

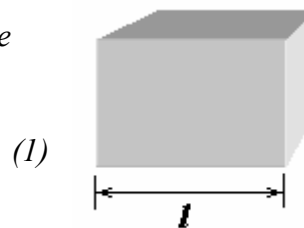
### Задача 3. «Термометр»

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  $t^\circ$  (в градусах Цельсия) по закону

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

где  $\alpha$  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  $\beta$  называется коэффициентом объемного расширения.

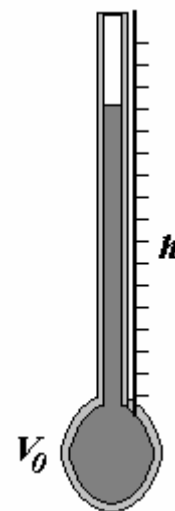
**3.1** Какой физический смысл имеют параметры  $l_0$ ,  $V_0$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  в уравнениях (1) и (2)?

**3.2** Установите связь между параметрами  $\alpha$ ,  $\beta$  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  $t^\circ$  (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  $t_1 = 10^\circ\text{C}$  .

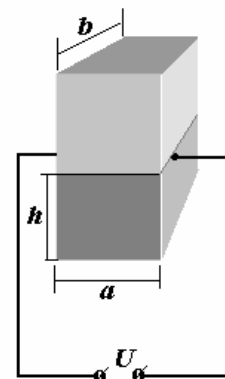
### Задача 4. «Поможем Техасу»

В Техасе выпал снег, и «они» не знают, что с ним делать!

Для плавления снега создано следующее снегоплавильное устройство. В глубокую яму шириной  $a = 1,0\text{ м}$  и длиной  $b = 5,0\text{ м}$  постоянно засыпают снег, находящийся при температуре плавления. Две противоположные боковые стены ямы металлические и подсоединены к источнику постоянного напряжения  $U = 1,0\text{ кВ}$  . В дне ямы имеется кран для слива талой воды и поддержания его на постоянном уровне  $h = 1,5\text{ м}$  .

Характеристики воды известны:

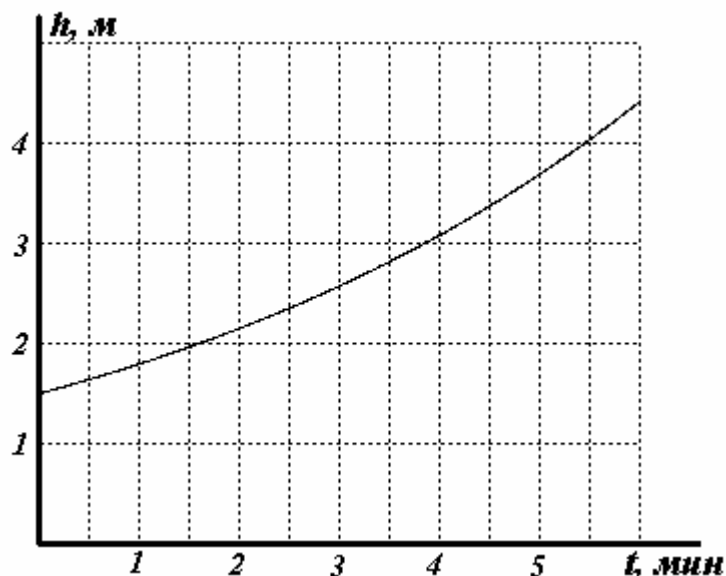
- плотность  $\gamma = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  ;



- удельная теплота плавления снега  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{дж}}{\text{кг}}$ ;
- удельное электрическое сопротивление талой воды  $\rho = 1,0 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ;
- проводимостью снега можно пренебречь.

**4.1** Определите производительность (объем талой воды в единицу времени) данной установки.

В некоторый момент времени сливной кран засорился, и уровень воды в яме стал резко нарастать. Зависимость уровня воды от времени  $h(t)$  показана на графике.



**4.2** Объясните приведенную зависимость, дайте ее описание на «языке формул и уравнений».

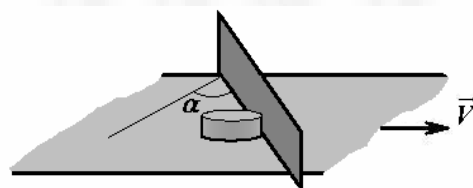
**4.3** За какое время вода заполнит всю яму, если ее глубина  $H = 6,0 \text{ м}$ ?



## Республиканская физическая олимпиада (III этап). 2005 год. 10 класс.

### Задача 1. «Транспортер»

Для механического снятия готовых изделий с ленты транспортера, движущейся горизонтально со скоростью  $V$ , используется неподвижная вертикальная направляющая переключина, установленная под углом  $\alpha$  на ленте. Коэффициент трения изделий о ленту транспортера равен  $\mu_1$ , а о направляющую переключину —  $\mu_2$ .



**1.1** При каком минимальном угле  $\alpha_{\min}$  изделия будут соскальзывать с ленты транспортера?

**1.2** Найдите установившуюся скорость  $u$  движения изделий вдоль направляющей.

### Задача 2. «Кипение»

При температуре  $100^\circ\text{C}$  и нормальном атмосферном давлении с поверхности воды за время  $t = 1,0 \text{ с}$  испаряется  $N = 5 \cdot 10^6$  молекулярных слоев воды. Плотность водяного пара при этих условиях равна  $\rho = 0,60 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ , плотность воды  $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

При кипении испарение происходит не только со свободной поверхности, но и «внутри» жидкости, т.е. в пузырьки.