

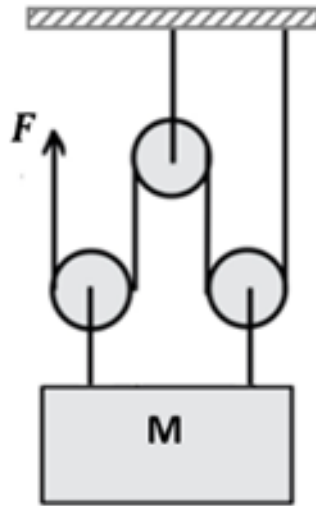
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ФИЗИКЕ. 2021–2022 уч. г.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 класс

**Критерии и ответы**

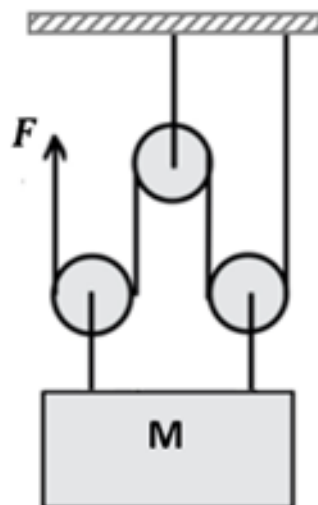
**Тестовые задания**

1. Вова обычно после школы сразу идёт в спорткомплекс на тренировку, двигаясь со скоростью  $1,5 \text{ м/с}$ , и приходит точно к началу тренировки. В один из дней, когда Вова прошёл половину пути до спорткомплекса, он понял, что оставил спортивную форму в школе. Успеет ли Вова на тренировку, если побежит обратно в школу за формой, а затем – снова в спорткомплекс, двигаясь всё время со скоростью  $15 \text{ км/ч}$ ?
  - 1) успеет
  - 2) опоздает
  
2. В вертикальном цилиндрическом сосуде с пресной водой плавает кусок льда, замороженный из этой воды. Как изменятся давление  $p$  и сила давления  $F$  воды на дно сосуда, если лёд растает?
  - 1) Давление жидкости на дно увеличится, сила давления на дно не изменится.
  - 2) Давление жидкости на дно уменьшится, сила давления на дно не изменится.
  - 3) Давление жидкости на дно не изменится, сила давления на дно не изменится.
  - 4) Давление жидкости на дно не изменится, сила давления на дно увеличится.

3. Архимед построил систему из очень лёгких блоков (чертёж системы изображён на рисунке), и использовал её для удержания в равновесии груза  $M$ . Какой выигрыш в силе даёт эта система?



- 1) в 1,5 раза  
2) в 2 раза  
3) в 3 раза  
4) в 4 раза
4. Архимед проводил опыты с построенной им системой (см. предыдущее задание). В первый раз он опустил груз  $M$  полностью в воду, а во второй раз груз в воду погружен не был. Найдите отношение величин сил  $F_1/F_2$ , необходимых для удержания груза в первом и втором случаях. Плотность воды равна  $1 \text{ г/см}^3$ , плотность груза  $4 \text{ г/см}^3$ , блоки очень лёгкие, нити невесомые и нерастяжимые. Ответ округлите до сотых долей.



- 1) 0,24  
2) 0,75  
3) 0,94  
4) 4

5. На пружине подвесили груз массой  $m$ , и после этого её длина оказалась равна  $l_1$ . Если к этому грузу добавить другой груз массой  $2m$ , то длина пружины станет равна  $l_2$ . Чему равна жёсткость данной пружины?

1)  $\frac{mg}{l_2 - l_1}$

2)  $\frac{2mg}{l_2 - l_1}$

3)  $\frac{mg}{l_1}$

4)  $\frac{2mgl_2}{l_1(l_1 + l_2)}$

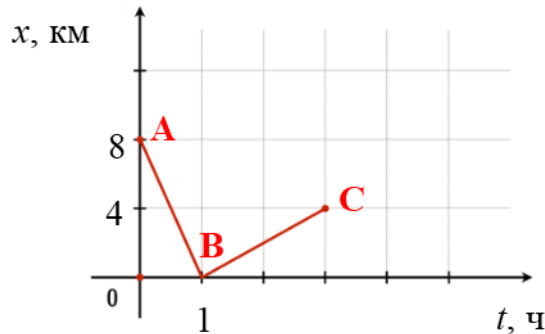
**Ответы:**

№ задания	1	2	3	4	5
Ответ	2	3	4	2	2
Балл	2 балла	2 балла	2 балла	2 балла	2 балла

### Задания с кратким ответом

#### Задачи 6-7

Спортсмен-любитель сначала шёл быстрым спортивным шагом, а затем сбавил темп до прогулочного шага. На рисунке приведён график зависимости координаты  $x$  спортсмена от времени  $t$ .



