**Муниципальный этап**

**7 класс**

**Задача 1. Жизненная.** Во время поездки на велосипеде экспериментатор Глюк измерил расстояние $L$, которое он проехал, и получил значение $L$ = 900 000… Время, затраченное на эту поездку, оказалось равным $t$ = 3... Вычисление средней скорости движения дало результат $\upsilon = 0{,}005$… К сожалению, Глюк, как и многие школьники, начинающие изучать физику, забыл указать единицы измерения определённых им величин. Опираясь на ваш жизненный опыт, **восстановите пропущенные единицы измерения**. Расстояние, как мы знаем, может измеряться в миллиметрах, сантиметрах, метрах или километрах. Время – в секундах, минутах или часах. Чему равнялась средняя скорость Глюка в км/ч?

**Возможное решение**

Скорость движения на велосипеде обычно лежит в пределах от нескольких единиц, до нескольких десятков км/ч. Так как число $\upsilon = 0{,}005$… очень маленькое (для км/час), его надо сопроводить большой единицей измерения. Проверим наибольшую из возможных по условию задачи единицу - км/с (максимальная мера длины и минимальная мера времени):

$$0{,}005\frac{\text{км}}{\text{с}} = 0{,}005\frac{\text{км}}{1}\frac{3600}{\text{ч}} = 18\frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Выглядит разумно.

Если используем м/с, получим результат в 1000 раз меньше, что нас не устраивает.

Если используем км/мин, получим результат в 60 раз меньше, что также непохоже на велосипедную поездку. Остальные единицы дадут результат ещё менее похожий на то, что подсказывает наш жизненный опыт.

Итак, $\upsilon = 0{,}005\frac{\text{км}}{\text{с}} = 18\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

Расстояние $L$ не может превышать нескольких километров, так что для $L$ = 900 000… подходят в качестве единиц измерения мм или см.

Если $L$ = 900 000 см = 9 км, то время $t = \frac{9\text{ км}}{18\text{ км/ч}} = 0{,}5\text{ ч} = 30\text{ мин} = 1800\text{ с}$. Ни одно значение не соответствует условию задачи.

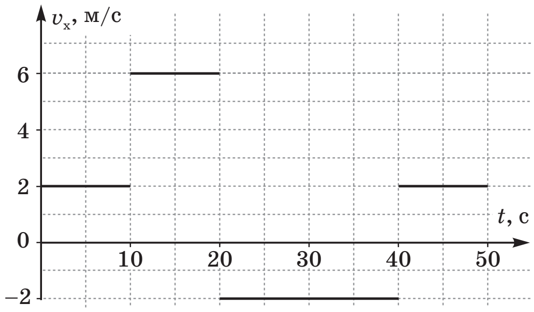
Если $L$ = 900 000 мм = 0,9 км, то время $t = \frac{0{,}9\text{ км}}{18\text{ км/ч}} = 0{,}05\text{ ч} = 3\text{ мин} = 180\text{ с}$, что соответствует условию $t$ = 3 мин.

Ответ: $L$= 900 000 мм, $t$ = 3 мин, $\upsilon$ = 0,005 км/с = 18 км/ч.

**Критерии оценивания**

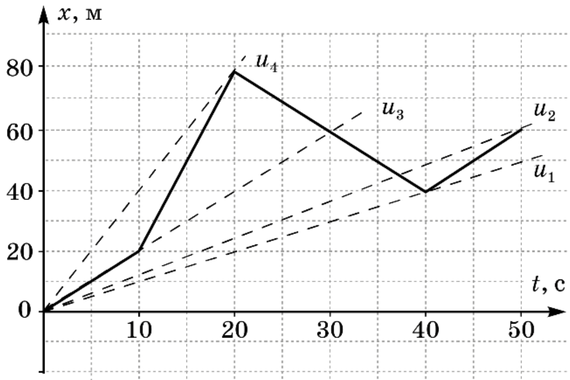
| | | |
|---|---|---|
| 1. | Правильно записаны соотношения между разными единицами длины | 1 балл |
| 2. | Правильно записаны соотношения между разными единицами времени | 1 балл |
| 3. | Проведен анализ, из которого установлено: Глюк измерял скорость в км/с | 2 балла |
| 4. | Получено правильное значение средней скорости в км/ч | 2 балла |
| 5. | Определены единицы измерения расстояния $L$ | 2 балла |
| 6. | Определены единицы измерения времени прогулки $t$ | 2 балла |

**Задача 2. За встречу.** На рисунке приведён график зависимости проекции скорости $v_x$ от времени $t$ для тела, движущегося вдоль оси $x$. Одновременно с ним из той же точки вдоль оси $x$ начинает движение другое тело с постоянной скоростью $u$. Определите, при каких значениях скорости $u$ тела встретятся (поравняются) 2 раза за 50 с. Старт за встречу не считается.




**Возможное решение**

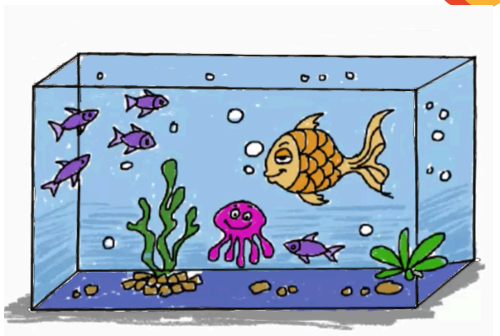
По графику, приведенному в условии, построим график зависимости координаты $x(t)$ первого тела от времени (см. рис.). Графики движения второго тела, соответствующие различным скоростям, показаны пунктиром.




