

**Возможные решения задач 7 класса
муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике
в 2025-2026**

Задача 1. «Маршрутный лист»

Петя выходит из дома в школу в восемь утра, а возвращается в половине третьего днем. Всю дорогу он идет пешком без остановок, причем в горку он идет со скоростью $v_1=3$ км/ч, под горку – $v_2=6$ км/ч, а по ровным участкам – $v_3=4$ км/ч. Каково расстояние от его дома до школы, если занятия в школе длятся шесть часов?

Решение.

Пусть общая длина подъемов равна s_1 км, общая длина спусков равна s_2 км, а общая длина ровных участков равна s_3 км. Тогда на дорогу в школу Петя тратит $s_1/v_1+s_2/v_2+s_3/v_3$ часов. Поскольку маршрут не изменился, то обратный путь занимает у Пети $s_3/v_3+s_2/v_1+s_1/v_2$ часов. Всего Петя отсутствует дома с 8:00 до 14:30, то есть шесть с половиной часов, из которых шесть он проводит на занятиях в школе. Значит, на дорогу в школу и из школы он в общей сложности тратит время $t = 0,5$ часа. Составим и решим уравнение:

$$s_1/v_1+s_2/v_2+s_3/v_3 + s_3/v_3+s_2/v_1+s_1/v_2 = t.$$

$$(s_1/3+s_2/6+s_3/4)+(s_3/4+ s_2/3+ s_1/6)=0,5;$$

$$(4s_1+2s_2+3s_3)+(3s_3+4s_2+2s_1)=6;$$

$$6s_1+6s_2+6s_3=6;$$

$$s_1+s_2+s_3=1(км);$$

Ответ: расстояние от дома до школы $S = 1$ км.

Критерии оценивания задачи «Маршрутный лист»

№ п/п	Элемент решения задачи	Балл
1.	Дан анализ условия задачи	1 балл
2.	Правильно получено выражение времени, затраченного на дорогу в школу	2 балла
3.	Правильно получено выражение времени, затраченного на дорогу домой	2 балла
4.	Правильно найдено время в дороге «дом-школа-дом»	1 балл
5.	Правильно составлено уравнение времени, затраченного на путь «дом-школа-дом»	1 балл

6.	Правильно получено выражение для всего пути	2
7.	Найдено численное значение пути	1
	Итого	10

Задача 2. «Место встречи»

В 8 часов утра из пункта A в пункт B , расстояние между которыми 64 км, вышел путник со скоростью 5 км/ч, планируя прийти туда в 21 час. В 9 часов утра того же дня из пункта B вышел второй путник, планируя прийти в пункт A в 20 часов. В 11 часов первый путник сделал непредвиденную остановку на 2 часа и, увеличив скорость, пришел в пункт B , как и планировал, в 21 час.

- 1) Постройте график зависимости пройденного пути от времени;
- 2) По графику приблизительно определите на сколько раньше встретились бы путники, если бы первый путник шел без остановок;
- 3) Найдите точное решение задачи аналитическим способом, используя график зависимости пути от времени.

Решение

Построим график зависимости пути от времени.

