Параметры сухого воздуха подчиняются уравнению состояния, которое мы запишем в виде уравнения Клапейрона:

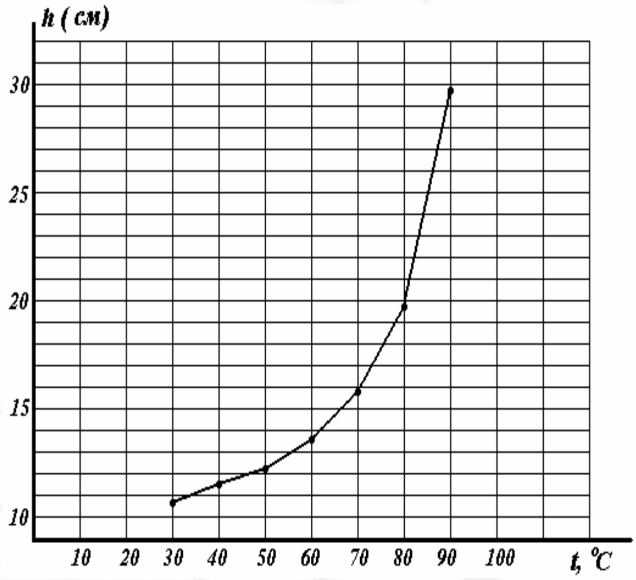
$$\frac{P_1 h}{T} = \frac{P_0 h_0}{T_0}; \quad (3)$$

где T_0 - начальная температура ($T_0 = 20 + 273 = 293 K$), при этой температуре можно пренебречь давлением водяного пара и считать, что давление воздуха равно $P_0 = 1,2 \cdot 10^5\ Па$ (расчет по формуле (1)). Тогда из формул (3) и (2) следует

$$h = h_0 \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P_1} = h_0 \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P_0 - P_{нас.}} . \qquad (4)$$

Используя данные, взятые из графика, не представляет труда рассчитать зависимость высоты столба от температуры. Результаты таких расчетов представлены в таблице и на графике .

$t(^0 C)$	$P_{нас.}$ ($10^5\ Па$)	P_1 ($10^5\ Па$)	$h(см)$
30	0.04	1,16	10,7
40	0.08	1.12	11.4
50	0.11	1.09	12.1
60	0.20	1.00	13.6
70	0.32	0.88	15.9
80	0.47	0.73	19.8
90	0.70	0.50	29.7



10.2. Для решения данной задачи удобно воспользоваться уравнением движения для системы тел: произведение массы системы на ускорение центра масс равно сумме внешних сил, действующих на систему.

В данном случае

$$Ma_c = P - Mg, \qquad (1)$$

где M - масса всей системы, P - ее вес, a_c - ускорение центра масс. Когда вода (а, следовательно и центр масс) неподвижна, то вес системы P_0 равен силе тяжести Mg. Поэтому изменение веса при перекачке воды определяется выражением

$$\Delta P = Ma_c . \qquad (2)$$

При перекачке уровни воды в сосудах h_1 и h_2 будут изменяться, конечно, по линейному закону

$$\begin{aligned} h_1 &= h_{10} + \frac{V}{S}t \\ h_2 &= h_{20} - \frac{V}{S}t \end{aligned} \qquad (3)$$

но положение центра масс всей системы будет изменяться по закону квадратичному. Действительно, высота центра масс Z_c может быть найдена из уравнения

$$MZ_c = M_0 Z_0 + \rho S h_1 (l + \frac{h_1}{2}) + \rho S h_2 \frac{h_2}{2}, \quad (4)$$

где M_0, Z_0 - масса и высота центра масс установки без воды, l - высота верхнего бака. Подставляя выражения (3), получим

$$\begin{aligned} MZ_c = M_0 Z_0 + \rho S l h_{10} + \frac{1}{2}\rho S h_{10}^2 + \\ + \frac{1}{2}\rho S h_{20}^2 + \rho V (l + h_{10} + h_{20}) t + \rho \frac{V^2}{S} t^2 \end{aligned} . \quad (5)$$

Из выражений (2) и (5) следует

$$\Delta P = Ma_c = 2\rho \frac{V^2}{S}$$

Заметим, что ответ не зависит от того, перекачивают воду вверх или вниз. Может эта задача вам покажется более понятной, если Вы проведете аналогию с двумя грузами, подвешенными на нити, перекинутой через блок . При ускоренном движении грузов вес всей системы также изменяется. Замените грузы тяжелой однородной веревкой и Вы получите простейший механический аналог этой задачи.

10.3. Для идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, выполняется соотношение

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}, \qquad (1)$$

где Q_1, Q_2 - теплоты отданная нагревателем и полученная холодильником;

T_1, T_2 - температуры нагревателя и холодильника, соответственно. Это же соотношение выполняется и для холодильной машины, работающей по обратному циклу, в котором от холодильника теплоту забирают и передают нагревателю. Мы используем соотношение (1), для того чтобы рассчитать количество теплоты, забранное у холодильника.