

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

Свердловская область

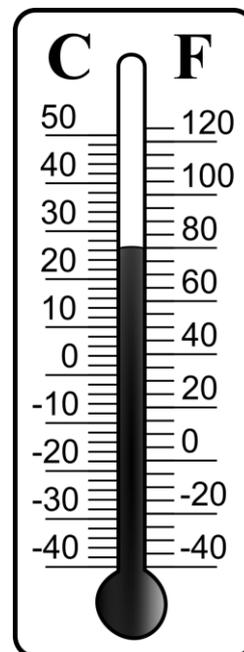
2017-2018 учебный год

7 класс

Решения задач, рекомендации по проверке

**Задача 1. Термометр**

На рисунке показан термометр с двумя шкалами – Цельсия и Фаренгейта. Какую температуру он показывает в °C и °F? При какой температуре по °F замерзает вода, исходя из показаний термометра? Если температура упадёт на 20°F, каковы будут показания термометра по шкале Цельсия?



**Решение**

Текущее значение температуры 26°C, 80°F.

Вода замерзает при 30 или 35°F.

Если упадет на 20°F, показания термометра будут 16°C.

**Альтернативное решение**

Можно ответить на остальные вопросы данной задачи, если выразить связь между шкалами Цельсия и Фаренгейта в явном виде. Поскольку обе шкалы равномерные, значения температуры по Цельсию и по Фаренгейту должны быть связаны линейным соотношением  $t_F = a \cdot t_C + b$ . Найти коэффициенты в этой формуле можно, если подставить в неё значения температуры в точках, в которых отметки по разным шкалам точно совпадают. На рисунке есть как минимум 2 такие точки: -40°C / 40°F и 10°C / 50°F.

Составим систему уравнений

$$\begin{aligned} 50(^{\circ}F) &= a \cdot 10(^{\circ}C) + b, \\ -40(^{\circ}F) &= a \cdot (-40(^{\circ}C)) + b. \end{aligned}$$

Выразим отсюда коэффициенты  $a$  и  $b$ .

$$\begin{aligned} 90 &= 50a, \\ a &= \frac{90}{50} = \frac{9}{5}, \\ -40 &= -40 \cdot \frac{9}{5} + b = 72 + b \\ b &= 72 - 40 = 32 \\ t_F &= \frac{9}{5} \cdot t_C + 32 \end{aligned}$$

С помощью этой формулы можно определить точную температуру замерзания воды по Фаренгейту:  $t_{F\text{зам}} = \frac{9}{5} \cdot 0 + 32 = 32^{\circ}F$ . Термометр покажет 30°F.

Получим формулу для обратного перевода.

$$t_C = \frac{5}{9}(t_F - 32).$$

При изменении температуры на  $20^{\circ}\text{F}$  температура по Цельсию  $t_c = \frac{5}{9}(80 - 20 - 32) \approx 15,6^{\circ}\text{C}$ . Поскольку термометр измеряет температуру с точностью до  $2^{\circ}\text{C}$ , он в этом случае покажет температуру  $16^{\circ}\text{C}$ .

Критерий оценивания	Значение	Балл
Показания термометра в градусах Цельсия	$26^{\circ}$	2
Показания термометра в градусах Фаренгейта	$80^{\circ}$	2
Температура замерзания воды в градусах Фаренгейта	$30^{\circ}/35^{\circ}$	3
Показание температуры по $^{\circ}\text{C}$ , при падении по Фаренгейту на $20^{\circ}\text{F}$	$16^{\circ}$	3

### Задача 2. Веселый Роджер

В морях возле Острова Сокровищ течение меняет направление несколько раз в сутки. С полуночи до 4 утра оно направлено на север, затем до 4 после полудня – на восток, до 8 вечера – на юг, и до полуночи – на запад, причем скорость течения все время остается постоянной и равной 6 км/ч. Ровно в полночь капитан Воробей отчалил от острова на плоту, а через неделю, также в полночь, сел на мель. Найдите перемещение плота. Если теперь Воробей переседет в лодку, в каком направлении нужно плыть, чтобы как можно быстрее вернуться на Остров? Сколько времени займет обратная дорога, если в стоячей воде лодка развивает скорость 4 км/ч, а грести капитан может только половину времени ежедневно?

### Решение

Из условия следует, что 4 часа в сутки течение направлено на север, 12 часов – на восток, 4 часа – на юг и 4 часа – на запад. Каждые сутки плот, движимый течением, будет перемещаться на восток на расстояние  $8 \text{ ч} * 6 \text{ км/ч} = 48 \text{ км}$ . Через неделю перемещение плота составит 336 км.