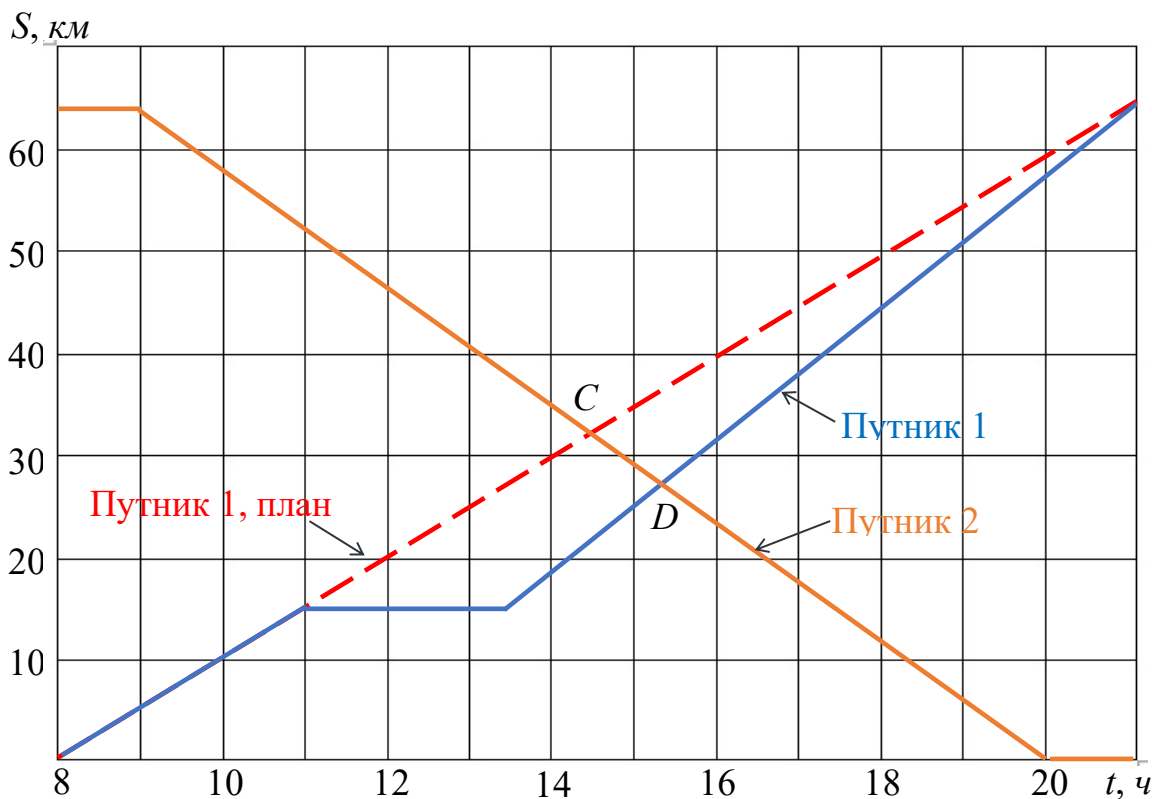


Рис.1

На рисунке сплошной линией изображен пройденный путь первого путника с учетом остановки, C – планируемая точка встречи, D – действительная точка встречи.

Спроецировав точки C и D на ось времени, можно заметить, что приблизительно на 45 минут раньше встретились бы путники, если бы первый путник шел без остановок.

Найдем точное решение задачи аналитическим способом, используя график зависимости пути от времени.

Рассчитаем сначала время встречи, если движение происходило так, как было запланировано.

Первый путник шел $t_1=13$ часов, второй $t_2=11$ часов.

Так как весь путь равен 64 км, то средняя скорость второго путника $v_2=s/t_2$.

$$v_2=64 \text{ км}/11 \text{ ч} \approx 5,82 \text{ км}/\text{ч}.$$

До 9 часов первый путник шел один и прошел 5 км. Ему осталось пройти путь $s_2 = 59 \text{ км}$.

Скорость сближения путников с 9 часов по плану равна $v_{\text{п}}=v_1+v_2$.

$$v_{\text{п}}=5 \text{ км}/\text{ч} + 5,82 \text{ км}/\text{ч} \approx 10,82 \text{ км}/\text{ч}.$$

Время движения до встречи по плану $t_{\text{п}}=s_2/v_{\text{п}}$:

$$t_{\text{п}} = 59 \text{ км}/10,82 \text{ км}/\text{ч} = 5,45 \text{ ч}.$$

Следовательно, время встречи по плану

$$t_{\text{с}} = 9 \text{ ч} + 5,45 \text{ ч} = 14,45 \text{ ч}.$$

Рассчитаем теперь время действительной встречи.

До 11 часов первый путник шел 3 часа и прошел 15 км. После двух часов отдыха ему осталось еще пройти 49 км за 8 часов. Значит, скорость его движения после остановки равна $v_{1\text{д}} = 49/8 = 6,125 \text{ км}/\text{ч}$.

До 13 часов второй путник шел 4 часа и прошел путь $v_2 \cdot 4 = 23,28 \text{ км}$.

