ также следует считать правильным.

Если округлять измеренную длину змейки до целого количества делений в меньшую или в большую сторону (то есть считать, что её длина равна 20 дел. или 21 дел.), то тогда длина змейки в сантиметрах будет равна 9,53 см или 10,00 см. При этом искомое время движения букашки вдоль змейки будет равно $\approx 3,4$ с или $\approx 3,6$ с, соответственно. «Время обгона» при этом составит от $\approx 3,7$ с до $\approx 4,0$ с. Такие ответы, если они получены обоснованно, тоже следует считать правильными.

Критерии оценивания

1. Длина змейки лежит в пределах от 9,5 см до 10,0 см 4 балла
2. $0,1 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \approx 2,78 \text{ см/с}$ 2 балла
3. Время движения вдоль змейки лежит в пределах от 3,4 с до 3,6 с (или время обгона лежит в пределах от 3,7 с до 4,0 с). 4 балла

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 2

Автомобиль, едущий по круговой трассе, проходит один круг со средней путевой скоростью $V_1 = 30 \text{ км/ч}$ и начинает новый круг. С какой постоянной скоростью он должен проехать второй круг для того, чтобы эта скорость оказалась в два раза больше средней путевой скорости за два круга?

Возможное решение

Пусть длина одного круга трассы равна S , а средняя путевая скорость за два круга равна V . Тогда по определению средней путевой скорости:

$$V = \frac{2S}{\frac{S}{V_1} + \frac{S}{2V}} \Rightarrow V = \frac{4VV_1}{2V + V_1} \Rightarrow V = \frac{3}{2}V_1 = 45 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Искомая скорость прохождения второго круга равна $u = 2V = 90 \text{ км/ч}$.

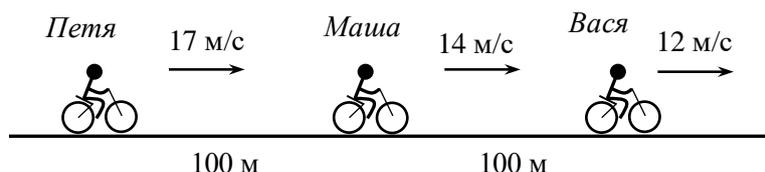
Критерии оценивания

1. Определение средней скорости 1 балл
2. $V = \frac{2S}{\frac{S}{V_1} + \frac{S}{2V}}$ 4 балла
3. $V = 45 \text{ км/ч}$ 4 балла
4. Искомая скорость равна $u = 2V = 90 \text{ км/ч}$ 1 балл

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 3

Петя, Вася и Маша решили прокатиться на велосипедах по длинной прямой дороге. В некоторый момент времени Петя и Вася находятся на одинаковом расстоянии 100 м от Маши – один позади, а второй впереди (см. рисунок). Скорости Пети, Васи и Маши равны соответственно 17 м/с, 12 м/с и 14 м/с и не меняются в процессе движения. Найдите наименьшее расстояние между первым (кто впереди) и последним (кто позади) велосипедистами (то есть минимальную длину велосипедной «колонны»). Кто в этот момент окажется впереди, а кто позади?



Возможное решение

Пусть $V_1 = 17$ м/с – скорость Пети, $V_2 = 14$ м/с – скорость Маши, $V_3 = 12$ м/с – скорость Васи, а $L = 100$ м. Вначале первый велосипедист – Вася, а последний – Петя. Раз $V_1 = 17$ м/с больше $V_3 = 12$ м/с, то расстояние между ними сокращается со скоростью $u = V_1 - V_3 = 5$ м/с, то есть в 2,5 раза быстрее, чем между Машей и Васей. При этом расстояние между Петей и Васей всего лишь в 2 раза больше, чем между Машей и Васей.

Поэтому Петя, обгнав Машу, догонит Васю через время $t = \frac{2L}{u} = 40$ с.

В этот момент Петя и Вася поравняются, и оба будут находиться перед Машей на расстоянии:

$$l = V_1 t - (L + V_2 t) = 20 \text{ м от неё.}$$

До этого момента расстояние между передним и задним велосипедистами сокращается (так как и Петя, и Маша догоняют Васю), а после этого момента – будет только увеличиваться. Таким образом, l – это и есть искомое наименьшее расстояние.

В момент достижения расстояния l Петя и Вася вместе окажутся впереди, а Маша позади.

В дальнейшем Вася отстанет от Пети, а затем и от Маши.

Критерии оценивания

1. $u = V_1 - V_3 = 5$ м/с 1 балл
2. Петя обгонит Машу и догонит Васю 1 балл
3. $t = \frac{2L}{u} = 40$ с 2 балла

4. $l = V_1 t - (L + V_2 t) = 20$ м или аналог **2 балла**
5. Анализ изменения расстояний после того, как Петя догнал Васю,
вывод, что искомое расстояние – это l **2 балла**
6. Расположение велосипедистов в момент времени t **2 балла**
Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 4

Когда смешали один литр жидкости A с одним килограммом жидкости B , получили смесь жидкостей с плотностью $\rho = 1000$ кг/м³. Найдите плотность жидкости B , если плотность жидкости A равна $\rho_A = 800$ кг/м³. Считайте, что объём смеси жидкостей равен сумме объёмов смешиваемых жидкостей.

Возможное решение

Пусть $V = 1$ л, $m = 1$ кг. С одной стороны, масса смеси жидкостей равна сумме масс составляющих, т.е.

$$M = m + \rho_A V.$$

С другой стороны, M можно найти, используя определение средней плотности:

$$M = \rho \left(V + \frac{m}{\rho_B} \right).$$

Решая эту систему уравнений, получаем:

$$\rho_B = \frac{m\rho}{m - (\rho - \rho_A)V} = 1250 \text{ кг/м}^3.$$

Критерии оценивания

1. $M = m + \rho_A V$ **3 балла**
2. $M = \rho \left(V + \frac{m}{\rho_B} \right)$ **4 балла**
3. $\rho_B = 1250$ кг/м³ **3 балла**

Максимум за задачу 10 баллов.

Всего за работу 40 баллов.