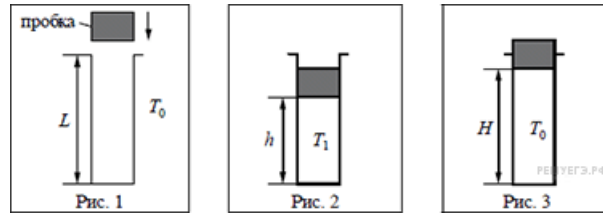


Задания

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

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

Приравнявая друг другу два выражения для p_2 , получаем равенство

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

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

Ответ: 219 К.