

**Олимпиада «Курчатов»**  
*2016–17 учебный год*  
**Заключительный этап**

**7 класс**

**Задача 1**

**Условие**

Автомобиль, ехавший всё время в одном направлении, двигался первую треть времени с постоянной скоростью 60 км/ч, за вторую треть времени он проехал 35 км, а последний участок пути проехал с постоянной скоростью 80 км/ч. Скорость автомобиля на втором участке пути равнялась средней скорости за весь путь. Найдите

- 1) скорость автомобиля на втором участке;
- 2) полный путь, пройденный автомобилем;
- 3) время, затраченное на дорогу.

**Возможное решение**

Поскольку первый и третий участки пути были пройдены за одинаковое время, средняя скорость на этих двух участках равна

$$\frac{60 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}}}{2} = 70 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Поскольку на втором участке скорость равна средней на всём пути, значит, она же равна средней скорости на первом и третьем участке, то есть 70 км/ч.

Время, затраченное на прохождение второй трети пути, равно

$$\frac{35 \text{ км}}{70 \text{ км/ч}} = 0,5 \text{ ч.}$$

Значит, полное время движения равно 1,5 ч. Полный путь найдём, зная среднюю скорость:

$$s = 70 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 1,5 \text{ ч} = 105 \text{ км.}$$

**Критерии оценивания**

Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

Связь пути, скорости и времени.....	1 балл
Найдена скорость на втором участке .....	2 балла
Найдён весь путь .....	1 балл
Найдено всё время движения .....	1 балл

**Задача 2**

**Условие**

Два авианосца движутся навстречу друг другу с постоянными скоростями. Скорость первого авианосца 15 км/ч, скорость второго — 25 км/ч. В момент, когда расстояние между кораблями равно 100 км, с первого авианосца взлетает вертолёт и движется по прямой ко второму авианосцу со скоростью 175 км/ч. Долетев до второго авианосца, вертолёт совершает посадку, и, спустя некоторое время, возвращается на первый авианосец, вновь двигаясь со скоро-

стью 175 км/ч. От момента, когда вертолёт долетел до второго авианосца, до момента, когда вертолёт покинул этот авианосец, прошло ровно 25 минут. Сколько времени вертолёт отсутствовал на первом авианосце? Найдите путь, пройденный вертолётном.

### Возможное решение

В первой части полёта вертолёт и второй авианосец сближаются со скоростью 200 км/ч. Значит, вертолёт долетит до второго авианосца за время

$$t_1 = \frac{100 \text{ км}}{200 \text{ км/ч}} = 30 \text{ мин.}$$

Затем в течение времени  $t_2 = 25$  минут вертолёт двигался вместе со вторым авианосцем. За  $t_1 + t_2 = 55$  минут авианосцы сблизятся на

$$40 \text{ км/ч} \cdot \frac{55}{60} \text{ ч} = \frac{110}{3} \text{ км,}$$

и расстояние между ними будет равно  $\frac{190}{3}$  км. Скорость сближения вертолёта и первого авианосца 190 км/ч, обратный путь вертолёта займёт время

$$t_3 = \frac{\frac{190}{3} \text{ км}}{190 \text{ км/ч}} = \frac{1}{3} \text{ ч} = 20 \text{ мин.}$$

Полное время отсутствия вертолёта на авианосце

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 75 \text{ мин.}$$

Вертолёт время  $t_1 + t_3 = 50$  мин двигался со скоростью 175 км/ч, а время  $t_2 = 25$  мин двигался со скоростью 25 км/ч, поэтому путь, пройденный вертолётном, равен

$$s = 175 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot \frac{5}{6} \text{ ч} + 25 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot \frac{5}{12} \text{ ч} = 156,25 \text{ км} \approx 156 \text{ км.}$$

### Критерии оценивания

Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

Правильно использовано соотношение между временем, скоростью и расстоянием при равномерном движении ..... 1 балл

Правильно найдены все необходимые скорости сближения ..... 1 балл

Правильно найдено полное время полёта ..... 2 балла

Правильно найден пройденный вертолётном путь ..... 1 балл

### Задача 3

#### Условие

Яблоко средних размеров имеет объём 225 см<sup>3</sup>, а средняя плотность яблок составляет 800 кг/м<sup>3</sup>. Яблоки фасуют по мешкам таким образом, чтобы масса яблок в мешке была равна 30 кг. Сколько в среднем яблок будет в одном мешке? Сколько яблок уместится в кузове автомобиля грузоподъёмностью 3 тонны при полной загрузке?

