

## 8 класс

**Задача 1 (10 баллов).** Турист первую треть всего времени шел по грунтовой дороге со скоростью  $v_1 = 3$  км/ч. Следующую треть времени он перемещался по шоссе со скоростью  $v_2 = 6$  км/ч. Последний участок длиной в треть всего пути турист шел со скоростью  $v_3$ . Вычислите скорость  $v_3$ . Определите, при какой скорости он прошел бы тот же путь за то же время, двигаясь равномерно.

**Решение.** Поскольку третий участок составляет треть пути и он был пройден за треть времени, то  $v_3 = v$ . Пусть  $S$  - весь путь, пройденный туристом,  $t$  - время, которое затратил турист на весь путь. Тогда

$$v_1 \frac{t}{3} + v_2 \frac{t}{3} + \frac{S}{3} = S,$$

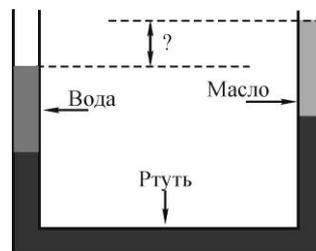
откуда

$$v_3 = v = \frac{S}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 4,5 \text{ км/ч.}$$

### Примерные критерии оценивания

- 1) Получено выражение для всего пути через скорости  $v_1$  и  $v_2$  - 4 балла.
- 2) Записано выражение для  $v_3$  - 3 балла.
- 3) Найдена скорость  $v$  - 3 балла.

**Задача 2 (10 баллов).** В U-образную трубку налили ртуть. Затем в левое колено долили воду, а в правое – масло. Высота столбика воды составляет  $h_1 = 0,9$  м, высота столбика масла -  $h_1 = 1$  м. Найдите разность уровней жидкости в коленах трубки. Постоянная  $g = 10$  Н/кг. Плотность ртути равна  $\rho_1 = 13,6$  г/см<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_2 = 1$  г/см<sup>3</sup>, плотность масла  $\rho_3 = 0,85$  г/см<sup>3</sup>.



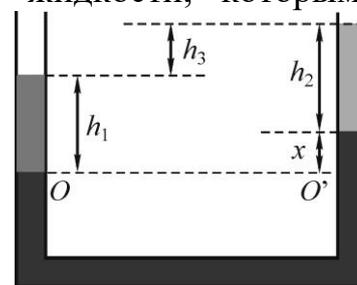
**Решение.** Рассмотрим рисунок. Отметим, что применить напрямую закон сообщающихся сосудов здесь не получится, так как жидкости, которыми заполнена трубка, различны.

Рассмотрим уровень  $OO'$ , на котором начинается столбик воды в левом колене. Жидкость ниже  $OO'$  однородна и находится в равновесии, значит, давления на уровне  $OO'$  в левом и правом коленах трубки равны.

Давление в правом колене на этом уровне складывается из давления столбика масла высотой  $h_2$  и столбика ртути высотой  $x$ . Давление в левом колене на этом уровне обеспечивается столбиком воды высотой  $h_1$ . Таким образом,

$$\rho_2 g h_1 = \rho_3 g h_2 + \rho_1 g x.$$

Отсюда



$$x = \frac{\rho_2 h_1 - \rho_3 h_2}{\rho_1} = 3 \text{ мм.}$$

Далее из очевидных соображений

$$h_1 + h_3 = h_2 + x,$$

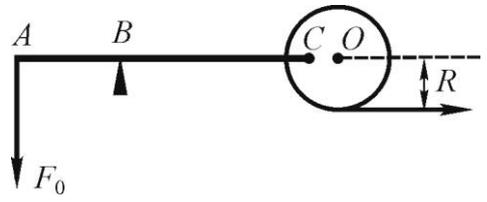
то есть

$$h_3 = h_2 + x - h_1 = 10,3 \text{ см.}$$

### Примерные критерии оценивания

- 1) Выделен и исключен равновесный уровень ртути - 2 балла.
- 2) Записано условие гидростатического равновесия - 3 балла.
- 3) Найдена высота  $x$  - 2 балла.
- 4) Найдена высота  $h_3$  - 3 балла.

**Задача 3 (10 баллов).** На блок радиуса  $R = 12$  см, закрепленный на оси  $O$ , намотана веревка, которую тянут с силой  $F = 10$  Н. В точке  $C$  к блоку прикреплен легкий стержень  $AC$ , который опирается на неподвижную опору в точке  $B$ . При этом  $BC = 30$  см,  $AB = 15$  см,  $OC = 4$  см. Какую силу  $F_0$  надо прикладывать к левому концу стержня, чтобы вся конструкция находилась в равновесии?