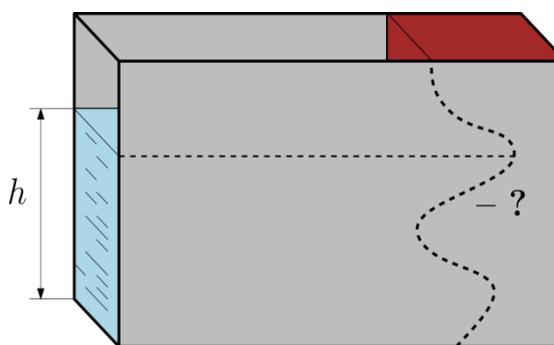
Поскольку каждые сутки Воробей смещался на восток, то, чтобы вернуться на остров как можно быстрее, ему нужно грести на запад.

Если он будет грести по 12 часов в сутки, то лодка будет перемещаться относительно воды на 48 км на запад ежедневно, однако ее ежедневно будет относить течением на 48 км на восток. Не к чести капитана будет сказано, но такими темпами Воробью никогда не вернуться на Остров.

Критерий оценивания	Значение	Балл
Догадка о том, что перемещение за 24 часа будет только на восток		2
Перемещение плота за неделю	336 км.	3
Утверждение, что он должен грести на запад, чтобы вернуться на Остров		2
Утверждение, что он не сможет вернуться из-за постоянного сноса лодки течением		3

### Задача 3. Скрытые уровни

Школьник Вася проводит опыты с длинным аквариумом. У аквариума плоское дно, три вертикальные стенки, а четвертая изгибается сложным образом благодаря рельефу для рыбок. Наливая сверху в аквариум воду, Вася исследует зависимость высоты  $h$  установившегося уровня воды от количества налитой воды  $V$ . Полученные Васей результаты измерений представлены в таблице:



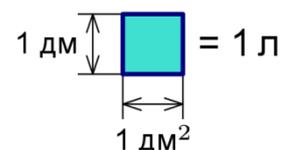
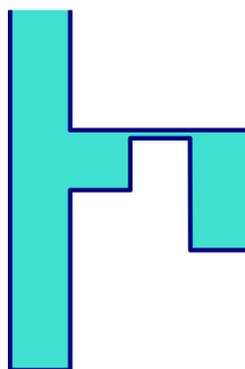
$V$ , л	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h$ , дм	1	2	3	3,5	4	4	4	5	6

Нарисуйте возможный профиль аквариума, чтобы было видно, как выглядит четвертая стенка с рельефом. Укажите на рисунке размеры аквариума.

### Решение

Поскольку в начале высота уровня пропорциональна объему налитой воды, площадь сечения нижней части аквариума может быть постоянной. Начиная с высоты 3 дм, площадь сечения аквариума увеличивается в два раза. На высоте 4 дм в аквариуме должна располагаться ниша объемом 2 литра. Выше полости площадь поперечного сечения аквариума может быть такой же, как и внизу.

Возможная форма аквариума:



Критерий оценивания	Балл
Определение связи наклона графика зависимости $V(h)$ с сечением аквариума	2
Определение отношения площадей на 3-х уровнях	2
Определение наличия полости	1
Определение объёма/размеров полости	2
Адекватный рассчитанным параметрам рисунок	3

#### Задача 4. Дырявый шланг

Вдоль грядки лежит резиновый поливочный шланг, длиной 100 метров, один конец которого подключен к крану. Шланг вытянут вдоль одной прямой. На расстоянии 40 метров от крана шланг протекает и из него фонтанирует вода. Заранее включив воду, садовник берет конец шланга и направляется с ним в сторону крана со скоростью 2 м/с. С какой скоростью место перегиба шланга будет приближаться к крану? Через какое время участок шланга, где находится прорыв, начнет движение? Через сколько секунд с момента начала движения садовника место прорыва достигнет крана?

#### Решение

Перейдем в систему отсчета, связанную с краном. Тогда садовник приближается к нему со скоростью 2 м/с, а сгибаемый конец шланга со скоростью 1 м/с, поскольку шланг складывается в 2 раза. Шланг протекает в 40 метрах от крана, а значит, место прорыва начнет движение через  $40/1 = 40$  секунд. Точки шланга, уже пришедшие в движение, движутся дальше со скоростью садовника. Место протечки достигнет крана через  $40/2 = 20$  с, с момента начала движения садовника пройдет  $40 + 20 = 60$  с.

Критерий оценивания	Значение	Балл
Скорость места перегиба шланга относительно крана	1 м/с	2
Время, через которое место прорыва начнет движение	40 с.	4
Время, через которое прорыв достигнет крана	60 с.	4