

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2025-26 учебный год. 7 класс. Максимальный балл – 40.**

Задача №1

Петя готовился к соревнованиям по бегу на длинные дистанции. Он выяснил, что наилучшие результаты показывают спортсмены, которые бегут с наращиванием темпа. Его раскладка на забег была следующей: первую четверть пути следовало бежать со скоростью ниже на 20%, чем его оптимальная скорость, основную часть пути (половину трассы) – с оптимальной скоростью, а на последнем участке увеличить свою скорость на 25% от оптимальной. По его расчетам получилось, что он должен пробежать дистанцию со средней скоростью $3,8 \frac{м}{с}$.

Вопрос №1: Определите оптимальную скорость бега Пети.

Вопрос №2: Определите какую по длине дистанцию собирался бежать Петя, если известно, что запланированное время бега на втором участке было на 16 минут 15 секунд больше, чем на первом участке.

Автор: Стерхова Марина Анатольевна

Возможное решение:

	1 участок пути	2 участок пути	3 участок пути	Весь путь
Путь	S	2S	S	4S
Средняя скорость участка	$0,8v$	v	$1,25v$	$3,8 \text{ м/с}$
Время бега	t_1	t_2	t_3	t

1. Определим среднюю скорость бега:

$$v_{\text{ср}} = \frac{4S}{t_1+t_2+t_3}, \text{ где } t_1 = \frac{S}{0,8v}, \quad t_2 = \frac{2S}{v}, \quad t_3 = \frac{S}{1,25v}.$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{4S}{\frac{S}{0,8v} + \frac{2S}{v} + \frac{S}{1,25v}} = \frac{4}{\frac{1}{0,8} + \frac{2}{1} + \frac{1}{1,25}} = \frac{4v}{4,05}.$$

Так как:

$$v_{\text{ср}} = \frac{4v}{4,05} = 3,8 \frac{м}{с}, \text{ то } v = 3,8475 \frac{м}{с} \approx 3,85 \frac{м}{с}$$

2. Определим время первого участка.

Из таблицы видно, что $\frac{t_2}{t_1} = \frac{2S}{v} \cdot \frac{0,8v}{S} = 1,6$, так как $t_2 = t_1 + 975$ следует, $1,6 \cdot t_1 = t_1 + 975$, $0,6 \cdot t_1 = 975$, следовательно, $t_1 = 1625 \text{ с}$.

3. Найдем длину первого участка:

$$S = 0,8v \cdot t_1 = 0,8 \cdot 3,8475 \frac{м}{с} \cdot 1625 \text{ с} = 5001,75 \approx 5 \text{ км}.$$

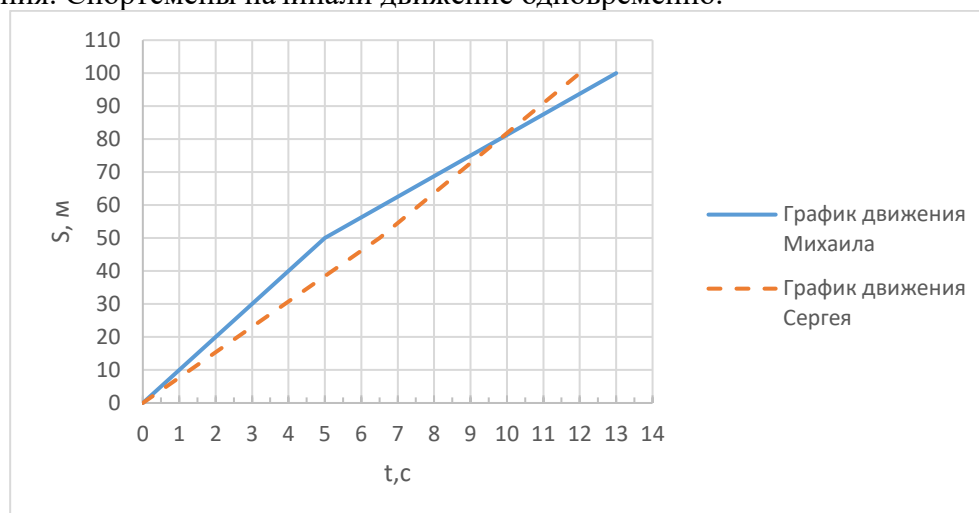
Длина трассы $4S \approx 20 \text{ км}$.