**Решение.** Так как точку  $A$  рычага тянут вниз с силой  $F_0$ , рычаг будет действовать на блок в точке  $C$  вверх с силой  $F_1$ , такой, что

$$F_0 \cdot |AB| = F_1 \cdot |BC| \Rightarrow F_1 = F_0 \frac{|AB|}{|BC|} = 2F_0.$$

Эта сила вращает блок по часовой стрелке, и ее момент  $F_1 \cdot |CO|$  должен быть скомпенсирован моментом силы  $F$ , плечо которой относительно центра блока равно  $R$ :

$$F_0 \cdot |CO| = FR \Rightarrow F_0 \frac{|AB|}{|BC|} \cdot |CO| = FR.$$

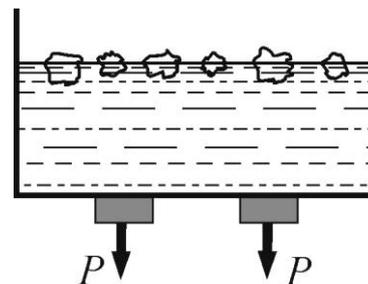
Отсюда

$$F_0 = FR \frac{|BC|}{|AB| \cdot |CO|} = 60 \text{ Н.}$$

### Примерные критерии оценивания

- 1) Записано условие равновесия рычага относительно точки  $B$  - 3 балла.
- 2) Найдено, что сила, действующая на блок равна  $2F_0$  - 2 балла.
- 3) Записано условие равновесия блока относительно точки  $O$  - 3 балла.
- 4) Найдена сила  $F_0$  - 2 балла.

**Задача 4 (10 баллов).** В сосуде находится вода при температуре  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . В дно сосуда вмонтированы два охлаждающих элемента. Сначала систему охлаждает только один элемент; спустя  $T_1 = 1$  минуту включается и второй. Дно сосуда покрыто составом, препятствующим образованию ледяной корки, поэтому весь лед всплывает на поверхность. Мощность теплового потока, выходящего из системы через каждый из элементов составляет  $P = 1$  кДж/с. Какая масса льда образуется через 1 минуту? Постройте график зависимости массы образовавшегося льда от времени. Определите по графику, какая масса льда образуется через 3 минуты после начала процесса охлаждения. Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330$  кДж/кг. Теплообменом вода с окружающей средой и теплоемкостью сосуда пренебречь.



**Решение.** За время  $T$  (при  $T < T_1$ ) первый элемент отвел от системы тепло  $PT$ , за счет этого образовался лед.

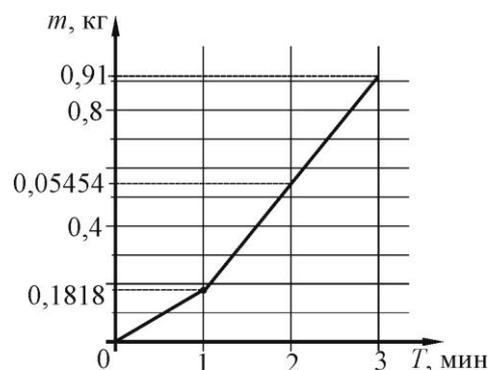
При образовании льда массой  $m$  выделяется тепло  $\lambda m$ . То есть, в течении первой минуты масса замороженного льда от времени  $T$  равна

$$m(T) = \frac{TP}{\lambda} = 0,1818 \text{ кг (при } T < T_1).$$

Когда включается второй элемент, мощность охлаждения увеличивается до  $2P$ , при этом

$$m(T) = m(T_1) + \frac{2TP}{\lambda} \text{ (при } T > T_1).$$

График зависимости приведен на рисунке. Через три минуты образуется примерно 0,91 кг льда.



#### Примерные критерии оценивания

- 1) Получено уравнение для скорости образования льда при  $T < T_1$  – 2 балла.
- 2) Определена масса льда при  $T = T_1$  - 1 балл.
- 3) Получено уравнение для скорости образования льда при  $T > T_1$  - 2 балла.
- 4) Построен требуемый график зависимости – 4 балла (корректно выбраны масштабы координатных осей – 1 балл, качественно правильный график – 1 балл, указаны массы льда через одну и три минуты от начала процесса охлаждения – 2 балла).
- 5) Определена масса льда через 3 минуты – 1 балл.