

Условие

Задача 3. «Термометр»

Большинство веществ при нагревании расширяются. Относительное расширение тел обычно мало, поэтому может быть описано простейшими линейными зависимостями.

Если однородный брусок нагревается, то все его линейные размеры увеличиваются пропорционально, длина его стороны l зависит от температуры t° (в градусах Цельсия) по закону

$$l = l_0(1 + \alpha t^\circ), \quad (1)$$

где α называется коэффициентом линейного расширения.

Очевидно, что при нагревании увеличивается и объем бруска, причем его объем зависит от температуры по закону

$$V = V_0(1 + \beta t^\circ), \quad (2)$$

где β называется коэффициентом объемного расширения.

3.1 Какой физический смысл имеют параметры l_0 , V_0 , α , β в уравнениях (1) и (2)?

3.2 Установите связь между параметрами α , β одного вещества.

Уверены, что вы знакомы с устройством ртутного термометра: длинная стеклянная цилиндрическая трубка соединена с небольшим стеклянным баллоном, заполненным ртутью. При нагревании ртуть расширяется, длина столбика ртути увеличивается. Его длина измеряется по шкале, которая проградуирована в градусах Цельсия.

В рассматриваемом термометре при температуре $t_0 = 0,0^\circ\text{C}$:

- внутренний объем баллона $V_0 = 200 \text{ мм}^3$; - внутренний диаметр трубки $d_0 = 0,20 \text{ мм}$;
- ртуть полностью заполняет баллончик, но не заходит в трубку;
- коэффициент объемного расширения ртути равен $\beta = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$;
- коэффициент линейного расширения стекла $\alpha = 3,0 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

3.3 Пренебрегая тепловым расширением стекла, постройте график зависимости высоты уровня ртути в трубке h (в мм) от измеряемой температуры t° (в градусах Цельсия).

3.4 Пусть термометр проградуирован без учета теплового расширения стекла (как указано в предыдущем пункте 3.2). Найдите относительную погрешность показания такого термометра, связанную с тепловым расширением стекла, при температуре $t_1 = 10^\circ\text{C}$.