Критерии оценивания

№	Критерии	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Время на первом участке записано в виде отношения $\frac{S}{0,8v}$	1
2	Время на втором участке записано в виде отношения $\frac{S}{v}$	1
3	Время на втором участке записано в виде отношения $\frac{S}{1,25v}$	1
4	Правильно найдено выражение средней скорости $v_{\text{ср}} = \frac{4v}{4,05}$	1
5	Получен численный ответ: $v = 3,8475 \text{ м/с} \approx 3,9 \text{ м/с}$	1
Вопрос №2		
6	Записан полный набор исходных уравнений, позволяющих получить ответ на второй вопрос.	3
7	Правильно найдена вся дистанция $S \approx 20 \text{ км}$	2
ИТОГО		10

Задача №2.

Михаил и Сергей тренируются в секции легкой атлетики и специализируются в беге на короткие дистанции. Их тренер использует современные датчики движения и программное обеспечение, которое строит графики движения спортсменов. Тренер предложил мальчикам пробежать 100 метров, используя разные тактики бега, и проанализировал графики их движения. Спортсмены начинали движение одновременно.



Вопрос 1. Кто из бегунов показал лучшее время на дистанции 100 метров?

Вопрос 2. Кто из спортсменов сумел развить максимальную скорость и на каком промежутке времени? Поясните ответ с помощью вычислений и формул.

Вопрос 3. Кто из спортсменов лидировал большую часть дистанции. Поясните ответ с помощью вычислений и формул.

Автор: Вихарев Николай Михайлович.

Возможное решение:

Вопрос №1.

Михаил финиширует в момент времени 13 секунд, а Сергей финиширует в момент

времени 12 секунд.

Ответ: следовательно, лучшее время показал Сергей.

Вопрос №2.

Определим скорости движения Михаила на разных участках:

$$\text{Участок 1. (0-5 с)} \quad v_{1м} = \frac{\Delta S_1}{\Delta t_1} = \frac{50-0}{5-0} = \frac{50}{5} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\text{Участок 2 (5-13 с). } v_{2м} = \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2} = \frac{100-50}{13-5} = \frac{50}{8} = 6,25 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Определим скорости движения Сергея на разных участках:

$$\text{Участок 1. (0-6,5 с)} \quad v_{1с} = \frac{\Delta S_1}{\Delta t_1} = \frac{50-0}{6,5-0} = \frac{50}{6,5} \approx 7,69 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\text{Участок 2 (6,5-12 с). } v_{2с} = \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2} = \frac{100-50}{12-6,5} = \frac{50}{5,5} \approx 9,09 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Ответ: Максимальную скорость – 10 м/с развил Михаил на промежутке времени от 0 до 5 секунд.

Вопрос №3.

Способ №1

Составим уравнения движения бегунов на вторых участках графиков.

$$\text{Михаил: } S_m = 50 + 6,25(t - 5).$$

$$\text{Сергей: } S_c = 50 + 9,09(t - 6,5).$$

Точка пересечения графиков показывает место и время встречи мальчиков (Сергей догнал Михаила). Найдём время встречи, для этого приравняем пути.

$$50 + 6,25(t - 5) = 50 + 9,09(t - 6,5)$$

$$\text{Получим, } 2,84t = 27,835$$

$$t = 9,8 \text{ с.}$$

От 0 до 9,8 секунды лидирует Михаил, а от 9,8 секунды до 12 секунд лидирует Сергей, что составляет 2,2 секунды.