Поскольку второе тело встретилось 2 раза с первым, необходимо, чтобы графики зависимостей координат тел от времени пересекались в 2 точках. Пунктирные линии соответствуют скоростям $u_1$ = 1,0 м/с, $u_2$ = 1,2 м/с, и $u_3$ = 2,0 м/с, $u_4$ = 4,0 м/с. Условию задачи удовлетворяет: 1,0 м/с < $u$ < 1,2 м/с и 2,0 < $u$ < 4,0 м/с.

**Критерии оценивания**

1. Определены перемещения первого тела на отдельных участках (по 0,5 балла за участок) — 2 балла
2. Построен график зависимости координаты от времени (по 0,5 балла за участок) — 2 балла
3. Присутствует идея, что встрече соответствует пересечение графиков движения для двух тел — 1 балл
4. Найдены границы диапазонов скоростей $u$ (по 1 баллу за каждое из значений $u_1$, $u_2$, $u_3$ и $u_4$) — 4 балла
5. Правильно записан ответ: 1,0 м/с < $u$ < 1,2 м/с и 2,0 < $u$ < 4,0 м/с — 1 балл



**Задача 3. Перелив.** Из полностью заполненного водой аквариума, каждая грань которого является прямоугольником (см. рисунок), половину жидкости перелили в другой аквариум, все линейные размеры которого больше исходного в 3 раза. Какую долю по высоте займёт вода в новом аквариуме? Объём рыбок не учитывать!

**Возможное решение**

Объём первого аквариума $V_1 = a\times b\times c$, объем второго – $V_2 = 3a\times 3b\times 3c = 27a\times b\times c = 27V_1$, где $a$, $b$ и $c$ – длина, ширина и высота первого аквариума.

В новый аквариум перельют только половину объема $V_1$. Так как жидкость распределится по всей площади, то $\frac{1}{2}V_1 = \frac{1}{2}a\times b\times c = 3a\times 3b\times h \to h = \frac{1}{18}c = \frac{1}{54}(3c)$.

То есть вода займёт 1/54 от высоты нового аквариума.

**Критерии оценивания**

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Правильно найдено отношение объемов $V_2/V_1 = 27$ | 4 балла |
| 2. | Из решения видно, что отношение объемов равно отношению высот | 3 балла |
| 3. | Приведён правильный численный ответ | 3 балла |

**Задача 4. Длинная-длинная задача**. Длинный-длинный поезд мчался со скоростью $\upsilon$ = 72 км/ч по длинному-длинному мосту. Мимо теоретика Бага, стоящего у моста, он проехал за $\Delta t$ = 25 с.

1) Найдите длину поезда $L_1$.

2) За какое время $\Delta t_М$ этот поезд преодолеет мост, длина которого $l$ = 1,0 км?

3) Найдите длину $L_2$ другого поезда, едущего навстречу длинному-длинному поезду со скоростью $u$ = 15 м/с, если поезда разъедутся за $\Delta t_П$ = 20 с (время от момента встречи головных вагонов до момента разъезда последних вагонов).

**Возможное решение**

В данной задаче удобнее всего использовать в качестве единиц скорости м/с:
$\upsilon$ = 72 км/ч = 20 м/с.

За время $\Delta t$ = 25 с поезд проехал мимо Бага, то есть он переместился на расстояние равное его длине: $L_1 = \upsilon\Delta t = 20\,\text{м/с}\cdot 25\,\text{с} = 500\,\text{м}$.

Чтобы преодолеть мост, поезду необходимо проехать расстояние равное сумме длины моста ($l$ = 1 000 м) и собственной длины ($L_1$ = 500 м). На это понадобится время

$$\Delta t_М = \frac{L_1 + l}{\upsilon} = \frac{1500\,\text{м}}{20\,\text{м/с}} = 75\,\text{с}.$$

Для ответа на третий вопрос перейдём в систему отсчёта, связанную с длинным-длинным поездом. В этой системе отсчета второй поезд движется со скоростью $\upsilon_{отн} = \upsilon + u$, и от момента встречи головных вагонов до момента разъезда последних вагонов он проходит путь $S$ равный суммарной длине поездов.

Значит, $S = L_1 + L_2 = (u+\upsilon)\Delta t_П \to L_2 = (u+\upsilon)\Delta t_П - L_1 = 200\,\text{м}$.

**Критерии оценивания**

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Записано выражение для длины первого поезда $L_1 = \upsilon\Delta t$ | 2 балла |
| 2. | Найдена длина поезда $L_1$ = 500 м | 1 балл |
| 3. | Записано выражение для времени прохождения моста $\Delta t_М = (L_1 + l)/\upsilon$ | 2 балла |
| 4. | Найдено время $\Delta t_М$ = 75 с | 1 балл |
| 5. | Правильно определена относительная скорость $\upsilon_{отн}$ поездов | 1 балл |
| 6. | Получено правильное выражение для связи между $L_1$, $L_2$, $\upsilon$, $u$ и $\Delta t_П$ | 2 балла |
| 7. | Найдено значение $L_2$ = 200 м | 1 балл |