

Условие

9-4. В теплоизолированный цилиндрический сосуд поместили кусок льда при нулевой температуре и прочно прикрепили его ко дну. Затем залили этот лед таким же по массе количеством воды. Вода полностью покрыла лед и достигла уровня $H = 20$ см. Определите, какова была температура этой воды, если после установления теплового равновесия уровень ее опустился на $b = 0,40$ см. Плотность воды $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³, льда $\rho_1 = 0,90 \cdot 10^3$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c_0 = 4,2$ кДж/(кг·К),

удельная теплоемкость льда в два раза меньше. Удельная теплота плавления льда $L = 3,3 \cdot 10^5$ Дж / кг.

Решение

9-4. Для решения важно заметить, что не весь лед растаял. Таким образом, установившееся температура в системе $t_k = 0^\circ\text{C}$. Из уравнения теплового баланса:

$$cM(t_B - t_K) = \lambda m, \quad (1)$$

где m — масса растаявшего льда, M — масса (начальная) воды. Учет изменения объема

$$\frac{m}{\rho_{\text{л}}} - \frac{m}{\rho_{\text{в}}} = bS; \quad \frac{M}{\rho_{\text{л}}} + \frac{M}{\rho_{\text{в}}} = HS. \quad (2)$$

Из (1), (2) получаем

$$t_B = \frac{\lambda B}{cH} \frac{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}} + \rho_{\text{л}}} = 37,7^\circ\text{C}$$