

**Первый этап Всесибирской Открытой Олимпиады
Школьников по физике**

**9 ноября 2025 г.
7 класс**

1. Школьники отправляются на Всесибирскую олимпиаду от остановки «Речной вокзал» до Академгородка на равномерно движущемся автобусе. Однако, когда они проехали $n = 80\%$ от всего пути, на въезде в Академгородок образовалась пробка, из-за которой скорость автобуса в пробке снизилась в $k = 3$ раз, а ребята опоздали на время τ . Сколько составило время опоздания τ , если расчетное время всей поездки было $T = 45$ минут?

Возможное решение:

Пусть d – путь в пробке, V_1 – скорость до пробки, V_2 – скорость в пробке.

Обозначим $m = 1 - \frac{n}{100} = 1/5$.

Запишем соотношения для равномерного движения по пробке:

$$\begin{cases} d = V_1 mT \\ d = V_2(mT + \tau) \\ V_1 = kV_2 \end{cases}$$

Решаем уравнения:

$$V_2(mT + \tau) = kV_2 mT$$

$$mT + \tau = kmT$$

$$\tau = m(k - 1)T = \frac{2}{5} 45 = 18 \text{ мин}$$

Критерии:

№	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	Описание ситуации до пробки	$d = V_1 mT$	2
2	Описание ситуации после пробки	$d = V_2(mT + \tau)$	2
3	Соотношение на скорости	$V_1 = kV_2$	1
4	Решение уравнений		3
5	Ответ	$\tau = m(k - 1)T = \frac{2}{5} 45 = 18 \text{ мин}$	2

2. Очень активный мальчик и его отец пришли в аквапарк, где решили поплавать на “бегущей реке”, представляющий из себя замкнутый поток воды, движущийся со скоростью $u = 3$ м/с. Отец, взяв надувной круг, надеялся мирно плыть по течению. Сын предложил игру – если он поплывет против течения и встретит отца 6 раз за один пройденный отцом круг, то они съедят по мороженому. Когда игра началась, отец тут же оценил, что при текущей скорости сына относительно воды, успеет произойти ровно 5 встреч, и решил немного помочь, подгребая руками и начав двигаться со скоростью v_0 относительно воды. С какой скоростью грёб любящий отец, если в итоге оба довольные кушали мороженое?

Возможное решение:

Пусть v – скорость мальчика. Отец должен проходить один круг в обеих ситуациях. Мальчик же по расчетам успел бы пройти 5 кругов, но при помощи отца успел пройти 6. Запишем эти факты в виде двух равенств, введя t и t' – времена пути:

$$5ut = (v - u)t$$

$$6(u + v_0)t' = (v - u)t'$$

Разделив одно уравнение на другое в итоге получаем:

$$\frac{u}{(u + v_0)} = \frac{6}{5} \Rightarrow v_0 = -0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Критерии:

№	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	Описание гипотетической ситуации	$5ut = (v - u)t$	3
2	Описание фактической ситуации	$6(u + v_0)t' = (v - u)t'$	3
3	Решение уравнений		2
4	Ответ	$v_0 = -0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	2

3. Стержень шариковой ручки имеет длину $L = 13$ см, внешний диаметр $D = 3$ мм, внутренний диаметр $d = 2$ мм. Ручка заправлена чернилами, столбик чернил имеет длину $l = 11$ см. Шарик ручки имеет диаметр $d_0 = 1$ мм. След какой длины S можно написать такой ручкой на бумаге, если толщина следа составляет $h = 50$ нм? Сколько (N) нужно ручек, чтобы написать от руки текст объемом $n = 500$ тысяч символов? Длина следа S_0 от одного символа текста: $S_0 = 1$ см.
Справка: Объём V цилиндра рассчитывается по формуле $V = \pi r^2 h$, где r — радиус цилиндра, h — его высота, $\pi \approx 3,14$.

Возможное решение:

Объём всех чернил в стержне: $V = \pi \frac{d^2}{4} l$ (+1 балл)

След представляет собой параллелепипед, первое ребро это ширина следа, которая составляет диаметр шарика d_0 , второе ребро это искомая длина S следа, третье ребро – толщина следа h . (+2 балла)

Объем всех чернил равен объему всего следа (+1 балл):

$$\pi \frac{d^2}{4} l = d_0 S h$$

Откуда искомая S (для удобства все считаем в миллиметрах): (+3 балла)

$$S = \frac{\pi d^2 l}{4 d_0 h} = \frac{3,14 \cdot 2^2 \cdot 110}{4 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^{-5}} \approx 6,9 \cdot 10^6 \text{ мм} = 6,9 \cdot 10^5 \text{ см} = 6,9 \cdot 10^3 \text{ м} = 6,9 \text{ км}$$

Количество ручек:

$$N = \frac{S_0 n}{S} = \frac{1 \cdot 5 \cdot 10^5}{6,9 \cdot 10^5} < 1$$

Т.е. одной ручки нам хватит. (+3 балла)

Критерии:

№	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	Объем всех чернил в стержне	$V = \pi \frac{d^2}{4} l$	1
2	Описание следа как параллелепипеда	$d = V_2(mT + \tau)$	2
3	Объем всех чернил равен объему всего следа	$\pi \frac{d^2}{4} l = d_0 S h$	1
4	Выражена искомая площадь следа	$S = \frac{\pi d^2 l}{4 d_0 h}$	3
5	Подсчитано число ручек	$N = \frac{S_0 n}{S}$	3

4. У вас есть 3 пружины жесткостью 100 Н/см 200 Н/см и 300 Н/см, длиной 1 см каждая. Каким образом необходимо соединить все три пружинки, чтобы груз массой $M = 10$ кг был не выше 2,3 см от потолка?

Возможное решение:

Основное уравнение – 2 закон Ньютона:

$$k \Delta x = m g$$

Сила тяжести постоянна, а значит необходимо понять всевозможные комбинации жесткостей составной пружинки. Обозначим пружинки цифрами 1 2 и 3 соответственно, для сокращения записи (также используем обозначения “П” для последовательного и “||” для параллельного соединения) и составим таблицу:

Соед.	k (Н/см)	Δ (см)	x (см)
1П2П3	54,54545	1,833333	4,833333
1 (2П3)	220	0,454545	2,454545
2 (1П3)	275	0,363636	2,363636
3 (1П2)	366,6667	0,272727	2,272727
1 2 3	600	0,166667	1,166667

Не забудем, что помимо удлинения, у пружинок существует собственная длина.

Из таблицы выбираем длины, соответствующие условию задачи (выделены)

Критерии:

№	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	Запись 2 З.Н.	$k\Delta x = mg$	2
2	Расчеты вариантов жесткостей		3
3	Расчеты удлинений составных пружинок		2
4	Расчет расстояний до потолка		2
5	Выбор подходящих соединений		1

Комментарий: В п.2 за один верно найденный вариант – 1б, За 3 -2б

В п.3 за 3 верно найденных варианта – 1б

В п.4 за 3 верно найденных варианта – 1б

Дробные баллы не ставятся!