- 6) С какой скоростью двигался спортсмен, когда прогуливался? Ответ дайте в м/мин, округлив до десятых долей. **(2 балла)**
- 7) Определите среднюю путевую скорость спортсмена за всё время его движения. Ответ приведите в км/ч, округлив до целого числа. **(3 балла)**

#### Решение:

6) Спортсмен шёл пешком на участке BC. Он преодолел 4 км за 2 часа, значит его скорость  $2 \text{ км/ч} = 2000:60 \text{ м/мин} \approx 33,3 \text{ м/мин}$ .

7) За всё время движения ( $t = 3$  часа) спортсмен прошёл  $8 \text{ км} + 4 \text{ км} = 12 \text{ км} = l$ .

$$v_{\text{ср.пут.}} = \frac{l}{t} = 4 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Ответ:	6)	7)
	33,3	4

*Максимум за задачу 5 баллов.*

### Задачи 8-9

Рыбак, плывший вверх по течению реки на моторной лодке, встретил другого рыбака на плоту и продолжил свой путь с постоянной относительно воды скоростью. Через 30 минут после встречи рыбак, плывший на лодке, выключил двигатель, чтобы порыбачить (во время рыбалки якорь он не бросал, и поэтому лодку несло течением). Спустя 15 минут рыбак на лодке решил вернуться к рыбаку на плоту, который всё время продолжал плыть по течению. При этом лодка опять двигалась с той же постоянной относительно воды скоростью.

8) Определите промежуток времени, прошедший между моментами встречи рыбаков. Ответ выразите в минутах и округлите до целого числа. **(6 баллов)**

9) Чему равна скорость течения реки, если за промежуток времени, прошедший между моментами встречи рыбаков, плот проплыл 2,5 км? Ответ выразите в км/ч и округлите до целого числа. **(4 балла)**

#### Решение:

8) Перейдём в систему отсчёта реки. В такой системе отсчёта река и плот всё время покоятся. Рассмотрим движение моторной лодки. Она движется всё время с собственной скоростью. Получаем, что лодка плыла 30 минут с собственной скоростью, 15 минут стояла и затем поплыла обратно. Лодка вернулась в ту же точку к покоящемуся плоту, двигаясь снова с собственной скоростью. Получается, что на движение обратно ей снова потребуется 30 минут. Общее время движения:

$$t = 30 \text{ мин} + 15 \text{ мин} + 30 \text{ мин} = 75 \text{ мин.}$$

9) Вернёмся в систему отсчёта берега реки. За 75 минут = 1,25 часа движения плот прошёл 2,5 км, двигаясь со скоростью течения реки. Значит, скорость течения реки равна  $v = 2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ .

Ответ:

<b>8)</b>	<b>9)</b>
75	2

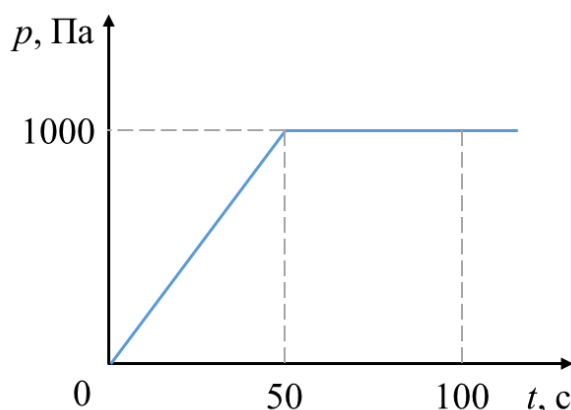
**Максимум за задачу 10 баллов.**

### Задачи 10-11

В сосуд постоянного сечения  $S = 100 \text{ см}^2$  наливают из крана воду так, что в сосуд попадает одинаковое количество воды за равные промежутки времени. Плотность воды  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ , ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ Н/кг}$ . Используя показанный на рисунке график зависимости давления  $p$  воды на дно сосуда от времени  $t$ , определите:

10) скорость подъёма уровня воды в сосуде (ответ выразите в мм/с и округлите до целого числа); (4 балла)

11) объём сосуда (ответ выразите в литрах, округлив до десятых долей). (4 балла)



#### Решение:

10) Давление жидкости на дно сосуда:  $p = \rho gh$ . Из графика следует, что первые 50 с давление увеличивается линейно, следовательно, сосуд еще не заполнился. После этого момента времени давление воды на дно не изменяется, следовательно, вода выливается из сосуда, сосуд заполнен до краёв. Скорость подъёма уровня воды в сосуде можно найти из выражения:

$$p = \rho gh = \rho gvt, \Rightarrow v = \frac{\Delta p}{\rho g \Delta t}.$$

По графику  $v = \frac{1}{\rho g} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta t} = 2 \text{ мм/с}$ .

