



## Отборочный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

**Профиль: «Физика»**

**Класс участия: 8**

**Вариант задания: 2**

### Задача 1.

Два автомобиля выехали из города Альфа и за  $t = 1$  час, двигаясь со скоростью  $V = 39$  км/час, проехали половину пути до города Омега. Затем один из автомобилей резко увеличил скорость, доехал до города Омега, развернулся и с той же постоянной большой скоростью поехал обратно. Через  $\tau = 2$  часа после выезда их города Альфа он туда вернулся. На каком расстоянии от города Омега автомобили снова встретились? Результат выразите в километрах и округлите до десятых долей.

### Решение:

Из условия задачи ясно, что ускорившийся автомобиль ехал с большой скоростью в течение 1 часа:  $\tau_1 = 1/3$  часа до города Омега и  $\tau_2 = 2/3$  часа он затратил на обратную дорогу.

Расстояние между городами равно

$$L = 2Vt = 78 \text{ км}.$$

Скорость быстрого автомобиля равнялась

$$V' = \frac{1,5L}{t} = 117 \frac{\text{км}}{\text{час}}.$$

Пока быстрый автомобиль добирался до города Омега, медленный автомобиль проехал

$$S = V\tau_1 = 13 \text{ км}$$

и находился на расстоянии от города Омега, равном

$$S_1 = L - Vt - S = 26 \text{ км}.$$



Автомобили встретились через

$$\tau' = \frac{S_1}{V + V'} = 10 \text{ минут} .$$

Место их встречи находится от города Омега на расстоянии

$$L' = V'\tau' = 19,5 \text{ км} .$$

**Ответ:** 19,5

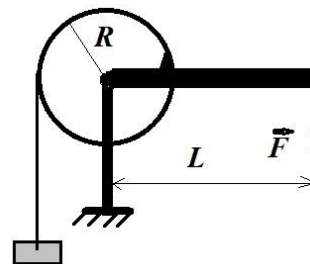
***Критерии оценивания***

<i>Критерий</i>	<i>Балл</i>
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	7



## Задача 2.

Механизм для подъема груза представляет собой цилиндр радиусом  $R = 12$  см, на который наматывается легкий трос с грузом массой  $m = 10$  кг. К цилиндру жестко прикреплен рычаг длиной  $L = 60$  см. На правый по рисунку конец рычага действуют с силой, всегда направленной перпендикулярно рычагу. Чему равен модуль силы, если коэффициент полезного действия механизма равен  $\eta = 80\%$ ? Считайте, что значение  $g = 10$  Н/кг. При подъеме груз движется равномерно. Результат выразите в ньютонах в виде целого числа.



### Решение:

Полезная работа на одном обороте цилиндра вокруг своей оси равна

$$A_{\text{полезная}} = 2\pi mgR.$$

Работа силы  $F$  за один оборот равна

$$A_{\text{полн}} = 2\pi FL = \frac{A_{\text{полезная}}}{\eta} = \frac{2\pi mgR}{\eta}.$$

Тогда

$$F = \frac{mgR}{\eta L} = 25 \text{ Н}.$$

**Ответ:** 25

### Критерии оценивания

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	7



### Задача 3.

Сплошной однородный шар лежит на дне сосуда. В сосуд налита вода так, что шар погружен наполовину. Шар давит на дно сосуда с силой  $N$ , равной одной трети действующей на шар силы тяжести  $mg$ . Определите плотность  $\rho$  материала шара. Плотность воды равна  $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Результат выразите в  $\text{кг/м}^3$  в виде целого числа.

#### Решение:

Кроме указанных в условии сил, на шар объемом  $V$  действует сила Архимеда  $F_A$ . Условие равновесия шара имеет вид

$$mg - N - F_A = 0.$$

Учитывая, что

$$N = \frac{\rho V g}{3},$$

$$F_A = \frac{\rho_{\text{в}} V g}{2},$$

получим

$$\rho = \frac{3\rho_{\text{в}}}{4} = 750 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

**Ответ:** 750.

#### Критерии оценивания

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	7



#### Задача 4.

До какой температуры можно нагреть воду с начальной температурой  $t_0 = 0$  °С, затратив такое же количество теплоты, которое нужно для плавления льда массой, равной половине массы воды? Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330$  кДж/кг, удельная теплоемкость воды  $c_{\text{в}} = 4,2$  кДж/(кг·°С). Результат выразите в градусах по шкале Цельсия и округлите до целого числа.

#### Решение:

Уравнение теплового баланса:

$$2mc_{\text{в}}\Delta t = m\lambda .$$
$$\Delta t = \frac{\lambda}{2c_{\text{в}}} \approx 39 \text{ } ^\circ\text{С} .$$

Ответ: 39.

#### Критерии оценивания

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	11



### Задача 5.

Если растягивать пружину силой  $F_1 = 16$  Н, то длина пружины равна  $L_1 = 28$  см; если сжимать ее силой  $F_2 = 16$  Н, то длина пружины  $L_2 = 20$  см. Какова будет длина пружины, если сжимать ее силой  $F_3 = 8$  Н? Результат выразите в сантиметрах в виде целого числа.