#### Возможное решение

Найдём массу одного яблока

$$m = \rho V = 180 \text{ г.}$$

Число яблок в мешке

$$N_1 = \frac{30 \text{ кг}}{0,18 \text{ кг}} \approx 167.$$

Число яблок в грузовом автомобиле

$$N_2 = \frac{3000 \text{ кг}}{0,18 \text{ кг}} \approx 16667.$$

### Критерии оценивания

Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

Найдена масса одного яблока.....	2 балла
Найдено количество яблок в мешке .....	1 балл
Найдено количество яблок в автомобиле.....	1 балл
Ответ для $N_1$ и $N_2$ округлѐн до целого .....	1 балл

### Задача 4

#### Условие

Левый конец горизонтально расположенной пружины прикреплѐн к бруску, а за правый конец тянут с постоянной силой  $F$ , направленной вправо. При этом длина пружины равна 100 мм, и брусок движется с постоянной скоростью по горизонтальной поверхности стола. Коэффициент трения равен 0,4, масса бруска 200 г. Если тот же самый брусок подвесить на той же самой пружине, расположенной вертикально, длина пружины составит 115 мм. Найдите

- 1) величину силы  $F$ ;
- 2) жѐсткость пружины  $k$ ;
- 3) длину  $l$  пружины в недеформированном состоянии.

Ускорение свободного падения примите равным 10 Н/кг.

#### Возможное решение

Сила  $F$  равна силе, с которой пружина действует на брусок. Поскольку брусок движется равномерно, модуль действующей на него силы трения должен быть равен модулю силы, приложенной со стороны пружины. Значит,

$$F = \mu mg = 0,8 \text{ Н.}$$

Обозначим длину пружины в первом и втором случае за  $l_1$  и  $l_2$  соответственно:

$$l_1 = l + x_1 = 100 \text{ мм,}$$

$$l_2 = l + x_2 = 115 \text{ мм.}$$

По закону Гука:

$$kx_1 = \mu mg,$$

$$kx_2 = mg.$$

Получаем следующие соотношения:

$$\begin{cases} x_1 = \mu x_2, \\ x_2 - x_1 = l_2 - l_1 = 15 \text{ мм;} \end{cases} \text{ откуда } \begin{cases} x_1 = 10 \text{ мм,} \\ x_2 = 25 \text{ мм.} \end{cases}$$

Значит,  $k = F/x_1 = 80 \text{ Н/м}$ ,  $l = l_1 - x_1 = 90 \text{ мм} = 9 \text{ см}$ .

### Критерии оценивания

Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

Указано, что сила натяжения пружины в первом случае (по модулю) равна силе трения и найдена сила  $F$  ..... 1 балл

Указано, что сила натяжения пружины во втором случае равна силе тяжести .....	1 балл
Правильно использован закон Гука.....	1 балл
Ответ для $k$ .....	1 балл
Ответ для $l$ .....	1 балл

## Задача 5

### Условие

В двух цилиндрических сообщающихся сосудах находится вода. Площадь поперечного сечения широкого сосуда в два раза больше площади поперечного сечения узкого сосуда. После того, как в широкий сосуд долили керосин, уровень жидкости в широком сосуде стал на  $x = 3$  см выше, чем в узком, а высота столба керосина составила  $h_0 = 15$  см (керосин и вода не смешиваются, керосин находится только в широком сосуде). На сколько изменился уровень жидкости в узком сосуде? Какова плотность керосина? Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

### Возможное решение

Столб керосина высотой  $h_0$  уравновешен столбом воды высотой  $h_0 - x$ :

$$\rho_0 g h_0 = \rho g (h_0 - x),$$

значит, плотность керосина

$$\rho_0 = \rho \frac{h_0 - x}{h_0} = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Пусть уровень воды в широком сосуде опустился на  $h$ , тогда уровень воды в узком сосуде поднялся на  $2h$  (объём воды сохраняется). Значит, высота столба воды равна  $3h = h_0 - x$ , откуда  $h = 4$  см. Значит, уровень воды в узком сосуде поднялся на 8 см.

### Критерии оценивания

Правильное решение оценивается в 5 баллов независимо от выбранного участником метода.

Правильно записано равенство гидростатических давлений.....	1 балл
Найдена плотность керосина.....	1 балл
Использовано сохранения объёма воды при перетекании .....	1 балл
Указано, что уровень жидкости в узком сосуде поднимется.....	1 балл
Найдено на сколько .....	1 балл