11) Объём сосуда:  $V = SH$ , где  $H$  – высота сосуда. Используя данные графика, получаем, что к моменту заполнения сосуда ( $t = 50 \text{ с}$ ) давление равно  $p = 1000 \text{ Па}$ .

$$V = SH = \frac{Sp(t)}{\rho g} = 1 \text{ л.}$$

Ответ:

<b>10)</b>	<b>11)</b>
2	1

**Максимум за задачу 8 баллов.**

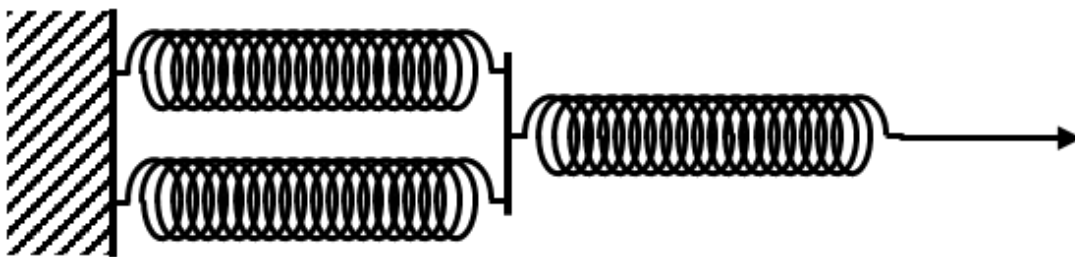
### Задачи 12-14

Ученик достал из механической ручки пружину. Оказалось, что, если поставить пружину на стол вертикально и положить на неё ластик массой 27 г, то эта пружина сожмётся на 6 мм. Пружину можно считать невесомой. Ускорение свободного падения равно 10 Н/кг.

12) Какова жёсткость пружины? Ответ дайте в Н/м, округлив до целого числа. (2 балла)

13) Эту пружину разрезали на две части, длины которых относятся как 1:2. Какова жёсткость длинной части? Ответ дайте в Н/м, округлив до десятых долей. (4 балла)

14) Далее длинную часть пружины разделили пополам и из получившихся трёх равных частей собрали конструкцию, изображённую на рисунке. Какова жёсткость данной конструкции? Ответ дайте в Н/м, округлив до целого числа. (6 баллов)



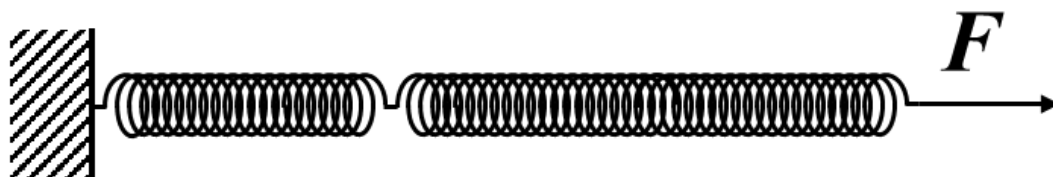
**Решение:**

12) Найдём жёсткость пружины:  $k = \frac{mg}{\Delta x} = 45 \text{ Н/м}$ .

13) Представим пружинку от ручки, как две пружинки длинами  $l$  и  $2l$ , соединённые последовательно. Приложим к пружине силу  $F$ . Если первая пружинка растянулась на  $\Delta l$ , вторая растянется на  $2\Delta l$ , а вся пружина растянулась на  $3\Delta l$ . При этом, так как пружина невесома, то сила, действующая на пружину целиком, равна силе, действующей на каждую из её частей:

$$F = k3\Delta x = k_1\Delta x = k_22\Delta x.$$

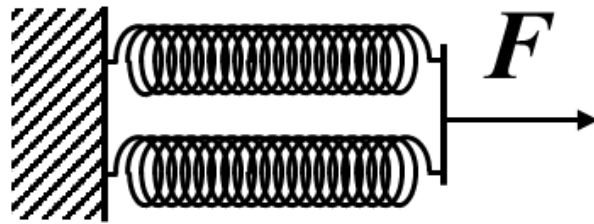
Тогда жёсткость длинной её части  $k_2 = 1,5 k = 67,5 \text{ Н/м}$ .



14) Рассуждая аналогично предыдущему пункту, получим, что жёсткость каждой из трёх коротких частей равна  $k_1 = 3 k = 135 \text{ Н/м}$ .

При параллельном соединении двух коротких частей их удлинения равны, а силы суммируются:  $k_1\Delta x_1 + k_1\Delta x_1 = 2k_1\Delta x_1 = F$ . Значит, эквивалентная

жёсткость системы из двух параллельных одинаковых пружин равна  $2k_1 = 6k = 270 \text{ Н/м}$ .



К этой системе мы последовательно подключаем пружину жёсткостью  $k_1$ . Как и в пункте 2, сила, действующая на пружину целиком, равна силе, действующей на каждую из её частей:

$$F = 2k_1\Delta x_1 = k_1\Delta x_2 = k_0\Delta x_0$$

Значит,  $2\Delta x_1 = \Delta x_2$ ,  $\Delta x_0 = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 3\Delta x_1$ .

$$2k_1\Delta x_1 = k_0 3\Delta x_1 \Rightarrow k_0 = \frac{2}{3} k_1 = 90 \text{ Н/м}$$

Ответ:	12)	13)	14)
	45	67,5	90

*Максимум за задачу 12 баллов.*

**Всего за работу – 45 баллов.**