В 13 часов расстояние между первым и вторым путниками было равно $64 \text{ км} - 23,28 \text{ км} - 15 \text{ км} = 25,72 \text{ км}$.

Скорость сближения путников после 13 часов равна

$$v_{\text{д}} = 5,82 \text{ км}/\text{ч} + 6,125 \text{ км}/\text{ч} \approx 11,945 \text{ км}/\text{ч}.$$

Время движения до встречи после 13 часов равно

$t_{\text{д}} = 25,72 \text{ км}/11,945 \text{ км}/\text{ч} \approx 2,15 \text{ ч}$. Следовательно время действительной встречи

$$t_{\text{D}} = 13 \text{ ч} + 2,15 \text{ ч} = 15,15 \text{ ч}.$$

Таким образом, реальная встреча произошла позже планируемой на $t_D - t_C = 15,15 \text{ ч} - 14,45 \text{ ч} = 0,7 \text{ ч} \approx 42 \text{ мин.}$

Ответ: путники встретились бы раньше приблизительно на 42 минуты.

Критерии оценивания задачи «Место встречи»

№ п/п	Элемент решения задачи	Балл
1.	Правильно построены графики зависимости от времени: <ul style="list-style-type: none"> • планируемого пути первого путника (1 б.); • пути первого путника с учетом остановки (1 б); • пути второго путника (1 б). 	3 балла
2.	По графику правильно найдено приблизительное значение разности времени планируемой и действительной встречи	1 балл
3.	Решение задачи аналитическим способом: <ul style="list-style-type: none"> • правильно найдена скорость сближения с 9 часов по плану (1 б) • правильно найдено время запланированной встречи (1 б.); • правильно определена средняя скорость первого путника после остановки и скорость сближения со вторым спутником после 13 часов (2 б.); • правильно найдено время действительной встречи (1 б.) 	5 баллов
4.	Правильно найдена разность времени планируемой и действительной встречи	1 балл
	Итого	10

Задача 3. «Экспериментаторы»

На уроке физики Петя и Коля получили задание определить длину пружины в недеформированном состоянии и коэффициент жёсткости пружины. Петя стал пружину растягивать с силой $F_1 = 30 \text{ Н}$, а Коля сжимать с такой же по модулю силой. Мальчики измерили длину пружин. Длина растянутой пружины была равна $l_1 = 28 \text{ см}$, а сжатой – $l_2 = 22 \text{ см}$. После вычислений Петя и Коля получили такие результаты: длина пружины в недеформированном состоянии равна $l_0 = 25 \text{ см}$, а коэффициент жёсткости пружины – $k = 10 \text{ Н/см}$. Справились ли учащиеся с заданием?

Решение

Запишем выражения для модуля силы упругости в обоих случаях:

$$F_1 = k (l_1 - l_0);$$

$$F_2 = k (l_0 - l_2);$$

По условию задачи $F_1 = F_2$, откуда

$$l_1 - l_0 = l_0 - l_2;$$

$$2 l_0 = l_1 + l_2;$$

$$2 l_0 = 28 \text{ см} + 22 \text{ см} = 0,50 \text{ м};$$

$$l_0 = 25 \text{ см}.$$

Тогда жесткость пружины равна:

$$\text{У Пети } k = F_1 / (l_1 - l_0) = 30 \text{ Н} / (28 \text{ см} - 25 \text{ см}) = 10 \text{ Н/см}.$$

$$\text{У Коли } k = F_2 / (l_0 - l_2) = 30 \text{ Н} / (25 \text{ см} - 22 \text{ см}) = 10 \text{ Н/см}.$$

Ответ: Учащиеся справились с заданием.

Критерии оценивания задачи «Экспериментаторы»

№ п/п	Элемент решения задачи	Балл
1.	Правильно записаны выражения сил упругости для обоих случаев	2 балла
2.	Правильно получено выражение длины пружины в недеформированном состоянии l_0	3 балла
3.	Правильно найдено численное значение длины пружины в недеформированном состоянии l_0	1 балл
4.	Правильно получено выражение коэффициента упругости k у Пети	1 балл
5.	Правильно получено выражение коэффициента упругости k у Коли	1 балл
6.	Правильно найдено численное значение коэффициента упругости	1 балл
7.	Дан анализ полученного результата	1 балл
	Итого	10

Задача 4. «Семь раз отмерь»

Школьника попросили определить толщину медной проволоки. Для проведения опыта он взял обычную линейку с миллиметровыми делениями, длина которой длиной $l=30$ см, ширина линейки $s = 1$ см, а толщина $h = 2$ мм, и начал аккуратно наматывать на неё проволоку виток к витку (Рис. 1).