#### Решение:

Для растянутой пружины выполняется:

$$F_1 = k(L_1 - L_0).$$

Для сжатой пружины

$$F_2 = k(L_0 - L_2).$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{L_1 - L_0}{L_0 - L_2},$$

$$L_0 = \frac{F_2 L_1 + F_1 L_2}{F_1 + F_2} = 24 \text{ см}.$$

Для третьего случая можно записать

$$\frac{F_1}{F_3} = \frac{L_1 - L_0}{L_0 - L},$$

$$F_1 L_0 - F_1 L = F_3 L_1 - F_3 L_0$$

$$L = L_0 - \frac{F_3}{F_1} (L_1 - L_0) = 22 \text{ см}.$$

**Ответ:** 22.

#### Критерии оценивания

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	11



### Задача 6.

На рисунке изображена система сосудов и трубок. Сосуд  $A$  и трубка  $D$  сообщаются с атмосферой. Сосуды  $B$  и  $C$  непосредственно с атмосферой не сообщаются. В сосуды налита жидкость. Размеры указаны в сантиметрах. Определите высоту  $L$  столба жидкости. Плотность воздуха во много раз меньше плотности воды. Результат выразите в сантиметрах в виде целого числа.

### Решение:

Давления воздуха в сосудах  $B$  и  $C$  равны между собой и равны давлениям столбов жидкости в сосуде  $A$  и трубке, соединяющей  $A$  и  $B$ , и трубке  $D$ . Поэтому высота  $L$  столба жидкости равна 80 см.

**Ответ:** 80.

### Критерии оценивания

<i>Критерий</i>	<i>Балл</i>
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	11



### Задача 7.

В калориметре с некоторым количеством воды находится электронагреватель постоянной мощности. Если включить нагреватель в сеть, а в калориметр добавлять воду с температурой  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  со скоростью  $\mu_1 = 1\text{ г/с}$ , то установившаяся температура воды в калориметре будет равна  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Какая температура установится в калориметре, если в него вместо воды добавлять лед с температурой  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  со скоростью  $\mu_2 = 0,5\text{ г/с}$ ? Теплообменом калориметра с окружающей средой пренебречь. Ответ дайте в градусах по шкале Цельсия и округлите до целого числа. Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$ . Удельная теплоемкость воды  $c = 4200\text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ .

### Решение:

Запишем уравнение, связывающее количество теплоты, переданное в единицу времени для нагревания воды в первом случае с количеством теплоты, переданным в единицу времени для плавления льда и нагревания воды во втором случае:

$$\mu_1 c \Delta T = \mu_2 (c \Delta \theta + \lambda).$$

Выражая изменение температуры во втором случае, получим

$$\Delta \theta = \frac{\mu_1}{\mu_2} \Delta T - \frac{\lambda}{c} = \frac{1}{0,5} \cdot 50 - \frac{3,3 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 10^3} \approx 22\text{ }^{\circ}\text{C}$$

**Ответ:** 22

### Критерии оценивания

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	15



### Задача 8.

В вакуумной камере установлен сосуд с жидкостью. Кубик с ребром  $a = 18$  см частично погружен в жидкость так, что его нижняя грань параллельна поверхности жидкости. Сила давления жидкости на нижнюю грань в 4 раза больше, чем на средняя сила давления на погруженную часть одной из боковых граней. На какую глубину был погружен кубик? Результат выразите в сантиметрах в виде целого числа.

#### Решение:

Обозначим глубину погружения кубика через  $h$ . Тогда сила давления на нижнюю грань равно

$$F_{\text{н}} = \rho g a^2 .$$

Давление на середину погруженной части

$$F_{\text{с}} = \rho g \frac{ah}{2} .$$

Тогда

$$h = \frac{a}{2} = 9 \text{ см} .$$

**Ответ: 9**

#### Критерии оценивания

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	15



### Задача 9.

Электропоезд отправляется из Серпухова в 8 часов 4 минуты и прибывает в Волоколамск в 12 часов 55 минут. После стоянки в Волоколамске поезд отправляется обратно в 13 часов 43 минуты и прибывает в Серпухов в 18 часов 24 минуты. Расстояние между городами 223 км. Чему равно отношение средней скорости электропоезда на пути из Серпухова в Волоколамск к средней скорости на пути туда и обратно? Результат округлите до десятых долей.

#### Решение:

На пути "туда" поезд проходит 223 км за 4 часа 51 минуту (4,85 часа). "Туда и обратно" поезд проходит 446 км за  $10\frac{2}{3}$  часа. Отношение средних скоростей:

$$k = \frac{223 \cdot 10\frac{2}{3}}{4,85 \cdot 446} \approx 1,1.$$

Ответ: 1,1.

#### Критерии оценивания

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	16