

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ФИЗИКЕ. 2018–2019 уч. г.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

**Решения и критерии оценивания**

**Задача 1**

Катер пересёк прямую реку шириной 90 м, всё время поддерживая курс перпендикулярно течению. Чему равна средняя скорость катера относительно воды, если известно, что место прибытия катера на другой берег находится на 15 м ниже по течению от точки отправления? Скорость течения равна 1 м/с.

***Возможное решение***

Катер смещается относительно берега за счёт скорости течения, так как относительно воды катер движется перпендикулярно течению и берегу. Значит, время движения катера можно вычислить, зная его смещение по течению и скорость течения:

$$t = \frac{15 \text{ м}}{1 \text{ м/с}} = 15 \text{ с.}$$

Средняя скорость катера относительно воды перпендикулярна берегу, значит:

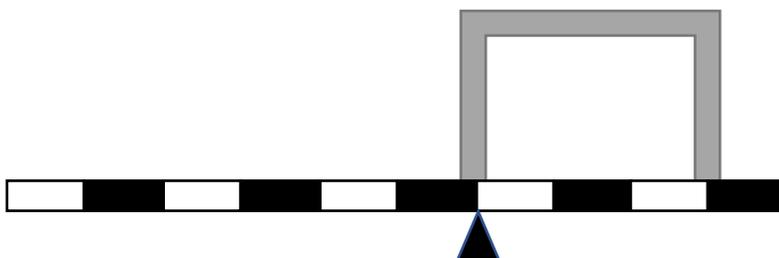
$$V_{\text{сред}} = \frac{90 \text{ м}}{15 \text{ с}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

**Критерии оценивания**

Отмечено, что на смещение вдоль берега влияет  
только скорость течения..... **2 балла**  
Найдено время движения ..... **3 балла**  
Отмечено, что на смещение перпендикулярно берегу влияет  
только скорость катера относительно воды ..... **3 балла**  
Найдена средняя скорость относительно воды ..... **2 балла**  
**Максимум за задачу 10 баллов.**

## Задача 2

Изогнутая в виде буквы П однородная деталь массой  $2m$  находится в равновесии на массивном однородном рычаге, как показано на рисунке. Найдите массу рычага.



### Возможное решение

Рассмотрим силы, действующие на систему «рычаг + деталь». Таких сил три. Это: 1) сила реакции со стороны опоры  $N$ ; 2) сила тяжести, действующая на рычаг, – она приложена слева от опоры на расстоянии одного деления рычага от неё; 3) сила тяжести, действующая на деталь, – она приложена справа от опоры на расстоянии полутора делений рычага от неё. Запишем уравнение моментов для сил, действующих на рычаг, относительно точки опоры. Пусть масса рычага равна  $M$ , а длина одной десятой части рычага (то есть одного деления) равна  $l$ . Тогда:

$$2mg \cdot 1,5l = Mg \cdot l \Rightarrow M = 3m.$$

### Критерии оценивания

Указаны все действующие на рычаг силы (направление, величина и точка приложения) – по **2 балла** за каждую силу ..... **6 баллов**  
Правильно записано уравнение моментов ..... **3 балла**  
Найдена масса рычага..... **1 балл**  
**Максимум за задачу 10 баллов.**

## Задача 3

У Васи есть четыре одинаковых динамометра, один из которых неисправен. Вася соединил все динамометры последовательно друг за другом и повесил к ним груз. Показания динамометров, начиная от нижнего, составили: 4 Н, 9 Н, 12 Н, 19 Н. Можно ли по этим данным определить, какой из динамометров неисправен? Если можно, то определите. Если нельзя – то объясните, почему.

### ***Возможное решение***

Показания исправных одинаковых динамометров должны увеличиваться на одну и ту же величину при переходе к следующему более высокому динамометру, так как более высокий динамометр взвешивает, кроме груза, и все динамометры, находящиеся снизу под ним. Предположим, что неисправен нижний динамометр, тогда остальные три должны быть исправны, однако разницы их показаний не одинаковы, то есть приходим к противоречию. Аналогично убеждаемся, что верхний динамометр также должен быть исправным. Отсюда следует, что груз весит 4 Н, а три нижних динамометра весят  $(19 \text{ Н}) - (4 \text{ Н}) = (15 \text{ Н})$ , т.е. вес одного динамометра равен 5 Н. Следовательно, неисправен третий динамометр, считая снизу, – тот, который показывает 12 Н.

### **Критерии оценивания**

Показания исправных одинаковых динамометров должны увеличиваться на одну и ту же величину при переходе к следующему более высокому динамометру ..... **1 балл**  
Более высокий динамометр взвешивает, кроме груза, еще и все динамометры, находящиеся снизу..... **2 балла**  
Доказано, что нижний динамометр исправен..... **2 балла**  
Доказано, что верхний динамометр исправен ..... **1 балл**  
Груз весит 4 Н ..... **1 балл**  
Один динамометр весит 5 Н ..... **2 балла**  
Установлено, что третий динамометр, считая снизу, неисправен ..... **1 балл**  
**Максимум за задачу 10 баллов.**

### **Задача 4**

Однородный кирпич, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, положили трижды на поверхность горизонтального стола разными гранями. В первом случае давление, которое оказывает кирпич на поверхность стола, равно 1 кПа, во втором – 2 кПа, в третьем – 4 кПа. Найдите массу кирпича, если плотность материала, из которого он изготовлен, равна  $1,6 \text{ г/см}^3$ . Атмосферное давление не учитывать. Считайте, что  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

### ***Возможное решение***

Пусть длины рёбер кирпича равны  $a$ ,  $b$  и  $c$ . Тогда площади граней равны  $ab$ ,  $bc$  и  $ac$  соответственно.

Давление выражается через силу  $F_\perp$ , действующую на опору перпендикулярно к ней, и площадь  $S$  контакта с этой опорой, как  $P = \frac{F_\perp}{S}$ . На опору

перпендикулярно ей во всех случаях действует вес кирпича, численно равный  $mg$ , если кирпич находится в равновесии. Тогда:

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{mg}{ab} = 1 \text{ кПа}, \\ P_2 &= \frac{mg}{bc} = 2 \text{ кПа}, \\ P_3 &= \frac{mg}{ac} = 4 \text{ кПа}. \end{aligned}$$

Заметим, что если перемножить все три равенства, то получится:

$$P_1 P_2 P_3 = \frac{(mg)^3}{(abc)^2} = \frac{(mg)^3}{V^2} = \frac{\rho V g^3}{V^2} = \rho^2 mg^3,$$

откуда

$$m = \frac{P_1 P_2 P_3}{g^3} = \frac{1000 \times 2000 \times 4000}{1600^2 \times 10^3} \frac{\text{Па}^3}{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{с}^2}} = 3,125 \text{ кг}.$$

*Примечание:* если при решении задачи школьники будут считать известным, что стороны кирпича относятся как 1:2:4, и, исходя из этого, получат верный ответ, – то такое решение следует считать правильным.

### Критерии оценивания

Записана формула для выражения давления (в общем виде) ..... **1 балл**

Для каждого из трёх положений кирпича записано выражение для давления через массу и длины рёбер кирпича

(по **2 балла** за каждое) ..... **6 баллов**

Получено верное выражение для массы кирпича ..... **2 балла**

Получено значение массы кирпича ..... **1 балл**

**Максимум за задачу 10 баллов.**

**Всего за работу 40 баллов.**