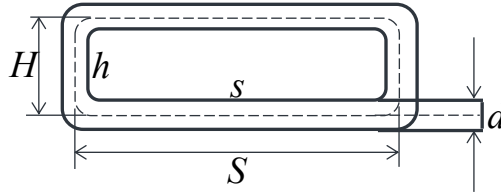


Рис. 1.

Результаты измерений оказались такими: при намотке $N_1 = 5$ пяти витков общая длина намотанных витков l_1 составила от 2 мм до 3 мм, при намотке $N_2 = 15$ витков l_2 – от 7 мм до 8 мм, при намотке $N_3 = 24$ витков l_3 – от 11 мм до 12 мм.

1) По результатам каждого измерения определите диаметр проволоки d и оцените погрешность определения диаметра проволоки.

2) В каком из трёх экспериментов точность определения диаметра проволоки будет наибольшей?

3) Пользуясь результатами того из трёх измерений, которое позволяет определить диаметр проволоки с наибольшей точностью, определите какой длины нужно взять проволоку, чтобы обмотать полностью линейку по всей ее длине вышеуказанным способом.

4) Найдите массу проволоки, намотанной на линейку, пользуясь данными последнего измерения. Плотность меди 8900 кг/м^3 .

Решение.

1) Диаметр проволоки определится по формуле: $d = \frac{l}{N}$.

В первом случае

$$d_1 = \frac{l_1}{N_1} = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ мм}, \quad \text{или} \quad d_1 = \frac{l_1}{N_1} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ мм}. \quad \Delta d_1 = \frac{0,5}{5} = 0,10 \text{ мм}.$$

Следовательно:

$$d_1 = (0,40 \pm 0,10) \text{ мм}, \quad \text{или} \quad d_1 = (0,60 \pm 0,10) \text{ мм}.$$

Во втором случае

$$d_2 = \frac{l_2}{N_2} = \frac{7}{15} = 0,47 \text{ мм}, \text{ или } d_2 = \frac{l_2}{N_2} = \frac{8}{15} = 0,53 \text{ мм}.$$

$$\Delta d_2 = \frac{0,5}{15} = 0,03 \text{ мм}. \text{ Следовательно:}$$

$$d_2 = (0,47 \pm 0,03) \text{ мм}, \text{ или } d_2 = (0,53 \pm 0,03) \text{ мм}.$$

В третьем случае

$$d_3 = \frac{l_3}{N_3} = \frac{11}{24} = 0,458 \text{ мм}, \text{ или } d_3 = \frac{l_3}{N_3} = \frac{12}{24} = 0,5 \text{ мм}.$$

$$\Delta d_3 = \frac{0,5}{24} = 0,021 \text{ мм}. \text{ Следовательно:}$$

$$d_3 = (0,458 \pm 0,021) \text{ мм}, \text{ или } d_3 = (0,500 \pm 0,021) \text{ мм}.$$

2) Видно, что для повышения точности эксперимента необходимо наматывать как можно больше витков. Наибольшая точность измерения в третьем случае. В качестве результата измерения можно взять среднее арифметическое результатов в третьем случае:

$$d = (0,479 \pm 0,021) \text{ мм}.$$

3) Посчитаем количество витков, которое поместится на линейке. Разделим длину линейки на диаметр проволоки, получим:

$$N = l/d \approx 626,3. \text{ Следовательно на длине линейки поместится}$$

$$N = 626 \text{ витков}.$$

$$\text{Погрешность } \Delta N = N \frac{\Delta d}{d} = 626 \frac{0,021}{0,479} \approx 27 \text{ витков}.$$

$$\text{Окончательно: } N = (626 \pm 27) \text{ витков}.$$

Для нахождения длины проволоки необходимо длину одного витка умножить на их количество: $L = pN$. Длина одного витка равна длине средней линии витка, которая примерно равна периметру прямоугольника со сторонами S и H , где $S = s + d$; $H = h + d$ (см. рис.1).