Способ №2

Из графика видно, что спортсмены поравнялись в момент времени от 9,5 с до 10 с. До этого времени лидировал Михаил, а затем Сергей. Даже если взять время лидирования Михаила за 9,5 с, то Сергей будет лидировать всего 12-9,5=3,5 с, что гарантированно меньше, чем время лидерства Михаила.

Ответ: Большую часть дистанции лидировал Михаил.

Критерии оценивания

№	Критерии	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Дан верный ответ	1
Вопрос №2		
2	Правильно определены скорости Михаила на обоих участках графика	1+1
3	Правильно определены скорости Сергея на обоих участках графика	1+1
4	Дан верный ответ	1
Вопрос №3		
5	Определено время встречи спортсменов	1
6	Определено время лидерства каждого из спортсменов ИЛИ сделан аргументированный вывод о том, у кого время лидерства больше.	1+1 2
7	Дан правильный ответ	1
ИТОГО		10

Задача №3

Куб объёмом 1 литр сложен из множества маленьких кубиков с ребром 1 см. Куб разобрали и каждый маленький кубик аккуратно окрашивают со всех сторон слоем краски толщиной 750 мкм, после чего из них выкладывают дорожку шириной в 10 кубиков и толщиной в 1 кубик, располагая их плотно друг к другу.

Вопрос №1: Определите ширину дорожки.

Вопрос №2: Определите длину дорожки.

Вопрос №3: Выразите ширину дорожки в дюймах и вершках, воспользовавшись таблицей старорусской системы мер.

Вопрос №4: Выразите длину дорожки в пядях и аршинах, воспользовавшись таблицей старорусской системы мер.

Единица	Отношение к меньшей	Футы	Аршины	Миллиметры	Метры
точка		$\frac{1}{1200}$	$\frac{1}{2800}$	0,254	0,000 254
линия	10 точек	$\frac{1}{120}$	$\frac{1}{280}$	2,54	0,00254
сотка	84 точек	$\frac{7}{100}$	$\frac{3}{100}$	21,336	0,021336
дюйм	10 линий	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{28}$	25,4	0,0254
вершок	$1\frac{3}{4}$ дюйма	$\frac{7}{48}$	$\frac{1}{16}$	44,45	0,04445
пядь (четверть)	4 вершка или 7 дюймов	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{4}$	177,8	0,1778
фут	12 дюймов	1	$\frac{3}{7}$	304,8	0,3048
аршин	16 вершков или 28 дюймов	$2\frac{1}{3}$	1	711,2	0,7112
сажень	3 аршина или 7 футов	7	3	2133,6	2,1336
верста	500 саженей	3500	1500	1 066 800	1066,8

Автор: Смирнов Андрей Александрович

Возможное решение.

Вопрос №1:

Объём всех маленьких кубиков $V_N = 1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3 = 1000 \text{ см}^3$

Объём одного маленького кубика $V_0 = 1 \text{ см}^3$.

Количество маленьких кубиков $N = \frac{V_N}{V_0} = 1000$

Толщина слоя краски $h = 750 \text{ мкм} = 0,75 \text{ мм}$

Ребро окрашенного кубика $a = a_0 + 2h = 10 \text{ мм} + 2 \cdot 0,75 \text{ мм} = 11,5 \text{ мм}$

Ширина дорожки $b = 10 \cdot a = 115 \text{ мм}$

Вопрос №2:

Т.к. кубиков всего 1000, а ширина дорожки 10 кубиков, ее длина 100 кубиков

$L = 100 \cdot a = 1150 \text{ мм}$

Вопрос №3:

Из таблицы $b = \frac{115 \text{ мм}}{25,4 \text{ мм/дюйм}} = 4,53 \text{ дюйма}$

$$b = \frac{115 \text{ мм}}{44,45 \text{ мм/вершок}} = 2,59 \text{ вершка}$$

Вопрос №4:

