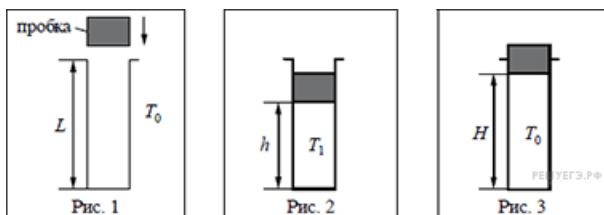


## Задания

## Задание 30 № 6511

В камере, заполненной азотом, при температуре  $T_0 = 300$  К находится открытый цилиндрический сосуд (рис. 1). Высота сосуда  $L = 50$  см. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры  $T_1$ . В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится  $h = 40$  см (рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры  $T_0$ . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится  $H = 46$  см (рис. 3). Чему равна температура  $T_1$ ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.



## Решение.

Пусть  $p_0$  — давление азота в камере;  $p_1$  — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;  $p_2$  — давление в сосуде при температуре  $T_0$  в конце опыта;  $S$  — площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры азота в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре  $T_1$  связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона — Менделеева:  $\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0}$ , откуда  $p_1 = p_0 \frac{L T_1}{h T_0}$ .

Условие равновесия пробки при температуре  $T_1$ :  $p_0 S - F_{\text{тр}} - p_1 S = 0$ , откуда  $F_{\text{тр}} = (p_0 - p_1) S$ .

Параметры азота в сосуде в первоначальном и конечном состояниях также связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона — Менделеева:  $\frac{p_2 H S}{T_0} = \frac{p_0 L S}{T_0}$ , откуда  $p_2 = p_0 \frac{L}{H}$ . Условие равновесия пробки в конечном состоянии:  $p_2 S - F_{\text{тр}} - p_0 S = 0$ , откуда

$$p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{тр}}}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \frac{L T_1}{h T_0}.$$

Приравняв друг другу два выражения для  $p_2$ , получаем равенство

$$\frac{L}{H} = 2 - \frac{L T_1}{h T_0}.$$

$$\text{Отсюда } T_1 = T_0 \frac{h}{L} \left( 2 - \frac{L}{H} \right) \approx 219 \text{ К.}$$

Ответ: 219 К.