$$S = 10 + 0,479 = 10,479 \text{ мм}; H = 2 + 0,479 = 2,479 \text{ мм}.$$

$$\Delta S = \Delta H = \Delta d = 0,021 \text{ мм}.$$

Таким образом

$$p = 2(S + H) = 2(10,479 + 2,479) = 25,916 \text{ мм}; \Delta p = 2(\Delta S + \Delta H) \approx 0,08 \text{ мм}.$$

$$p = (25,92 \pm 0,08) \text{ мм}. \text{ Тогда}$$

$$L = pN = 25,92 \cdot 626 = 1622592 \text{ мм} = 16,23 \text{ м}.$$

$$\Delta L = L \left(\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta N}{N} \right) = 16,23 \left(\frac{0,08}{25,92} + \frac{27}{626} \right) \approx 16,23 \frac{27}{626} \approx 0,7 \text{ м}.$$

$$\text{Окончательно: } L = (16,2 \pm 0,7) \text{ м}.$$

4) Массу проволоки найдём по формуле $m = \rho \cdot V$.

Объём проволоки $V = L \cdot S$, где $S = \pi d^2 / 4$ – площадь сечения проволоки.

Тогда $m = \rho \cdot L \cdot \pi d^2 / 4$.

$$m = 8900 \text{ кг/м}^3 \cdot 16,2 \text{ м} \cdot 3,14 \cdot (0,000479 \text{ м})^2 / 4 = 0,02597 \text{ кг} = 25,97 \text{ г}.$$

$$\Delta m = m \left(\frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta d}{d} \right).$$

$$\Delta m = 25,97 \text{ г} \left(\frac{0,5}{8900} + \frac{0,7}{16,2} + 2 \frac{0,021}{0,479} \right) \approx 25,97 \text{ г} \left(\frac{0,7}{16,2} + 2 \frac{0,021}{0,479} \right) \approx 3 \text{ г}.$$

$$\text{Окончательно: } m = (26 \pm 3) \text{ г}.$$

Ответы:

$$1) d_1 = (0,40 \pm 0,10) \text{ мм}, \text{ или } d_1 = (0,60 \pm 0,10) \text{ мм}.$$

$$d_2 = (0,47 \pm 0,03) \text{ мм}, \text{ или } d_2 = (0,53 \pm 0,03) \text{ мм}.$$

$$d_3 = (0,458 \pm 0,021) \text{ мм}, \text{ или } d_3 = (0,500 \pm 0,021) \text{ мм}.$$

2) Точность определения диаметра проволоки наибольшая в третьем эксперименте.

Результат измерения диаметра проволоки:

$$d = (0,479 \pm 0,021) \text{ мм};$$

$$3) L = (16,2 \pm 0,7) \text{ м};$$

$$4) m = (26 \pm 3) \text{ г}.$$

Критерии оценивания задачи «Семь раз отмерь»

№ п/п	Элемент решения задачи	Балл
1.	Записана правильная формула для определения диаметра проволоки	1 балл
2.	Найдены численные значения диаметра проволоки по результатам трех измерений	1 балл
3.	Правильно проведены оценки погрешности определения диаметра проволоки во всех трех случаях	1 балл
4.	Правильно выбрано измерение диаметра проволоки с наибольшей точностью и получено его значение	1 балл
5.	Правильно записано выражение для определения количества витков и найдено его численное значение	1 балл
6.	Правильно записано выражение для определения погрешности определения количества витков и найдено ее значение	1 балл
7.	Правильно записано выражение для определения длины проволоки и найдено его численное значение	1 балл
8.	Правильно записано выражение для определения погрешности определения длины проволоки и найдено ее численное значение	1 балл
9.	Правильно записана формула для определения массы проволоки и найдено его численное значение	1 балл
10.	Правильно записана формула для определения погрешности определения массы проволоки и найдено ее численное значение	1 балл
	Итого	10 баллов