Из таблицы $L = \frac{1150 \text{ мм}}{177,8 \text{ мм/пядь}} = 6,47 \text{ пяди}$

$$L = \frac{1150 \text{ мм}}{711,2 \text{ мм/аршин}} = 1,62 \text{ аршина}$$

Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Верно определено количество маленьких кубиков	1
2	Ребро кубика и толщина слоя краски приведены к одной единице измерения	1
3	Верно определено ребро окрашенного кубика в любых единицах измерения	1
4	Верно определена ширина дорожки в любых единицах измерения	1
Вопрос №2		
5	Определено, что длина дорожки 100 кубиков	1
6	Верно определена длина дорожки в любых единицах измерения	1
Вопрос №3		
7	Верно определена ширина дорожки в дюймах (допускаются округления и погрешности из-за промежуточных вычислений не более 0,1 дюйма)	1
8	Верно определена ширина дорожки в вершках (допускаются округления и погрешности из-за промежуточных вычислений не более 0,1 вершка)	1
Вопрос №4		
9	Верно определена длина дорожки в пядях (допускаются округления и погрешности из-за промежуточных вычислений не более 0,1 пяди)	1
10	Верно определена длина дорожки в аршинах (допускаются округления и погрешности из-за промежуточных вычислений не более 0,1 аршина)	1
	ИТОГО	10

Задача №4

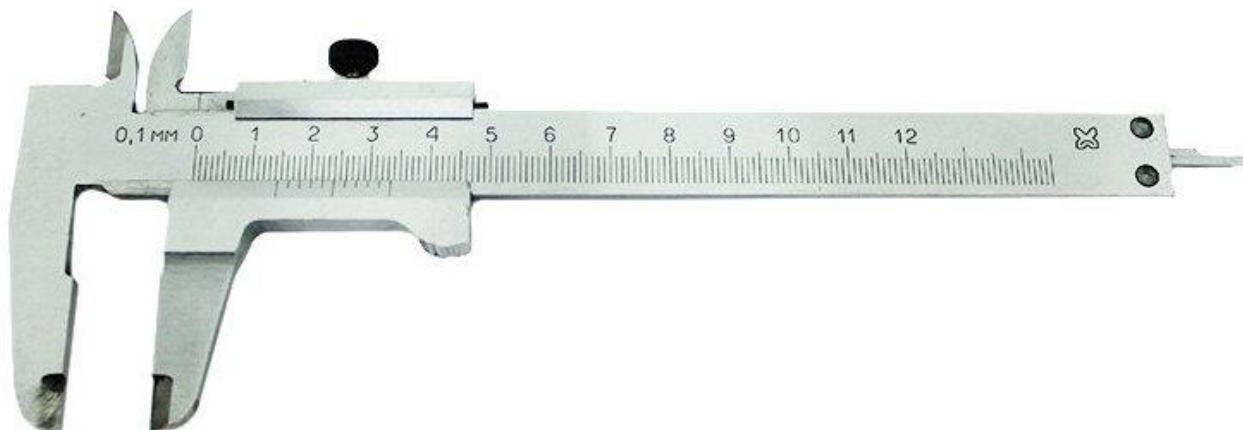
Оборудование: лист бумаги с напечатанным прямоугольником и частями штангенциркуля, ножницы (выдаются по требованию).

ВАЖНО!!! Можно использовать только указанное в задаче оборудование. Своей линейкой и другим оборудованием пользоваться нельзя.

Штангенциркуль — это инструмент, который умеет измерять размеры тел с точностью 0,1 или даже 0,05 мм.

Из каких частей он состоит?

1. Штанга с левой «губкой» — это основная, неподвижная линейка с сантиметровыми и миллиметровыми делениями.
2. Подвижная рамка с правой «губкой» — она скользит по штанге. На ней есть специальная шкала, которая называется «нониус».



Главный секрет точности — это шкала «нониус» на подвижной рамке. Она позволяет проводить измерения с высочайшей точностью. Обычная линейка имеет деления в 1 мм. Но что если нужно измерить, например, 0,2 мм? Глазами это не определишь. Нониус решает эту проблему.

Длина нониуса на настоящем штангенциркуле составляет 19 мм, но он разделен на 10 равных частей. Значит, каждое деление нониуса равно: $19 \text{ мм} / 10 = 1.9 \text{ мм}$.

Если расстояние между губками равно целому числу миллиметров, то деление «0» «нониуса» совпадает с делением основной шкалы, по которому и определяются показания прибора. Если же расстояние между «губками» будет скажем не 5,0 мм, а 5,1 мм, то деление «0» «нониуса» не совпадет с делением 5 мм на основной части, а окажется на 0,1 мм правее. Так как расстояние между делениями нониуса равно 1,9 мм, а между делениями основной шкалы — 2 мм, то второе деление «нониуса» в точности совпадет с делением 7 мм основной шкалы. Показания штангенциркуля в этом случае снимаются следующим образом: к показаниям основной шкалы, равным значению ближайшего слева к «нулю нониуса» деления основной шкалы добавляются, показания «нониуса», которые равны такому количеству десятых долей мм, какое по счету деление «нониуса» в точности совпало с делением основной шкалы.

В этой задаче вы будете работать с моделью штангенциркуля. Для этого первым делом аккуратно вырежьте основную часть с одной губкой и «нониус» со второй губкой. Приложите нониус к основной части, так чтобы они оказались параллельны друг другу (как показано на рисунке).

С помощью предложенного оборудования определите:

- 1) длину одного деления «нониуса» в делениях основной шкалы.
- 2) цену деления «нониуса» (сколько нужно добавлять к показаниям основной шкалы, если первое (не нулевое) деление «нониуса» совпало с делением основной шкалы).
- 3) Размеры прямоугольника, напечатанного на листе бумаги.

Примечание: считайте, что основная шкала штангенциркуля в мм.

Автор: Карманова Максим Леонидович

Возможное решение.**Вопрос №1.**

Совместим ноль основной шкалы и ноль «нониуса». Заметим, что при этом деление «нониуса», подписанное «10» оказалось ровно напротив деления основной шкалы, соответствующего расстоянию 39 мм. На шкале «нониуса» расстоянию в 30 мм соответствует 20 делений, значит длина одного деления «нониуса» равна $\frac{39}{20} = 1,95$ мм.

Вопрос №2.

Если первое ненулевое деление «нониуса» совпало с делением основной шкалы, значит расстояние между «губками» на 1,95 мм больше, чем это показывает деление основной шкалы, напротив которой находится первое деление «нониуса». Соответственно к показаниям основной шкалы требуется прибавить 0,05 мм. Цена деления «нониуса» - 0,05 мм.

Вопрос №3.

Для увеличения точности не будем вырезать прямоугольник из листа бумаги, а измерим прямо на бумаге. Измерим его с помощью штангенциркуля. Длина одной стороны – 81 мм, длина второй стороны – 55 мм.

Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Измерена длина всего «нониуса»	1
2	Верно определена длина одного деления 1,95 мм ИЛИ делили на 10 делений, а не на 20 и получили 3,9 мм	2 0,5
Вопрос №2		
5	Верные рассуждения относительно цены деления «нониуса»	2
6	Верно значение цены деления - 0,05 мм ИЛИ 0,1 мм если учащийся определял цену оцифрованного деления.	2 0,5
Вопрос №3		
7	Верно определена длина одной стороны 81,0±0,5 мм	1,5
8	Верно определена длина второй стороны 55,0±0,5 мм	1,5
	ИТОГО	10

Этот лист является частью условия задачи №4 для 7 классов. Он печатается на лист формата А4 и выдается участникам.

